

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' INTERFERITA

INTERFERENZE FERROVIARIE - PARTE GENERALE

Relazione di calcolo opere provvisionali

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Marco Pietro D'Angelantonio
Ord. Ingg. Milano n.A20155

RESPONSABILE GEOTECNICA
ALL'APERTO

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE			
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO						
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--		
111465	0000	PD	IN	T00	00000	00000	R	A	P	E	2501	- 2	SCALA VARIE

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068		Ing. Paolo Maestrelli Ord. Ingg. Genova N. 6972		n. data	
	REDATTO:		VERIFICATO:		0 DICEMBRE 2017	
					1 SETTEMBRE 2019	
					2 SETTEMBRE 2020	

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	---	--

PONTE AD ARCO-TRAVE

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo fondazioni provvisorie
Cavalcavia CV01 (ex 76T), CV02 (ex 77T), CV03 (ex 79T)

PROGETTAZIONE



REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
2	15/10/2020	REVISIONE	DeBenedetti	Vaccarezza	Maestrelli
1	02/10/2020	REVISIONE	DeBenedetti	Vaccarezza	Maestrelli
0	30/05/2020	EMISSIONE	DeBenedetti	Vaccarezza	Maestrelli

INDICE

1	GENERALITA'	6
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
2.3	SOFTWARE.....	9
3	MATERIALI	11
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	12
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE	17
5.1	GENERALE	17
5.1.1	<i>Stati Limite Ultimi (SLU)</i>	17
5.1.2	<i>Stati Limite di Esercizio (SLE)</i>	18
5.2	VERIFICHE STATICHE.....	18
5.2.1	<i>Verifiche agli stati limite ultimi di tipo Geotecnico (GEO)</i>	19
5.2.2	<i>Verifiche agli stati limite ultimi di tipo Strutturale (STR)</i>	19
5.2.3	<i>Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)</i>	21
5.3	VERIFICHE SISMICHE.....	22
6	CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO	22
6.1	ANALISI AGLI STATI LIMITE	22
6.2	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	23
6.2.1	<i>Resistenza laterale di calcolo</i>	23
6.2.2	<i>Resistenza di base di calcolo</i>	25
6.2.3	<i>Resistenza di progetto pali CV03</i>	27
6.2.4	<i>Resistenza di progetto pali CV01 e CV02</i>	38
7	ANALISI PALIFICATE DI FONDAZIONE	47
7.1	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	47
7.1.1	<i>Valutazione della rigidezza assiale del palo</i>	53
7.1.2	<i>Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali</i>	56
7.2	CARICHI AGENTI IN FONDAZIONE	63
7.3	RISULTATI DELLE ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA.....	63
7.4	VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE PALI.....	69
7.5	VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI	70
8	ANALISI FONDAZIONI DIRETTE	70
8.1	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	70
8.2	STATI LIMITE	74
8.3	RISULTATI DELLE ANALISI – FONDAZIONI PILE DI VARO	75
8.4	RISULTATI DELLE ANALISI – FONDAZIONE PONTE BOLOGNA	88
9	VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONI DIRETTE E SPALLE PROVVISORIE	90
9.1	MATERIALI DA COSTRUZIONE	90
9.1.1	<i>Resistenze di progetto</i>	90
9.1.2	<i>Copriferrì</i>	91
9.3	FONDAZIONI DIRETTE PILE PROVVISORIE	95
9.3.1	<i>Azioni di verifica</i>	95
9.3.2	<i>Modello di calcolo e sollecitazioni</i>	97

9.3.3	Verifiche di resistenza.....	102
9.4	SPALLE PROVVISORIE CV03.....	104
9.4.1	Corpo spalla.....	105
9.4.2	Pali di fondazione.....	111
9.4.3	Plinto di fondazione.....	115
10	APPENDICE A. VALUTAZIONE CAPACITA' PORTANTE PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL	116
10.1	PORTATA DI PORGETTO (A1+M1+R3) PALO DI SPIGOLO CV03 - COMPRESSIONE.....	116
10.2	PORTATA DI PORGETTO (A1+M1+R3) PALO DI SPIGOLO CV03 - TRAZIONE	127
10.3	PORTATA DI PORGETTO (A1+M1+R3) PALO DI LINEA CV03 - COMPRESSIONE	139
10.4	PORTATA DI PORGETTO (A1+M1+R3) PALO DI LINEA CV03 - TRAZIONE	150
11	APPENDICE B. ANALISI PALIFICATE DI FONDAZIONE. TABULATI DI CALCOLO MAP	197
11.1	SPALLA – ANALISI SLU STATICA	197
11.2	SPALLA – ANALISI SLE.....	230
12	APPENDICE C. ANALISI FONDAZIONI DIRETTE. TABULATI DI CALCOLO FOND.....	242
12.1	PILA 4.5 x 4.5 M – ANALISI SLU STR E ANALISI SLE.....	242
12.2	PILA 7.5 x 4.5 M – ANALISI SLU STR.....	260
12.3	PILA 7.5 x 4.5 M (PORTALE SINISTRO)– ANALISI SLE	309
12.4	PILA 7.5 x 4.5 M (PORTALE DESTRO)– ANALISI SLE.....	366
12.5	FONDAZIONE PONTE BOLOGNA – ANALISI SLU	424
13	APPENDICE D. CARICHI AGENTI IN FONDAZIONE	426
13.1	SPALLA.....	426
13.2	PILA PLINTO SINGOLO.....	429
13.3	PILA PORTALE (DESTRO E SINISTRO).....	431



1 GENERALITA'

1.1 Descrizione dell'opera

Nel presente documento si riporta il dimensionamento delle fondazioni provvisorie per il varo dei cavalcavia ferroviari sulla linea BO-VR CV01 (ex 76T) km 11+858, CV02 (ex 77T) km 11+901, CV03 ex79T – km 12+467, la cui realizzazione è prevista nell'ambito dei lavori di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro.

Le fondazioni delle spalle provvisorie di varo del CV03 (ex 79T) sono previste con 15 pali trivellati di grande diametro $D=1500$ mm; in particolare 6 pali della fondazione saranno comunque definitivi, in quanto saranno inglobati nel plinto della fondazione della spalla definitiva del cavalcavia. I pali di fondazione della spalla provvisoria di varo sono previsti di lunghezza 47.0 m.

Le pile di varo sono previste per tutti i cavalcavia su fondazione diretta con spessore del plinto 1.5 m e due dimensioni tipologiche: 4.5 m x 4.5 m e 7.5 m x 4.5 m.

Il ponte Bologna, utilizzato per la fase provvisoria per l'esecuzione dello scatolare delle nuove spalle, è previsto con fondazione diretta. La verifica delle fondazioni è riportata nel presente documento.

Nelle seguenti figure sono mostrate le geometrie delle fondazioni provvisorie di varo impalcati.

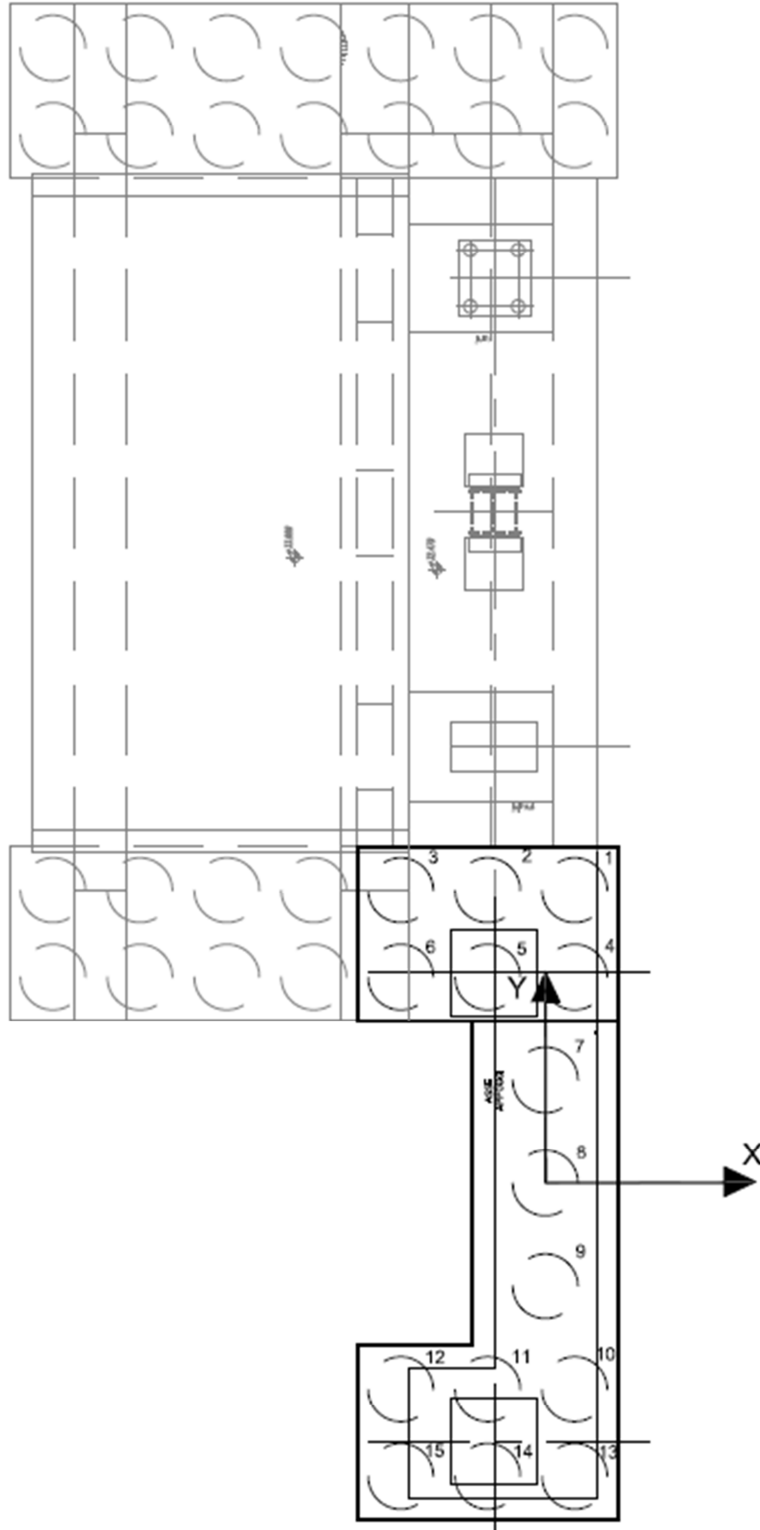


Figura 1 – pianta pali spalla

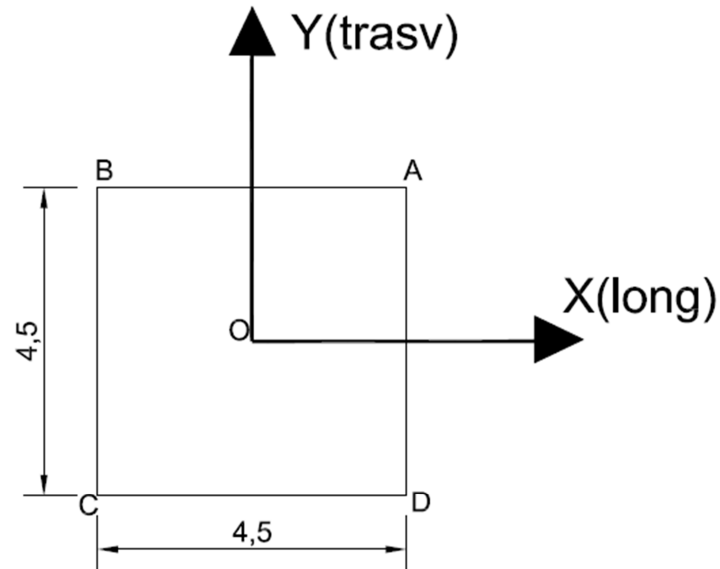


Figura 2 –fondazione diretta pila (singola) 4.5x4.5 m

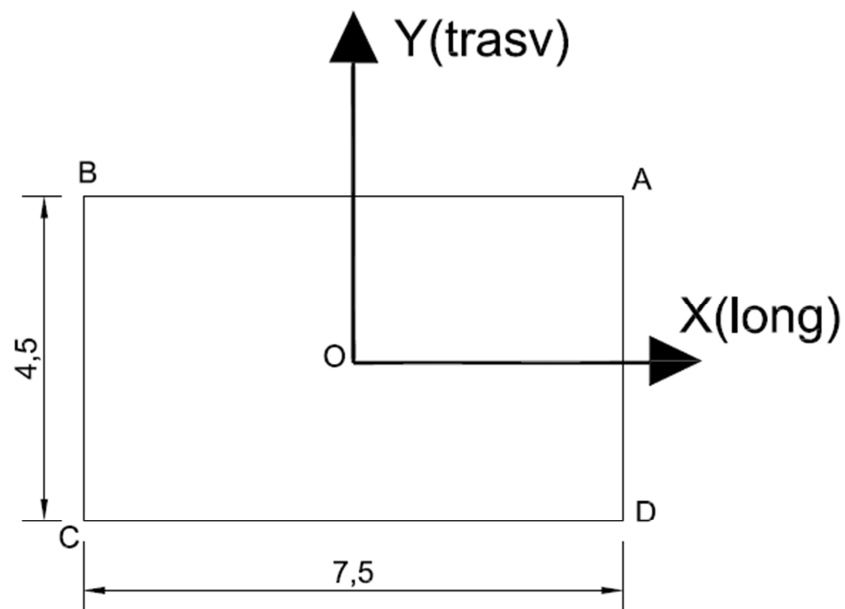


Figura 3 –fondazione diretta pila (portale) 7.5x4.5 m

2 **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa di riferimento**

La redazione del presente documento è stata svolta secondo le prescrizioni della normativa vigente ed in particolare:

- NT1. Norme Tecniche per le Costruzioni D.M del 17.01.2018.
- NT2. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M del 17.1.2018" - Circolare n.7 C.S.LL.PP. 21.01.2019.
- NT3. RFI DTC SI PS MA IFS 001 D manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – Ponti e Strutture.
- NT4. RFI DTC SI CS MA IFS 001 D manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 3 – Corpo stradale.
- NT5. EUROCODICI.

2.2 **Documenti di riferimento**

La redazione del presente elaborato è stata svolta con riferimento ai seguenti documenti di riferimento.

- [DC1].APE0001_ Relazione geotecnica generale potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro. Progetto Definitivo. Novembre 2016.
- [DC2]. Autostrada A14. Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro. Planimetria e profilo geotecnico dal km 11+700 al km 13+200 (tavola 4 di 10). Progetto Definitivo. Novembre, 2016.

2.3 **Software**

- MAP Matrix Analysis of Piles (G. Guiducci, 1999). Rimini (RN), Italia. Programma di calcolo per analisi delle sollecitazioni e deformazioni di tipo lineare e non lineare di palificate di fondazione collegate da plinto rigido.

I risultati delle analisi ottenuti con la metodologia sopra descritta sono in linea con quelli ottenuti con il programma GROUP (Ensoft INC. engineering software Ausin Texas USA) utilizzato in vari ambiti progettuali ad esempio nella progettazione della linea ferroviaria Alta Velocità MI-NA (Roma-Napoli e Milano-Bologna) e quindi validato da Italferr. Ciò è stato possibile attraverso un procedimento di taratura e l'utilizzo dei medesimi criteri di valutazione delle rigidità e degli effetti gruppo utilizzati nel programma GROUP.

- FOND (G. Guiducci, 1999). Rimini (RN), Italia. Programma di calcolo per analisi delle fondazioni dirette.
- PAL (G. Guiducci, 1999-2006). Rimini (RN), Italia. Programma di valutazione capacità portante per pali singoli di fondazione soggetti a carichi assiali. Sono implementati diverse metodologie di calcolo di portata laterale e di base pubblicati in letteratura tecnica. L'elaborazione opera secondo somma di contributi unitari.
- APAL (G. Guiducci, 2006). Rimini (RN), Italia. Programma per l'analisi di pali caricati assialmente: curve carico-cedimento; trasferimento sforzo assiale.

Per il programma citato, con riferimento al paragrafo 10.2 del D.M. 17.01.2018 e relativa Circolare esplicativa n° 7/19 C.S.LL.PP., si dichiara che:

- i risultati dei calcoli eseguiti con l'utilizzo del calcolatore sono stati verificati dal progettista;
- i risultati presentati nelle forme allegate al progetto ne garantiscano la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità;
- l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata attraverso esame preliminare, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;
- la validazione dei codici di calcolo è stata verificata sia per confronto con soluzioni semplificate con metodi tradizionali, sia dall'esame della documentazione fornita dal produttore/distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione generale del codice.

3 MATERIALI

Calcestruzzo per pali di fondazione: Classe C 28/35

Resistenza caratteristica a compressione: $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
 $f_d = 16.46 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo per plinti di fondazione: Classe C 28/35

Resistenza caratteristica a compressione: $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
 $f_d = 16.46 \text{ N/mm}^2$

Acciaio in barre: B450C avente caratteristiche:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per l'opera in esame in accordo alla relazione geotecnica generale della tratta A14 Bologna – Bari – Taranto nell'ambito del Potenziamento del Sistema Tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro.

La stratigrafia è stata dedotta sulla base delle indagini geotecniche eseguite in corrispondenza delle opere è sintetizzate nelle seguenti tabelle.

Tabella 1 - Indagini geognostiche di riferimento – cavalcavia CV01-km11+857, CV02-km 11+901

Sigla sond./pozz./prova	Campagna di indagine	Progressiva (km)	Quota p.c. (m s.l.m.)	Lunghezza (m)	Strumentazione installata
SI 02	1986	11+810	32.0	30.0	-
SI 03pz	1986	11+935	32.6	30.0	C (28m)
PB10-DH	2016	11+940	32.0	35.0	DH

C (...) = cella piezometrica Casagrande (profondità cella);
DH = tubo per misure Down-hole

Tabella 2 - Indagini geognostiche di riferimento – cavalcavia CV03 km 11+468

Sigla sond./pozz./prova	Campagna di indagine	Progressiva (km)	Quota p.c. (m s.l.m.)	Lunghezza (m)	Strumentazione installata
S65	1984	12+375	34.30	15.0	-
SI04	1986	12+480	34.00	30.0	C (16 m)
S102	2000	12+400	34.00	10.0	-
PB12-DH	2016	12+500	33.60	35.0	DH
PZ-PB5	2016	12+500	33.70	5.0	-

C (...) = cella piezometrica Casagrande (profondità cella);
DH = tubo per misure Down-hole

In particolare per la caratterizzazione geotecnica si fa riferimento alla zona omogenea 1 (dal km 10+200 al km 14+160), definita nella relazione geotecnica generale [DC1].

Nella seguente tabella si riassume la stratigrafia per le opere CV01 e CV02 con riferimento ad una quota di p.c. di +32 m s.l.m..

Tabella 3 - Stratigrafia e falda cavalcavia CV01-km11+857, CV02-km 11+901

Profondità(m da p.c.)	Descrizione	Unità geotecnica
0.0 ÷ 7.0	Limo argilloso	A
7.0 ÷ 9.0	Ghiaia e sabbia	B
9.0 ÷ 19.0	Limo argilloso	A
19.0 ÷ 30.0	Ghiaia e sabbia	B
30.0 ÷ 35.0	Limo argilloso	A
FALDA: 5.0 m da p.c. (+27 m s.l.m.)		

Relativamente al livello di falda, si osserva che nel sondaggio SI-03 è stato rilevato un livello massimo a 6 m di profondità da p.c. (+27 m s.l.m.) in data 08/04/1986. Quindi cautelativamente per il dimensionamento delle opere si assumerà il livello massimo rilevato.

Nella seguente tabella si riassume la stratigrafia di riferimento per l'opera CV03 con riferimento ad una quota di p.c. di +34 m s.l.m..

Tabella 4 - Stratigrafia e falda – cavalcavia CV03 km 11+468

Profondità (m da p.c.)	Descrizione	Unità geotecnica
0.0 ÷ 10.0	Limo argilloso	A
10.0 ÷ 15.0	Ghiaia e sabbia	B
15.0 ÷ 20.0	Limo argilloso	A
20.0 ÷ 33.0	Ghiaia e sabbia	B
33.0 ÷ 40.0	Limo argilloso	A
FALDA: 9.0 m da p.c. (+25.4 m s.l.m.)		

Relativamente al livello di falda, si osserva che nel sondaggio SI-04 è stato rilevato un livello massimo a 9 m di profondità da p.c. (+25.4 m s.l.m.) in data 21/03/1986. Quindi cautelativamente per il dimensionamento delle opere si assumerà il livello massimo rilevato.

Nelle seguenti figure si riporta uno stralcio del profilo stratigrafico in corrispondenza delle opere.

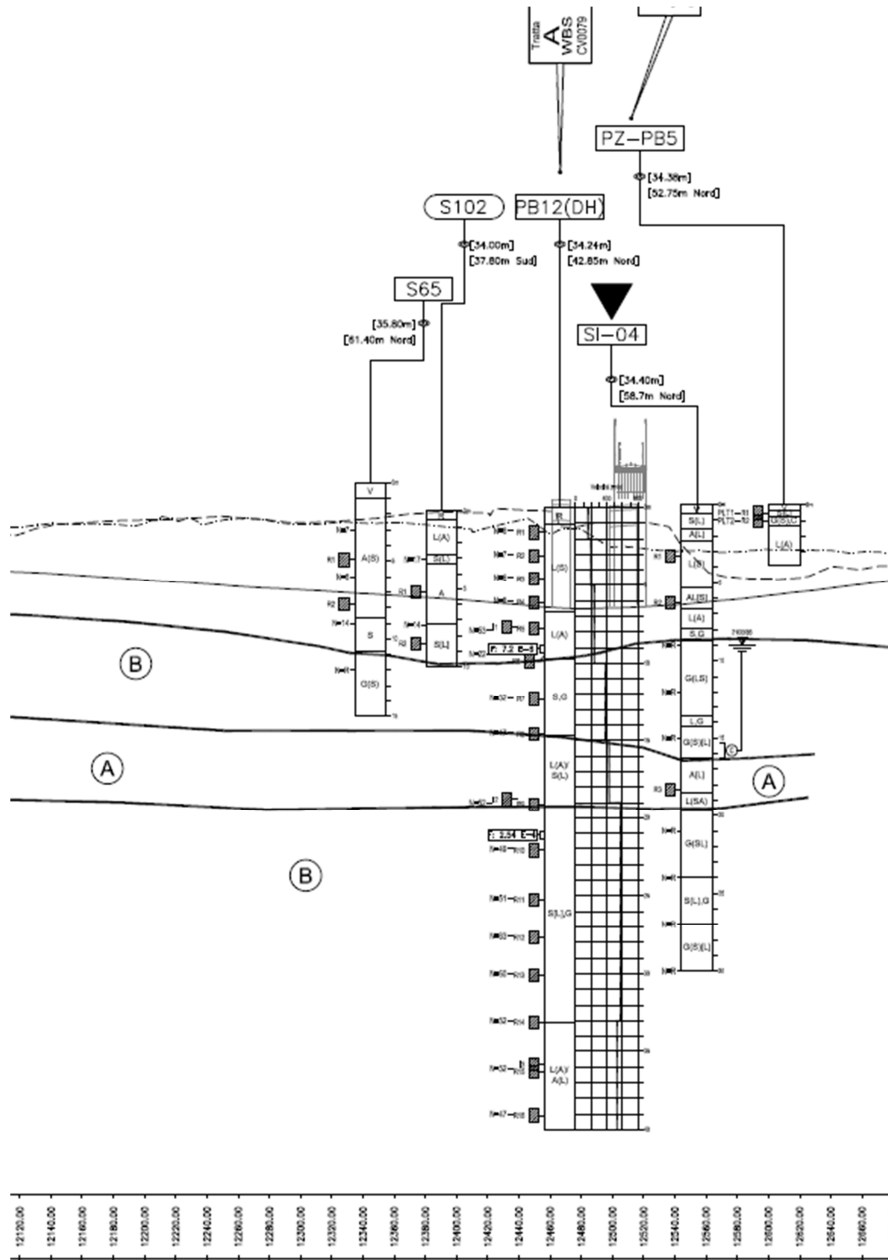


Figura 5 – stralcio profilo stratigrafico in corrispondenza dell'opera– cavalcavia CV03 km 11+468

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano i parametri geotecnici di resistenza e deformabilità delle unità geotecniche che interferiscono con l'opera, assunti in accordo a quanto esposto nella Relazione Geotecnica generale [DC1] a cui si rimanda per approfondimenti.

Tabella 5 - Parametri medi caratteristici dei materiali Limo argilloso (A)

Descrizione	γ	c'	ϕ'	c_u	E'
	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)
A - Limo argilloso	19÷20	0÷15	24÷28	$c_u = 30 + z$ (valori minimi) $c_u = 90 + 2 \cdot z$ (valori massimi)	$120 \cdot c_u$
Valori assunti in progetto	19	0	26	$c_u = 60 + 1.5 \cdot z$	10000

γ = peso di volume del terreno

c' = coesione efficace

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

E' = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo paratie

Tabella 6 - Parametri medi caratteristici dei materiali Ghiaia e Sabbia (B)

Descrizione	γ	Nspt	c'	ϕ'	E'
	(kN/m ³)	(colpi/30cm)	(kPa)	(°)	(MPa)
B - Ghiaia e sabbia	19	50÷65	0	35÷36	50

γ = peso di volume del terreno

c' = coesione efficace

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

E' = modulo di deformazione elastico operativo per calcolo paratie (= $E_o / 5$)

5 CRITERI DI PROGETTAZIONE

5.1 Generale

In accordo con quanto definito nel paragrafo 6.2.4 delle NTC2018, devono essere svolte le seguenti verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese:

- Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU);
- Verifiche agli Stati Limite d'Esercizio (SLE).

5.1.1 Stati Limite Ultimi (SLU)

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) la verifica è considerata soddisfatta se vale la seguente disuguaglianza:

$$Ed \leq Rd$$

dove

Ed valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

Rd valore di progetto della resistenza.

L'azione e la corrispondente resistenza di progetto vanno determinate in accordo alle NTC 2018. Sono previsti coefficienti parziali da applicarsi rispettivamente alle azioni (A1 o A2), ai parametri del terreno (M1) ed alle resistenze caratteristiche di calcolo (R1 o R2 o R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale, **Approccio 1**, sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti:

- **Combinazione 1: A1+M1+R1;**
- **Combinazione 2: A2+M1+R2.**

Nel secondo approccio progettuale, **Approccio 2**, è prevista una sola combinazione di gruppi di coefficienti (**A1+M1+R3**) da adottarsi sia nelle verifiche strutturali, sia nelle verifiche geotecniche.

I valori assunti dai coefficienti di sicurezza parziali di ciascun gruppo, “Azioni – Parametri geotecnici del terreno – Resistenze”, sono riportati all’interno delle NTC 2018, rispettivamente alle tabelle:

- A Tabella 6.2.I (coefficienti parziali per le azioni o per l’effetto delle azioni).
- M Tabella 6.2.II (coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno).
- R Tabella 6.4.II (coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali) e Tabella 6.4.VI (coefficiente parziale per le verifiche dei pali soggetti a carichi trasversali).

5.1.2 Stati Limite di Esercizio (SLE)

Per ogni Stato Limite d’Esercizio (SLE) la verifica è considerata soddisfatta se vale la seguente disuguaglianza:

$$Ed \leq Cd$$

dove

Ed valore di progetto dell’effetto dell’azione;

Cd valore limite prescritto dell’effetto delle azioni.

All’interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l’opera e le prestazioni attese.

5.2 Verifiche statiche

Come riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC 2018, le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

- Stato limite ultimo di tipo Geotecnico (SLU GEO)
- Stato limite ultimo di tipo Strutturale (SLU STR)
- Stato limite di esercizio (SLE)

La verifica di stabilità globale deve essere eseguita secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell’Approccio 1. Le rimanenti verifiche devono essere condotte con Approccio 2 combinazione

(A1+M1+R3) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II, 6.4.VI: **Combinazione A1+M1+R3** (SLU statiche e sismiche).

Nelle verifiche SLU di tipo strutturale il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

5.2.1 Verifiche agli stati limite ultimi di tipo Geotecnico (GEO)

Le verifiche di sicurezza agli SLU di tipo geotecnico sono:

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- stabilità globale.

5.2.2 Verifiche agli stati limite ultimi di tipo Strutturale (STR)

Le verifiche di sicurezza agli SLU di tipo strutturale sono:

- raggiungimento della resistenza strutturale dei pali;
- raggiungimento della resistenza strutturale della struttura di collegamento dei pali.

Quindi nel dettaglio le verifiche /analisi da eseguire saranno le seguenti.

Raggiungimento della resistenza strutturale dei pali

La verifica di tipo strutturale dei pali (azioni assiali, azioni di taglio e momento flettente) è condotta determinando il dominio di rottura nel piano M-N per la sezione del palo considerata e verificando che le sollecitazioni calcolate sul singolo palo, a partire dai carichi forniti dal Progettista Strutturale per la combinazione di carico assunta (A1+M1+R1), siano interne a tale dominio.

Di seguito si riporta nel dettaglio tale procedura di verifica:

1. Determinazione delle sollecitazioni (assiali di compressione e trazione, di taglio e momento flettente) sul singolo palo mediante l'analisi di gruppo col codice di calcolo MAP a partire dai carichi definiti dal Progettista Strutturale, come azioni agenti sull'intera palificata.

Tale calcolo viene eseguito inserendo nel codice di calcolo MAP:

- la curva carico-cedimento del palo singolo è stata abbattuta per effetto gruppo e calcolata come indicato nel paragrafo 7.1.1;
 - il modulo di reazione orizzontale palo-terreno con effetto gruppo orizzontale per ogni palo, come indicato nel paragrafo 7.1.2.
2. Verifica del non raggiungimento della tensione massima nella sezione di calcestruzzo e restituzione al Progettista Strutturale degli andamenti delle sollecitazioni (azioni di taglio e di momento flettente) lungo il fusto del palo per le verifiche strutturali.

Raggiungimento della resistenza strutturale della struttura di collegamento dei pali

Tale verifica viene condotta dal Progettista Strutturale e sarà pertanto contemplata negli elaborati strutturali.

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione

Di seguito si riporta nel dettaglio la procedura di verifica nei confronti dei carichi assiali:

1. Determinazione della capacità portante di progetto del palo singolo, con Approccio 2 ($A1+M1+R3$) come previsto da Normativa, vedasi capitolo 6.
2. Determinazione dell'azione assiale massima (di compressione e di trazione) sul singolo palo, mediante l'analisi di gruppo col codice di calcolo MAP a partire dai carichi definiti dal Progettista Strutturale come azioni agenti sull'intera palificata (secondo le metodologie già indicate).
3. Definizione della lunghezza di palo entrando con le azioni assiali massime ricavate al punto 2, nella curva di capacità portante palo definita al punto 1.

Adozione della lunghezza del palo così verificato.

Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

Per quanto concerne le verifiche geotecniche nei confronti dei carichi orizzontali si ritiene, in virtù della flessibilità dei pali sottoposti a tali carichi, che tale meccanismo di rottura non sia

possibile, e che le problematiche progettuali della palificata sottoposta ai carichi di progetto orizzontali afferiscano piuttosto nei seguenti aspetti:

- limitazione degli spostamenti orizzontali entro i limiti accettabili, ben lontani dall'ordine di grandezza di spostamenti attesi in prossimità della rottura,
- limitazione dei carichi orizzontali e dei relativi momenti di incastro per limiti strutturali.

Stabilità globale

La stabilità globale non viene qui considerata in quanto la geometria del problema non rende possibili fenomeni di instabilità globale della fondazione.

5.2.3 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Le verifiche agli stati limite di esercizio sono:

- eccessivi cedimenti verticali;
- eccessivi spostamenti trasversali.

Nello specifico si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione. La geometria della fondazione deve essere stabilita nel rispetto dei requisiti di cui sopra tenendo opportunamente conto degli effetti di interazione tra i pali.

Di seguito si riporta nel dettaglio la procedura di verifica:

- Determinazione degli spostamenti (verticali, orizzontali e rotazioni) della palificata, mediante l'analisi di gruppo col codice di calcolo MAP a partire dai carichi definiti dal Progettista Strutturale, come azioni agenti sull'intera palificata.

Tale calcolo viene eseguito inserendo nel codice di calcolo MAP:

- la curva carico-cedimento del palo singolo abbattuta per effetto gruppo;
- il modulo di reazione orizzontale palo-terreno con effetto gruppo orizzontale per ogni palo,.
- Confronto tra gli spostamenti calcolati al punto 1 e gli spostamenti ammissibili definiti dal Progettista Strutturale.

5.3 Verifiche sismiche

Nel caso in esame, si tratta di opere provvisoriale e quindi si omettono le verifiche sismiche in accordo a quanto previsto dalla normativa di riferimento.

6 CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO

6.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente DM 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni".

Le curve di resistenza di progetto a compressione (o trazione) del palo singolo $R_{c,d}$ (o $R_{t,d}$), da confrontare con la massima azione di compressione (o trazione) agente in testa al palo E_d , sono date dalle seguenti espressioni:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_R} = \min \left\{ \frac{(R_{c:cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c:cal})_{min}}{\xi_4} \right\} / \gamma_R \quad \text{Resistenza di progetto a compressione}$$

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_R} = \min \left\{ \frac{(R_{t:cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t:cal})_{min}}{\xi_4} \right\} / \gamma_R \quad \text{Resistenza di progetto a trazione}$$

dove:

$R_{c,cal}$ e $R_{t,cal}$ resistenza di calcolo del palo singolo, rispettivamente a compressione e a trazione, determinate ad una data profondità;

ξ_3, ξ_4 fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica del palo in funzione del numero di verticali indagate;

$R_{c,k}$ e $R_{t,k}$ resistenza caratteristica del palo singolo rispettivamente a compressione e a trazione ad una data profondità;

γ_R coefficienti parziali da applicarsi alle resistenze caratteristiche in funzione dell'approccio considerato.

Le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento al seguente approccio, tenendo conto dei coefficienti parziali di riferimento normativo:

Approccio 2: Combinazione 1: A1 + M1 + R3

6.2 Metodologie di calcolo

La portata di progetto a compressione di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / FS_L + Q_{BL} / FS_B - W'_P$$

dove:

Q_{LL} = portata laterale limite,

Q_{BL} = portata di base limite,

W'_P = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato),

FS_L = fattore di sicurezza per la portata laterale ($= \gamma_s \cdot \xi_3$).

FS_B = fattore di sicurezza per la portata di base ($= \gamma_b \cdot \xi_3$).

La portata a trazione di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / FS_L + W'_P$$

dove:

Q_{LL} = portata laterale limite,

W'_P = peso efficace del palo (alleggerito se sotto falda),

FS_L = fattore di sicurezza per la portata laterale ($= \gamma_{st} \cdot \xi_3$).

6.2.1 Resistenza laterale di calcolo

La resistenza laterale di calcolo è stata determinata, in base al tipo di terreno attraversato, come indicato nel seguito (AGI, 1984).

Per terreni coesivi, si utilizza l'equazione:

$$\tau_{LIM} = \alpha \cdot c_U \leq 100kPa$$

dove:

α =coefficiente riduttivo:

= 0.9 per $c_U \leq 25$ kPa; 0.8 per $25 < c_U \leq 50$ kPa; 0.6 per $50 < c_U \leq 75$ kPa; 0.4 per $c_U > 75$ kPa; AGI [1984]);

c_U =coesione non drenata (kPa).

I valori dell'attrito laterale limite in terreni granulari sono valutati mediante l'espressione:

$$\tau_{LIM} = K \cdot \sigma'_v \cdot \tan(\phi),$$

dove:

K= rapporto tra pressione orizzontale e pressione verticale efficace in prossimità del palo.

σ'_v = pressione geostatica verticale efficace;

ϕ = angolo d'attrito;

Per pali trivellati si adotta [Reese – Wright (1977)]:

K = 0.7 in compressione

K = 0.5 in trazione

Per pali battuti si adottano i coefficienti raccomandati da AGI [1984]. Per i pali trivellati deve essere comunque soddisfatta anche la seguente verifica:

$$\tau_{lim} \leq \tau = f(N_{SPT})$$

dove:

N_{SPT} =numero di colpi/piede in prova SPT.

Nella seguente figura è illustrata la correlazione proposta da Wright e Reese tra il valore della τ_{lim} ed il valore di N_{SPT} .

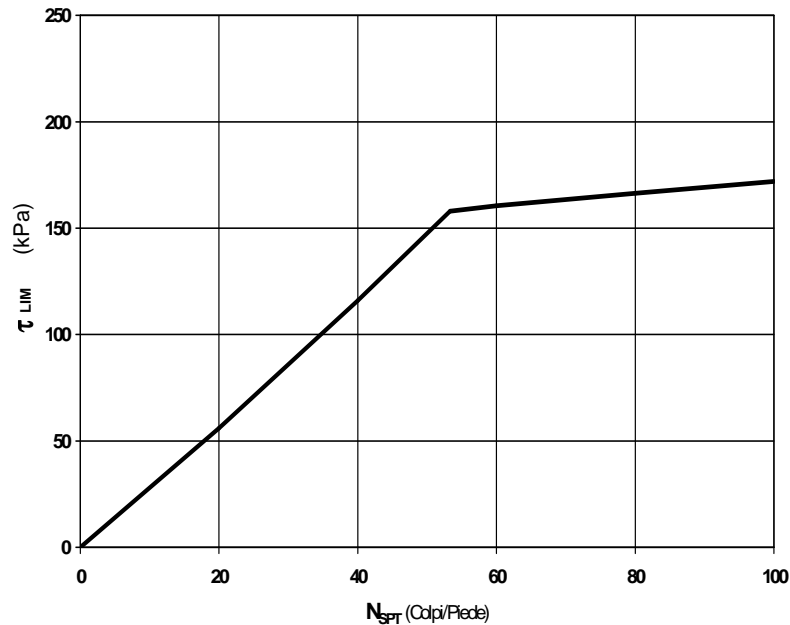


Figura 6: Terreni granulari - $\tau_{LIM} = f(N_{SPT})$ (Wright-Reese [1977])

6.2.2 Resistenza di base di calcolo

La resistenza di base di calcolo è stata determinata, in base al tipo di terreno alla base del palo, come indicato nel seguito (AGI, 1984).

Per terreni coesivi, la valutazione della capacità limite di base viene calcolata in base all'equazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v$$

dove:

c_U = coesione non drenata (kPa).

σ_v = tensione geostatica verticale (kPa).

I valori di q_b sono interamente mobilizzati ad una profondità critica z_c (Meyerhof, Sastry [1978]), secondo l'espressione $z_c = m \cdot D$ con D pari al diametro del palo e m variabile tra 4 e 8.

In accordo con le più recenti metodologie di calcolo, la valutazione della capacità limite di base per terreni granulari è condotta facendo riferimento non più alle condizioni di rottura bensì riferendosi ad

una "portata critica" corrispondente ad una "condizione di servizio limite" basata su considerazioni di cedimenti ammissibili, ed in genere riferita all'insorgere di deformazioni plastiche nei terreni di fondazione. Pertanto, si porrà $q_b = q_{cr}$, dove

q_{cr} = portata critica unitaria di base;

Per pali trivellati la portata critica è valutata in accordo con le indicazioni di Reese-Wright et al. [1978]:

$$q_{cr} = 0.0667 \cdot N_{SPT} \leq 4MPa$$

I valori di q_{cr} sono interamente mobilitati ad una "profondità critica" z_c come descritto sopra, con m variabile fra 4 e 21 secondo la seguente figura.

La costruzione dell'andamento della portata di base con la profondità in condizioni stratigrafiche particolari (pali che attraversano uno strato di terreno sciolto fino a immercarsi in uno strato compatto di base di notevole spessore, piuttosto che pali immersi in uno strato compatto di base di modesto spessore sovrastante uno strato di terreno sciolto) è condotta in accordo alle indicazioni riportate nelle figure seguenti. Nel caso in esame si assume $m=3$.

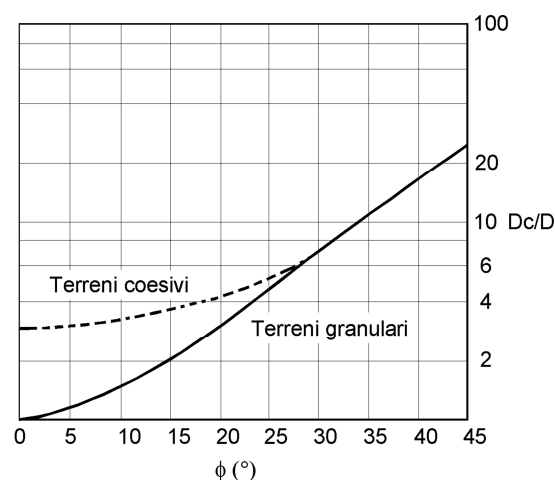


Figura 7 - $z_c/D = f(\phi)$ (Meyerhof [1976])

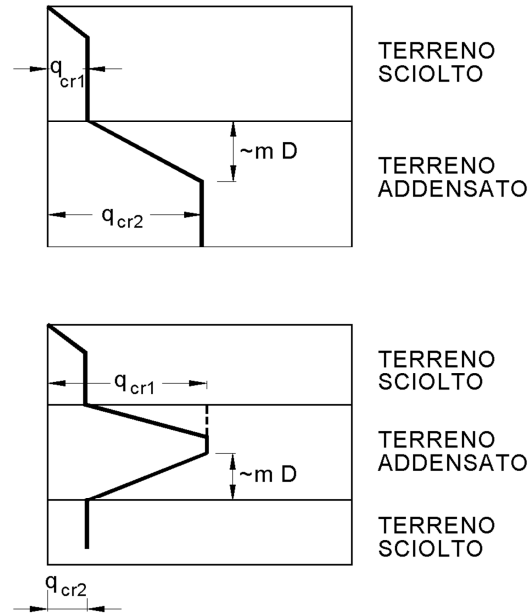


Figura 8 - Portata di base - Terreni stratificati (Meyerhof [1976])

6.2.3 Resistenza di progetto pali CV03

Il valori della resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ e della resistenza di progetto a trazione $R_{t,d}$ sono determinati applicando al valore caratteristico della resistenza i coefficienti parziali γ_R secondo le seguenti espressioni:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_R}$$

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_R}$$

essendo:

$R_{c,d}$ e $R_{t,d}$ resistenza di progetto del palo singolo rispettivamente a compressione e a trazione;

$R_{c,k}$ e $R_{t,k}$ resistenza caratteristica del palo singolo rispettivamente a compressione e a trazione;

γ_R coefficienti parziali da applicarsi alle resistenze caratteristiche in funzione dell'approccio considerato e della tipologia esecutiva del palo (vedasi tabella seguente in cui sono riportati i fattori parziali relativi a pali trivellati).

Tabella 7 - Coefficienti parziali alle resistenze caratteristiche

Pali trivellati		
Resistenza (γ_R)	Simbolo	R3 [-]
Base	γ_b	1.35
Laterale - compressione	γ_s	1.15
Laterale - trazione	γ_{st}	1.25

La valutazione della capacità portante dei pali è eseguita con l'Approccio 2 (A1+M1+R3). Per il cavalcavia CV03 (km 12+500) il coefficiente ξ_3 è assunto pari a 1.65 con riferimento a 2 verticali di indagine. Nel seguito si riportano, i valori della portata di progetto (Qd).

Considerata la disposizione dei pali con interasse < 3 diametri, la capacità portante del singolo palo è stata valutata considerando cautelativamente:

- Palo di spigolo (n. 1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28):
 - area di base = area del singolo palo (1.766 m²);
 - perimetro = 3.18 m (superficie laterale minima relativa al palo di spigolo: pari cautelativamente alla somma di 1 / 4 del perimetro del palo + interasse pali relativamente alla sola superficie esterna del palo).
- Palo di linea (n. 2÷6, 9÷13, 16÷20, 23÷27):
 - area di base = area del singolo palo (1.766 m²);
 - perimetro = 2 m (superficie laterale minima relativa al palo di linea, pari cautelativamente all'interasse dei pali della sola superficie esterna).
- Inoltre per tutti i pali è stato considerato nella valutazione della portanza palo:
 - testa palo a 2 m p.c. (assunzione cautelativa); la quota testa palo è a +26.8 m s.l.m. e la stratigrafia per il calcolo della capacità portante è considerata a partire da 2 m sopra testa palo (p.c. di riferimento circa +29 m s.l.m.), quindi traslata di 5 m rispetto a quella definita al capitolo 4.
 - falda a 4 m di profondità dal p.c. (p.c. di riferimento circa +29 m s.l.m.).

Tabella 8 – Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo portanza pali – CV03

Profondità p.c. di riferimento (+29 m s.l.m.)	Unità geotecnica	cu [kPa]	ϕ' [°]	qb [kPa]
0.0÷5.0	A	53÷57	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
5.0÷10.0	B	-	38	3400
10.0÷15.0	A	60÷80	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
15.0÷28.0	B	-	38	3700
28.0÷60.0	A	110	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Nelle seguenti tabelle si riporta la capacità portante per i pali D=1500 mm del CV03. In Appendice A si riportano i tabulati di calcolo completi.

I valori della resistenza di progetto per la lunghezza utile di palo, saranno poi confrontati con i corrispondenti valori delle sollecitazioni assiali risultanti dai calcoli.

Nell'appendice A sono riportati i tabulati di calcolo completi.

Tabella 9 – CV03 - Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo di spigolo compressione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacità portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	935.	0.	935.	425.
.50	37.	958.	7.	988.	448.
1.00	83.	981.	14.	1050.	475.
1.50	135.	1004.	21.	1118.	506.
2.00	189.	1027.	29.	1188.	538.
2.50	243.	1051.	36.	1257.	569.
3.00	299.	1074.	43.	1330.	603.
3.50	373.	1622.	50.	1944.	883.
4.00	452.	2109.	57.	2504.	1139.
4.50	536.	2596.	64.	3067.	1398.
5.00	624.	3083.	72.	3635.	1658.
5.50	715.	3570.	79.	4206.	1920.
6.00	811.	3533.	86.	4257.	1947.
6.50	910.	2972.	93.	3789.	1737.
7.00	1013.	2411.	100.	3324.	1529.
7.50	1120.	1850.	107.	2863.	1323.
8.00	1225.	1289.	114.	2399.	1116.
8.50	1290.	1338.	122.	2506.	1165.
9.00	1350.	1386.	129.	2607.	1212.
9.50	1412.	1435.	136.	2711.	1259.
10.00	1476.	1483.	143.	2816.	1308.
10.50	1542.	1532.	150.	2923.	1358.
11.00	1609.	1581.	157.	3033.	1408.
11.50	1679.	1629.	165.	3144.	1460.
12.00	1748.	1678.	172.	3254.	1511.
12.50	1809.	1726.	179.	3357.	1558.
13.00	1883.	1775.	186.	3472.	1612.
13.50	2026.	2304.	193.	4137.	1921.
14.00	2184.	2832.	200.	4817.	2237.
14.50	2346.	3361.	207.	5500.	2555.

15.00	2512.	3890.	215.	6188.	2876.
15.50	2682.	4419.	222.	6879.	3199.
16.00	2856.	4948.	229.	7575.	3523.
16.50	3033.	5477.	236.	8274.	3850.
17.00	3215.	6005.	243.	8977.	4179.
17.50	3400.	6534.	250.	9684.	4509.
18.00	3590.	6534.	257.	9866.	4602.
18.50	3783.	6534.	265.	10053.	4696.
19.00	3980.	6534.	272.	10243.	4793.
19.50	4181.	6534.	279.	10436.	4892.
20.00	4386.	6534.	286.	10634.	4993.
20.50	4595.	6534.	293.	10836.	5095.
21.00	4808.	6534.	300.	11042.	5200.
21.50	5025.	6534.	308.	11251.	5307.
22.00	5245.	6107.	315.	11037.	5222.
22.50	5470.	5679.	322.	10828.	5139.
23.00	5698.	5252.	329.	10621.	5057.
23.50	5931.	4825.	336.	10419.	4978.
24.00	6167.	4397.	343.	10221.	4901.
24.50	6406.	3970.	350.	10025.	4825.
25.00	6644.	3543.	358.	9829.	4750.
25.50	6883.	3115.	365.	9633.	4674.
26.00	7105.	2688.	372.	9421.	4589.
26.50	7229.	2705.	379.	9554.	4655.
27.00	7338.	2721.	386.	9673.	4713.
27.50	7449.	2738.	393.	9794.	4772.
28.00	7561.	2755.	401.	9916.	4831.
28.50	7676.	2772.	408.	10040.	4892.
29.00	7791.	2789.	415.	10165.	4953.
29.50	7909.	2805.	422.	10292.	5016.
30.00	8028.	2822.	429.	10421.	5079.
30.50	8149.	2839.	436.	10551.	5143.
31.00	8271.	2856.	443.	10683.	5208.
31.50	8395.	2872.	451.	10817.	5274.
32.00	8521.	2889.	458.	10952.	5340.
32.50	8648.	2906.	465.	11089.	5408.
33.00	8777.	2923.	472.	11228.	5476.
33.50	8908.	2940.	479.	11368.	5545.
34.00	9040.	2956.	486.	11510.	5615.
34.50	9174.	2973.	494.	11654.	5686.
35.00	9310.	2990.	501.	11799.	5758.
35.50	9447.	3007.	508.	11946.	5831.
36.00	9586.	3023.	515.	12094.	5905.
36.50	9726.	3040.	522.	12244.	5979.
37.00	9869.	3057.	529.	12396.	6054.
37.50	10012.	3074.	536.	12550.	6130.
38.00	10158.	3091.	544.	12705.	6207.
38.50	10305.	3107.	551.	12861.	6285.
39.00	10454.	3124.	558.	13020.	6364.
39.50	10604.	3141.	565.	13180.	6444.
40.00	10756.	3158.	572.	13342.	6524.
40.50	10910.	3174.	579.	13505.	6606.
41.00	11065.	3191.	586.	13670.	6688.
41.50	11222.	3208.	594.	13836.	6771.
42.00	11381.	3225.	601.	14005.	6855.
42.50	11540.	3241.	608.	14173.	6939.
43.00	11699.	3258.	615.	14342.	7023.
43.50	11858.	3275.	622.	14510.	7107.
44.00	12017.	3292.	629.	14679.	7191.
44.50	12176.	3309.	637.	14848.	7276.
45.00	12335.	3325.	644.	15016.	7360.
45.50	12494.	3342.	651.	15185.	7444.
46.00	12653.	3359.	658.	15354.	7528.
46.50	12812.	3376.	665.	15522.	7612.
47.00	12971.	3392.	672.	15691.	7696.
47.50	13130.	3409.	679.	15859.	7781.
48.00	13289.	3426.	687.	16028.	7865.
48.50	13448.	3443.	694.	16197.	7949.
49.00	13607.	3460.	701.	16365.	8033.
49.50	13766.	3476.	708.	16534.	8117.
50.00	13925.	3493.	715.	16703.	8201.
50.50	14084.	3510.	722.	16871.	8285.
51.00	14243.	3527.	730.	17040.	8370.
51.50	14402.	3543.	737.	17208.	8454.
52.00	14561.	3560.	744.	17377.	8538.
52.50	14720.	3577.	751.	17546.	8622.
53.00	14879.	3594.	758.	17714.	8706.
53.50	15038.	3611.	765.	17883.	8790.
54.00	15197.	3627.	772.	18052.	8875.
54.50	15356.	3644.	780.	18220.	8959.
55.00	15515.	3661.	787.	18389.	9043.
55.50	15674.	3678.	794.	18557.	9127.

56.00	15833.	3694.	801.	18726.	9211.
56.50	15992.	3711.	808.	18895.	9295.
57.00	16151.	3728.	815.	19063.	9380.
57.50	16310.	3745.	823.	19232.	9464.
58.00	16469.	3762.	830.	19401.	9548.
58.50	16628.	3778.	837.	19569.	9632.
59.00	16787.	3795.	844.	19738.	9716.
59.50	16946.	3812.	851.	19906.	9800.
60.00	17105.	3829.	858.	20075.	9884.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite

Tabella 10 – CV03- Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo di spigolo trazione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03

Capacità portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	37.	0.	-13.	51.	31.
1.00	83.	0.	-26.	110.	66.
1.50	135.	0.	-40.	175.	104.
2.00	189.	0.	-53.	242.	143.
2.50	243.	0.	-66.	309.	182.
3.00	297.	0.	-79.	376.	221.
3.50	351.	0.	-93.	444.	260.
4.00	408.	0.	-106.	514.	300.
4.50	468.	0.	-119.	587.	342.
5.00	530.	0.	-132.	663.	385.
5.50	596.	0.	-146.	741.	429.
6.00	664.	0.	-159.	823.	475.
6.50	735.	0.	-172.	907.	522.
7.00	809.	0.	-185.	994.	570.
7.50	885.	0.	-199.	1084.	620.
8.00	962.	0.	-212.	1173.	670.
8.50	1023.	0.	-225.	1248.	712.
9.00	1083.	0.	-238.	1321.	754.
9.50	1145.	0.	-252.	1396.	797.
10.00	1209.	0.	-265.	1474.	840.
10.50	1275.	0.	-278.	1553.	885.
11.00	1342.	0.	-291.	1634.	931.
11.50	1412.	0.	-305.	1717.	977.
12.00	1481.	0.	-318.	1798.	1023.
12.50	1542.	0.	-331.	1873.	1065.
13.00	1611.	0.	-344.	1955.	1111.
13.50	1715.	0.	-358.	2073.	1174.
14.00	1828.	0.	-371.	2199.	1241.
14.50	1944.	0.	-384.	2328.	1310.
15.00	2062.	0.	-397.	2460.	1379.
15.50	2184.	0.	-411.	2594.	1450.
16.00	2308.	0.	-424.	2732.	1523.
16.50	2435.	0.	-437.	2872.	1596.
17.00	2564.	0.	-450.	3015.	1671.
17.50	2697.	0.	-464.	3160.	1748.
18.00	2832.	0.	-477.	3309.	1825.
18.50	2970.	0.	-490.	3460.	1904.
19.00	3111.	0.	-503.	3614.	1985.
19.50	3254.	0.	-517.	3771.	2066.
20.00	3401.	0.	-530.	3931.	2149.
20.50	3550.	0.	-543.	4093.	2234.
21.00	3702.	0.	-556.	4258.	2319.
21.50	3857.	0.	-570.	4426.	2406.
22.00	4015.	0.	-583.	4597.	2494.
22.50	4175.	0.	-596.	4771.	2584.
23.00	4338.	0.	-609.	4947.	2675.
23.50	4504.	0.	-623.	5127.	2767.
24.00	4673.	0.	-636.	5309.	2861.
24.50	4845.	0.	-649.	5494.	2956.
25.00	5019.	0.	-662.	5681.	3052.
25.50	5196.	0.	-675.	5872.	3150.
26.00	5367.	0.	-689.	6055.	3244.
26.50	5484.	0.	-702.	6186.	3313.
27.00	5593.	0.	-715.	6308.	3379.
27.50	5704.	0.	-728.	6432.	3445.
28.00	5816.	0.	-742.	6558.	3511.
28.50	5931.	0.	-755.	6686.	3579.
29.00	6046.	0.	-768.	6815.	3647.
29.50	6164.	0.	-781.	6945.	3717.
30.00	6283.	0.	-795.	7078.	3787.
30.50	6404.	0.	-808.	7212.	3857.
31.00	6526.	0.	-821.	7347.	3929.
31.50	6650.	0.	-834.	7485.	4001.
32.00	6776.	0.	-848.	7624.	4074.
32.50	6903.	0.	-861.	7764.	4148.
33.00	7032.	0.	-874.	7906.	4223.
33.50	7163.	0.	-887.	8050.	4298.
34.00	7295.	0.	-901.	8196.	4375.
34.50	7429.	0.	-914.	8343.	4452.

35.00	7565.	0.	-927.	8492.	4529.
35.50	7702.	0.	-940.	8642.	4608.
36.00	7841.	0.	-954.	8795.	4687.
36.50	7981.	0.	-967.	8948.	4768.
37.00	8124.	0.	-980.	9104.	4848.
37.50	8267.	0.	-993.	9261.	4930.
38.00	8413.	0.	-1007.	9419.	5013.
38.50	8560.	0.	-1020.	9580.	5096.
39.00	8709.	0.	-1033.	9742.	5180.
39.50	8859.	0.	-1046.	9905.	5265.
40.00	9011.	0.	-1060.	10071.	5351.
40.50	9165.	0.	-1073.	10238.	5437.
41.00	9320.	0.	-1086.	10406.	5524.
41.50	9477.	0.	-1099.	10576.	5612.
42.00	9636.	0.	-1113.	10748.	5701.
42.50	9795.	0.	-1126.	10920.	5790.
43.00	9954.	0.	-1139.	11093.	5879.
43.50	10113.	0.	-1152.	11265.	5968.
44.00	10272.	0.	-1166.	11437.	6057.
44.50	10431.	0.	-1179.	11609.	6146.
45.00	10590.	0.	-1192.	11782.	6235.
45.50	10749.	0.	-1205.	11954.	6324.
46.00	10908.	0.	-1219.	12126.	6413.
46.50	11067.	0.	-1232.	12298.	6502.
47.00	11226.	0.	-1245.	12471.	6591.
47.50	11385.	0.	-1258.	12643.	6680.
48.00	11544.	0.	-1272.	12815.	6768.
48.50	11703.	0.	-1285.	12987.	6857.
49.00	11862.	0.	-1298.	13160.	6946.
49.50	12021.	0.	-1311.	13332.	7035.
50.00	12180.	0.	-1325.	13504.	7124.
50.50	12339.	0.	-1338.	13676.	7213.
51.00	12498.	0.	-1351.	13849.	7302.
51.50	12657.	0.	-1364.	14021.	7391.
52.00	12816.	0.	-1377.	14193.	7480.
52.50	12975.	0.	-1391.	14365.	7569.
53.00	13134.	0.	-1404.	14538.	7658.
53.50	13293.	0.	-1417.	14710.	7747.
54.00	13452.	0.	-1430.	14882.	7836.
54.50	13611.	0.	-1444.	15054.	7925.
55.00	13770.	0.	-1457.	15227.	8014.
55.50	13929.	0.	-1470.	15399.	8103.
56.00	14088.	0.	-1483.	15571.	8192.
56.50	14247.	0.	-1497.	15743.	8281.
57.00	14406.	0.	-1510.	15916.	8370.
57.50	14565.	0.	-1523.	16088.	8459.
58.00	14724.	0.	-1536.	16260.	8548.
58.50	14883.	0.	-1550.	16432.	8637.
59.00	15042.	0.	-1563.	16605.	8726.
59.50	15201.	0.	-1576.	16777.	8815.
60.00	15360.	0.	-1589.	16949.	8904.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 11 – CV03-Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo in linea compressione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacità portante palo linea SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	935.	0.	935.	425.
.50	24.	958.	7.	974.	441.
1.00	52.	981.	14.	1019.	459.
1.50	85.	1004.	21.	1068.	480.
2.00	119.	1027.	29.	1118.	501.
2.50	153.	1051.	36.	1167.	522.
3.00	188.	1074.	43.	1219.	544.
3.50	234.	1622.	50.	1806.	810.
4.00	285.	2109.	57.	2336.	1051.
4.50	337.	2596.	64.	2868.	1293.
5.00	392.	3083.	72.	3403.	1536.
5.50	450.	3570.	79.	3941.	1781.
6.00	510.	3533.	86.	3957.	1788.
6.50	572.	2972.	93.	3451.	1559.
7.00	637.	2411.	100.	2948.	1331.
7.50	705.	1850.	107.	2447.	1105.
8.00	770.	1289.	114.	1945.	877.
8.50	811.	1338.	122.	2027.	913.
9.00	849.	1386.	129.	2107.	948.
9.50	888.	1435.	136.	2187.	984.
10.00	928.	1483.	143.	2269.	1020.
10.50	970.	1532.	150.	2351.	1056.
11.00	1012.	1581.	157.	2435.	1094.
11.50	1056.	1629.	165.	2521.	1132.
12.00	1099.	1678.	172.	2605.	1169.
12.50	1138.	1726.	179.	2685.	1205.
13.00	1184.	1775.	186.	2773.	1244.
13.50	1274.	2304.	193.	3385.	1525.
14.00	1374.	2832.	200.	4006.	1810.
14.50	1476.	3361.	207.	4630.	2097.
15.00	1580.	3890.	215.	5256.	2385.
15.50	1687.	4419.	222.	5884.	2675.
16.00	1796.	4948.	229.	6515.	2965.
16.50	1908.	5477.	236.	7148.	3257.
17.00	2022.	6005.	243.	7784.	3551.
17.50	2139.	6534.	250.	8422.	3845.
18.00	2258.	6534.	257.	8534.	3901.
18.50	2379.	6534.	265.	8649.	3958.
19.00	2503.	6534.	272.	8766.	4016.
19.50	2630.	6534.	279.	8885.	4075.
20.00	2759.	6534.	286.	9007.	4136.
20.50	2890.	6534.	293.	9131.	4198.
21.00	3024.	6534.	300.	9258.	4261.
21.50	3160.	6534.	308.	9387.	4326.
22.00	3299.	6107.	315.	9091.	4197.
22.50	3440.	5679.	322.	8798.	4070.
23.00	3584.	5252.	329.	8507.	3945.
23.50	3730.	4825.	336.	8219.	3820.
24.00	3879.	4397.	343.	7933.	3697.
24.50	4029.	3970.	350.	7648.	3574.
25.00	4179.	3543.	358.	7364.	3452.
25.50	4329.	3115.	365.	7079.	3329.
26.00	4468.	2688.	372.	6784.	3202.
26.50	4546.	2705.	379.	6872.	3243.
27.00	4615.	2721.	386.	6950.	3280.
27.50	4685.	2738.	393.	7030.	3317.
28.00	4756.	2755.	401.	7110.	3355.
28.50	4827.	2772.	408.	7191.	3393.
29.00	4900.	2789.	415.	7274.	3432.
29.50	4974.	2805.	422.	7357.	3471.
30.00	5049.	2822.	429.	7442.	3511.
30.50	5125.	2839.	436.	7528.	3551.
31.00	5202.	2856.	443.	7614.	3592.
31.50	5280.	2872.	451.	7702.	3634.
32.00	5359.	2889.	458.	7791.	3676.
32.50	5439.	2906.	465.	7880.	3719.
33.00	5520.	2923.	472.	7971.	3762.
33.50	5602.	2940.	479.	8063.	3806.
34.00	5686.	2956.	486.	8156.	3850.

34.50	5770.	2973.	494.	8249.	3895.
35.00	5855.	2990.	501.	8344.	3940.
35.50	5942.	3007.	508.	8440.	3986.
36.00	6029.	3023.	515.	8537.	4032.
36.50	6117.	3040.	522.	8635.	4079.
37.00	6207.	3057.	529.	8734.	4127.
37.50	6297.	3074.	536.	8834.	4175.
38.00	6389.	3091.	544.	8935.	4224.
38.50	6481.	3107.	551.	9038.	4273.
39.00	6575.	3124.	558.	9141.	4322.
39.50	6669.	3141.	565.	9245.	4373.
40.00	6765.	3158.	572.	9350.	4424.
40.50	6862.	3174.	579.	9457.	4475.
41.00	6959.	3191.	586.	9564.	4527.
41.50	7058.	3208.	594.	9672.	4579.
42.00	7158.	3225.	601.	9782.	4632.
42.50	7258.	3241.	608.	9891.	4685.
43.00	7358.	3258.	615.	10001.	4738.
43.50	7458.	3275.	622.	10110.	4791.
44.00	7558.	3292.	629.	10220.	4845.
44.50	7658.	3309.	637.	10330.	4898.
45.00	7758.	3325.	644.	10439.	4951.
45.50	7858.	3342.	651.	10549.	5004.
46.00	7958.	3359.	658.	10659.	5057.
46.50	8058.	3376.	665.	10768.	5110.
47.00	8158.	3392.	672.	10878.	5163.
47.50	8258.	3409.	679.	10987.	5216.
48.00	8358.	3426.	687.	11097.	5269.
48.50	8458.	3443.	694.	11207.	5323.
49.00	8558.	3460.	701.	11316.	5376.
49.50	8658.	3476.	708.	11426.	5429.
50.00	8758.	3493.	715.	11536.	5482.
50.50	8858.	3510.	722.	11645.	5535.
51.00	8958.	3527.	730.	11755.	5588.
51.50	9058.	3543.	737.	11864.	5641.
52.00	9158.	3560.	744.	11974.	5694.
52.50	9258.	3577.	751.	12084.	5747.
53.00	9358.	3594.	758.	12193.	5800.
53.50	9458.	3611.	765.	12303.	5854.
54.00	9558.	3627.	772.	12413.	5907.
54.50	9658.	3644.	780.	12522.	5960.
55.00	9758.	3661.	787.	12632.	6013.
55.50	9858.	3678.	794.	12741.	6066.
56.00	9958.	3694.	801.	12851.	6119.
56.50	10058.	3711.	808.	12961.	6172.
57.00	10158.	3728.	815.	13070.	6225.
57.50	10258.	3745.	823.	13180.	6278.
58.00	10358.	3762.	830.	13290.	6332.
58.50	10458.	3778.	837.	13399.	6385.
59.00	10558.	3795.	844.	13509.	6438.
59.50	10658.	3812.	851.	13618.	6491.
60.00	10758.	3829.	858.	13728.	6544.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 12 – CV03-Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo in linea trazione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03

Capacità portante palo linea SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	24.	0.	-13.	37.	24.
1.00	52.	0.	-26.	79.	51.
1.50	85.	0.	-40.	125.	80.
2.00	119.	0.	-53.	172.	110.
2.50	153.	0.	-66.	219.	139.
3.00	187.	0.	-79.	266.	168.
3.50	221.	0.	-93.	313.	198.
4.00	257.	0.	-106.	363.	228.
4.50	294.	0.	-119.	413.	259.
5.00	334.	0.	-132.	466.	291.
5.50	375.	0.	-146.	520.	324.
6.00	418.	0.	-159.	576.	358.
6.50	462.	0.	-172.	634.	392.
7.00	509.	0.	-185.	694.	428.
7.50	557.	0.	-199.	755.	464.
8.00	605.	0.	-212.	817.	500.
8.50	643.	0.	-225.	888.	531.
9.00	681.	0.	-238.	919.	563.
9.50	720.	0.	-252.	972.	595.
10.00	760.	0.	-265.	1025.	627.
10.50	802.	0.	-278.	1080.	660.
11.00	844.	0.	-291.	1136.	693.
11.50	888.	0.	-305.	1193.	727.
12.00	931.	0.	-318.	1249.	761.
12.50	970.	0.	-331.	1301.	793.
13.00	1013.	0.	-344.	1357.	827.
13.50	1079.	0.	-358.	1436.	871.
14.00	1150.	0.	-371.	1521.	918.
14.50	1223.	0.	-384.	1607.	966.
15.00	1297.	0.	-397.	1694.	1015.
15.50	1373.	0.	-411.	1784.	1065.
16.00	1451.	0.	-424.	1875.	1115.
16.50	1531.	0.	-437.	1968.	1166.
17.00	1613.	0.	-450.	2063.	1218.
17.50	1696.	0.	-464.	2160.	1271.
18.00	1781.	0.	-477.	2258.	1325.
18.50	1868.	0.	-490.	2358.	1380.
19.00	1956.	0.	-503.	2460.	1435.
19.50	2047.	0.	-517.	2563.	1491.
20.00	2139.	0.	-530.	2669.	1548.
20.50	2233.	0.	-543.	2776.	1606.
21.00	2328.	0.	-556.	2885.	1665.
21.50	2426.	0.	-570.	2995.	1725.
22.00	2525.	0.	-583.	3108.	1785.
22.50	2626.	0.	-596.	3222.	1846.
23.00	2728.	0.	-609.	3338.	1909.
23.50	2833.	0.	-623.	3455.	1971.
24.00	2939.	0.	-636.	3575.	2035.
24.50	3047.	0.	-649.	3696.	2100.
25.00	3157.	0.	-662.	3819.	2165.
25.50	3268.	0.	-675.	3943.	2232.
26.00	3375.	0.	-689.	4064.	2296.
26.50	3449.	0.	-702.	4151.	2344.
27.00	3518.	0.	-715.	4233.	2390.
27.50	3587.	0.	-728.	4316.	2437.
28.00	3658.	0.	-742.	4400.	2484.
28.50	3730.	0.	-755.	4485.	2531.
29.00	3803.	0.	-768.	4571.	2579.
29.50	3877.	0.	-781.	4658.	2627.
30.00	3952.	0.	-795.	4746.	2676.
30.50	4028.	0.	-808.	4835.	2726.
31.00	4105.	0.	-821.	4926.	2776.
31.50	4183.	0.	-834.	5017.	2826.
32.00	4262.	0.	-848.	5109.	2877.
32.50	4342.	0.	-861.	5203.	2928.
33.00	4423.	0.	-874.	5297.	2980.
33.50	4505.	0.	-887.	5392.	3033.
34.00	4588.	0.	-901.	5489.	3086.
34.50	4672.	0.	-914.	5586.	3139.

35.00	4758.	0.	-927.	5685.	3193.
35.50	4844.	0.	-940.	5784.	3247.
36.00	4931.	0.	-954.	5885.	3302.
36.50	5020.	0.	-967.	5987.	3357.
37.00	5109.	0.	-980.	6089.	3413.
37.50	5200.	0.	-993.	6193.	3469.
38.00	5291.	0.	-1007.	6298.	3526.
38.50	5384.	0.	-1020.	6403.	3583.
39.00	5477.	0.	-1033.	6510.	3641.
39.50	5572.	0.	-1046.	6618.	3700.
40.00	5667.	0.	-1060.	6727.	3758.
40.50	5764.	0.	-1073.	6837.	3818.
41.00	5862.	0.	-1086.	6948.	3877.
41.50	5960.	0.	-1099.	7060.	3938.
42.00	6060.	0.	-1113.	7173.	3998.
42.50	6160.	0.	-1126.	7286.	4059.
43.00	6260.	0.	-1139.	7399.	4120.
43.50	6360.	0.	-1152.	7512.	4181.
44.00	6460.	0.	-1166.	7626.	4242.
44.50	6560.	0.	-1179.	7739.	4303.
45.00	6660.	0.	-1192.	7852.	4364.
45.50	6760.	0.	-1205.	7965.	4424.
46.00	6860.	0.	-1219.	8079.	4485.
46.50	6960.	0.	-1232.	8192.	4546.
47.00	7060.	0.	-1245.	8305.	4607.
47.50	7160.	0.	-1258.	8418.	4668.
48.00	7260.	0.	-1272.	8532.	4729.
48.50	7360.	0.	-1285.	8645.	4790.
49.00	7460.	0.	-1298.	8758.	4850.
49.50	7560.	0.	-1311.	8871.	4911.
50.00	7660.	0.	-1325.	8985.	4972.
50.50	7760.	0.	-1338.	9098.	5033.
51.00	7860.	0.	-1351.	9211.	5094.
51.50	7960.	0.	-1364.	9324.	5155.
52.00	8060.	0.	-1377.	9438.	5216.
52.50	8160.	0.	-1391.	9551.	5277.
53.00	8260.	0.	-1404.	9664.	5337.
53.50	8360.	0.	-1417.	9777.	5398.
54.00	8460.	0.	-1430.	9891.	5459.
54.50	8560.	0.	-1444.	10004.	5520.
55.00	8660.	0.	-1457.	10117.	5581.
55.50	8760.	0.	-1470.	10230.	5642.
56.00	8860.	0.	-1483.	10344.	5703.
56.50	8960.	0.	-1497.	10457.	5763.
57.00	9060.	0.	-1510.	10570.	5824.
57.50	9160.	0.	-1523.	10683.	5885.
58.00	9260.	0.	-1536.	10797.	5946.
58.50	9360.	0.	-1550.	10910.	6007.
59.00	9460.	0.	-1563.	11023.	6068.
59.50	9560.	0.	-1576.	11136.	6129.
60.00	9660.	0.	-1589.	11250.	6189.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

6.2.4 Resistenza di progetto pali CV01 e CV02

Per i cavalcavia CV01 e CV02 il coefficiente ξ_3 è stato assunto pari a 1.60, con riferimento a 3 verticali di indagine. Nel seguito si riportano i valori della portata di progetto (Qd).

I valori della resistenza di progetto per la lunghezza utile di palo, saranno poi confrontati con i corrispondenti valori delle sollecitazioni assiali risultanti dai calcoli.

Considerata la disposizione dei pali con interasse anche < 3 diametri, la capacità portante del singolo palo è stata valutata considerando cautelativamente una sezione generica avente:

Per il palo di spigolo:

- area di base = area del singolo palo (1.766 m²);
- perimetro = 3.18 m (superficie laterale minima relativa al palo di spigolo: pari cautelativamente alla somma di 1 / 4 del perimetro del palo + interasse pali relativamente alla sola superficie esterna del palo).

Per il palo laterale:

- area di base = area del singolo palo (1.766 m²);
- perimetro = 2.0 m (superficie laterale minima relativa al palo di linea, pari cautelativamente all'interasse dei pali della sola superficie esterna).

Inoltre per tutti i pali è stato considerato nella valutazione della portanza palo:

- testa palo a 1.5 m p.c.
- falda a 5 m di profondità dal p.c.

Tabella 13 – CV01, CV02 - Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo di spigolo - compressione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacità portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	862.	0.	862.	399.
.50	29.	885.	7.	906.	418.
1.00	66.	907.	14.	959.	442.
1.50	112.	929.	21.	1020.	470.
2.00	162.	952.	29.	1085.	500.
2.50	212.	974.	36.	1151.	531.
3.00	263.	997.	43.	1217.	561.
3.50	314.	1019.	50.	1283.	592.
4.00	365.	1042.	57.	1350.	623.
4.50	417.	1064.	64.	1416.	655.
5.00	469.	1087.	72.	1484.	686.
5.50	527.	1109.	79.	1557.	721.
6.00	621.	1516.	86.	2051.	953.
6.50	725.	1922.	93.	2555.	1191.
7.00	833.	1557.	100.	2290.	1074.
7.50	938.	1192.	107.	2023.	954.
8.00	999.	1214.	114.	2099.	991.
8.50	1053.	1236.	122.	2167.	1023.
9.00	1107.	1258.	129.	2237.	1055.
9.50	1162.	1280.	136.	2306.	1088.
10.00	1217.	1302.	143.	2376.	1121.
10.50	1274.	1325.	150.	2448.	1155.
11.00	1333.	1347.	157.	2522.	1190.
11.50	1393.	1369.	165.	2597.	1226.
12.00	1455.	1391.	172.	2674.	1263.
12.50	1518.	1413.	179.	2752.	1300.
13.00	1583.	1435.	186.	2832.	1339.
13.50	1650.	1457.	193.	2914.	1378.
14.00	1719.	1506.	200.	3024.	1431.
14.50	1789.	1554.	207.	3135.	1484.
15.00	1861.	1603.	215.	3249.	1539.
15.50	1934.	1651.	222.	3363.	1594.
16.00	2009.	1700.	229.	3480.	1650.
16.50	2086.	1748.	236.	3598.	1707.
17.00	2164.	1797.	243.	3718.	1765.
17.50	2258.	1845.	250.	3853.	1831.
18.00	2438.	2425.	257.	4606.	2190.
18.50	2636.	3005.	265.	5377.	2559.
19.00	2838.	3585.	272.	6151.	2930.
19.50	3044.	4165.	279.	6930.	3304.
20.00	3254.	4745.	286.	7712.	3679.
20.50	3468.	5324.	293.	8499.	4056.
21.00	3685.	5904.	300.	9289.	4436.
21.50	3907.	6484.	308.	10083.	4818.
22.00	4132.	7064.	315.	10881.	5201.
22.50	4362.	7064.	322.	11104.	5319.
23.00	4595.	7064.	329.	11330.	5439.
23.50	4832.	7064.	336.	11560.	5560.
24.00	5070.	7064.	343.	11791.	5683.
24.50	5309.	6585.	350.	11544.	5583.
25.00	5547.	6106.	358.	11296.	5484.
25.50	5786.	5628.	365.	11049.	5385.
26.00	6024.	5149.	372.	10801.	5286.
26.50	6263.	4670.	379.	10554.	5187.
27.00	6501.	4191.	386.	10306.	5088.
27.50	6740.	3713.	393.	10059.	4988.
28.00	6978.	3234.	401.	9811.	4889.
28.50	7202.	2755.	408.	9549.	4782.
29.00	7335.	2772.	415.	9692.	4855.

29.50	7454.	2789.	422.	9821.	4920.
30.00	7575.	2805.	429.	9951.	4987.
30.50	7698.	2822.	436.	10084.	5054.
31.00	7822.	2839.	443.	10218.	5122.
31.50	7949.	2856.	451.	10354.	5191.
32.00	8076.	2872.	458.	10491.	5261.
32.50	8206.	2889.	465.	10630.	5332.
33.00	8337.	2906.	472.	10771.	5404.
33.50	8469.	2923.	479.	10913.	5477.
34.00	8604.	2940.	486.	11057.	5550.
34.50	8740.	2956.	494.	11202.	5625.
35.00	8877.	2973.	501.	11350.	5700.
35.50	9016.	2990.	508.	11498.	5777.
36.00	9157.	3007.	515.	11649.	5854.
36.50	9300.	3023.	522.	11801.	5932.
37.00	9444.	3040.	529.	11955.	6011.
37.50	9590.	3057.	536.	12110.	6091.
38.00	9737.	3074.	544.	12267.	6171.
38.50	9886.	3091.	551.	12426.	6253.
39.00	10037.	3107.	558.	12587.	6336.
39.50	10190.	3124.	565.	12749.	6419.
40.00	10344.	3141.	572.	12912.	6503.
40.50	10499.	3158.	579.	13078.	6589.
41.00	10657.	3174.	586.	13245.	6675.
41.50	10815.	3191.	594.	13413.	6762.
42.00	10974.	3208.	601.	13582.	6849.
42.50	11133.	3225.	608.	13750.	6936.
43.00	11292.	3241.	615.	13919.	7023.
43.50	11451.	3258.	622.	14087.	7110.
44.00	11610.	3275.	629.	14256.	7197.
44.50	11769.	3292.	637.	14425.	7284.
45.00	11928.	3309.	644.	14593.	7371.
45.50	12087.	3325.	651.	14762.	7458.
46.00	12246.	3342.	658.	14931.	7545.
46.50	12405.	3359.	665.	15099.	7632.
47.00	12564.	3376.	672.	15268.	7719.
47.50	12723.	3392.	679.	15436.	7806.
48.00	12882.	3409.	687.	15605.	7893.
48.50	13041.	3426.	694.	15774.	7980.
49.00	13200.	3443.	701.	15942.	8067.
49.50	13359.	3460.	708.	16111.	8154.
50.00	13518.	3476.	715.	16280.	8241.
50.50	13677.	3493.	722.	16448.	8328.
51.00	13836.	3510.	730.	16617.	8415.
51.50	13995.	3527.	737.	16785.	8502.
52.00	14154.	3543.	744.	16954.	8589.
52.50	14313.	3560.	751.	17123.	8676.
53.00	14472.	3577.	758.	17291.	8763.
53.50	14631.	3594.	765.	17460.	8850.
54.00	14790.	3611.	772.	17629.	8937.
54.50	14949.	3627.	780.	17797.	9024.
55.00	15108.	3644.	787.	17966.	9111.
55.50	15267.	3661.	794.	18134.	9198.
56.00	15426.	3678.	801.	18303.	9286.
56.50	15585.	3694.	808.	18472.	9373.
57.00	15744.	3711.	815.	18640.	9460.
57.50	15903.	3728.	823.	18809.	9547.
58.00	16062.	3745.	830.	18978.	9634.
58.50	16221.	3762.	837.	19146.	9721.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 14 – CV01, CV02 - Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo di spigolo - trazione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacità portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	29.	0.	-13.	42.	28.
1.00	66.	0.	-26.	93.	60.
1.50	112.	0.	-40.	152.	96.
2.00	162.	0.	-53.	215.	134.
2.50	212.	0.	-66.	279.	172.
3.00	263.	0.	-79.	342.	211.
3.50	314.	0.	-93.	407.	250.
4.00	365.	0.	-106.	471.	289.
4.50	417.	0.	-119.	536.	328.
5.00	469.	0.	-132.	601.	367.
5.50	523.	0.	-146.	669.	407.
6.00	593.	0.	-159.	752.	455.
6.50	667.	0.	-172.	839.	506.
7.00	744.	0.	-185.	930.	557.
7.50	821.	0.	-199.	1019.	609.
8.00	878.	0.	-212.	1090.	651.
8.50	932.	0.	-225.	1157.	691.
9.00	986.	0.	-238.	1224.	731.
9.50	1040.	0.	-252.	1292.	772.
10.00	1096.	0.	-265.	1361.	813.
10.50	1153.	0.	-278.	1431.	854.
11.00	1211.	0.	-291.	1503.	897.
11.50	1272.	0.	-305.	1576.	940.
12.00	1333.	0.	-318.	1651.	985.
12.50	1397.	0.	-331.	1728.	1030.
13.00	1462.	0.	-344.	1806.	1075.
13.50	1529.	0.	-358.	1887.	1122.
14.00	1597.	0.	-371.	1968.	1170.
14.50	1668.	0.	-384.	2052.	1218.
15.00	1739.	0.	-397.	2137.	1267.
15.50	1813.	0.	-411.	2223.	1317.
16.00	1888.	0.	-424.	2312.	1368.
16.50	1965.	0.	-437.	2402.	1419.
17.00	2043.	0.	-450.	2493.	1472.
17.50	2130.	0.	-464.	2593.	1529.
18.00	2262.	0.	-477.	2738.	1608.
18.50	2403.	0.	-490.	2893.	1692.
19.00	2547.	0.	-503.	3051.	1777.
19.50	2694.	0.	-517.	3211.	1864.
20.00	2844.	0.	-530.	3374.	1952.
20.50	2997.	0.	-543.	3540.	2041.
21.00	3152.	0.	-556.	3709.	2132.
21.50	3310.	0.	-570.	3880.	2225.
22.00	3471.	0.	-583.	4054.	2319.
22.50	3635.	0.	-596.	4231.	2414.
23.00	3802.	0.	-609.	4411.	2510.
23.50	3971.	0.	-623.	4594.	2608.
24.00	4144.	0.	-636.	4779.	2708.
24.50	4319.	0.	-649.	4968.	2808.
25.00	4496.	0.	-662.	5159.	2910.
25.50	4677.	0.	-675.	5352.	3014.
26.00	4860.	0.	-689.	5549.	3119.
26.50	5046.	0.	-702.	5748.	3225.
27.00	5235.	0.	-715.	5951.	3333.
27.50	5427.	0.	-728.	6156.	3442.
28.00	5622.	0.	-742.	6364.	3553.
28.50	5809.	0.	-755.	6564.	3659.
29.00	5937.	0.	-768.	6705.	3737.

29.50	6056.	0.	-781.	6838.	3810.
30.00	6178.	0.	-795.	6972.	3884.
30.50	6300.	0.	-808.	7108.	3958.
31.00	6425.	0.	-821.	7246.	4034.
31.50	6551.	0.	-834.	7385.	4110.
32.00	6679.	0.	-848.	7526.	4187.
32.50	6808.	0.	-861.	7669.	4265.
33.00	6939.	0.	-874.	7813.	4344.
33.50	7072.	0.	-887.	7959.	4423.
34.00	7206.	0.	-901.	8107.	4504.
34.50	7342.	0.	-914.	8256.	4585.
35.00	7480.	0.	-927.	8407.	4667.
35.50	7619.	0.	-940.	8559.	4750.
36.00	7760.	0.	-954.	8713.	4833.
36.50	7902.	0.	-967.	8869.	4918.
37.00	8046.	0.	-980.	9026.	5003.
37.50	8192.	0.	-993.	9186.	5089.
38.00	8340.	0.	-1007.	9346.	5176.
38.50	8489.	0.	-1020.	9509.	5264.
39.00	8640.	0.	-1033.	9673.	5353.
39.50	8792.	0.	-1046.	9838.	5442.
40.00	8946.	0.	-1060.	10006.	5533.
40.50	9102.	0.	-1073.	10175.	5624.
41.00	9259.	0.	-1086.	10345.	5716.
41.50	9418.	0.	-1099.	10517.	5808.
42.00	9577.	0.	-1113.	10689.	5901.
42.50	9736.	0.	-1126.	10862.	5994.
43.00	9895.	0.	-1139.	11034.	6086.
43.50	10054.	0.	-1152.	11206.	6179.
44.00	10213.	0.	-1166.	11378.	6272.
44.50	10372.	0.	-1179.	11551.	6365.
45.00	10531.	0.	-1192.	11723.	6457.
45.50	10690.	0.	-1205.	11895.	6550.
46.00	10849.	0.	-1219.	12067.	6643.
46.50	11008.	0.	-1232.	12240.	6736.
47.00	11167.	0.	-1245.	12412.	6828.
47.50	11326.	0.	-1258.	12584.	6921.
48.00	11485.	0.	-1272.	12756.	7014.
48.50	11644.	0.	-1285.	12929.	7107.
49.00	11803.	0.	-1298.	13101.	7199.
49.50	11962.	0.	-1311.	13273.	7292.
50.00	12121.	0.	-1325.	13445.	7385.
50.50	12280.	0.	-1338.	13618.	7478.
51.00	12439.	0.	-1351.	13790.	7570.
51.50	12598.	0.	-1364.	13962.	7663.
52.00	12757.	0.	-1377.	14134.	7756.
52.50	12916.	0.	-1391.	14307.	7849.
53.00	13075.	0.	-1404.	14479.	7941.
53.50	13234.	0.	-1417.	14651.	8034.
54.00	13393.	0.	-1430.	14823.	8127.
54.50	13552.	0.	-1444.	14996.	8220.
55.00	13711.	0.	-1457.	15168.	8312.
55.50	13870.	0.	-1470.	15340.	8405.
56.00	14029.	0.	-1483.	15512.	8498.
56.50	14188.	0.	-1497.	15684.	8591.
57.00	14347.	0.	-1510.	15857.	8683.
57.50	14506.	0.	-1523.	16029.	8776.
58.00	14665.	0.	-1536.	16201.	8869.
58.50	14824.	0.	-1550.	16373.	8962.

Lp = Lunghezza utile del palo
Ql1 = Portata laterale limite
Qbl = Portata di base limite
Wp = Peso efficace del palo
Qu = Portata totale limite
Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 15 – CV01, CV02 - Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo laterale - compressione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	862.	0.	862.	399.
.50	18.	885.	7.	896.	412.
1.00	42.	907.	14.	934.	428.
1.50	71.	929.	21.	978.	447.
2.00	102.	952.	29.	1025.	467.
2.50	134.	974.	36.	1072.	488.
3.00	165.	997.	43.	1119.	508.
3.50	197.	1019.	50.	1167.	529.
4.00	230.	1042.	57.	1214.	550.
4.50	262.	1064.	64.	1262.	571.
5.00	295.	1087.	72.	1310.	592.
5.50	331.	1109.	79.	1362.	615.
6.00	391.	1516.	86.	1820.	828.
6.50	456.	1922.	93.	2285.	1045.
7.00	524.	1557.	100.	1981.	906.
7.50	590.	1192.	107.	1675.	765.
8.00	628.	1214.	114.	1728.	789.
8.50	662.	1236.	122.	1777.	811.
9.00	696.	1258.	129.	1826.	832.
9.50	731.	1280.	136.	1875.	854.
10.00	765.	1302.	143.	1925.	876.
10.50	801.	1325.	150.	1975.	898.
11.00	838.	1347.	157.	2027.	922.
11.50	876.	1369.	165.	2080.	945.
12.00	915.	1391.	172.	2134.	969.
12.50	955.	1413.	179.	2189.	994.
13.00	996.	1435.	186.	2245.	1020.
13.50	1038.	1457.	193.	2302.	1045.
14.00	1081.	1506.	200.	2386.	1084.
14.50	1125.	1554.	207.	2472.	1123.
15.00	1170.	1603.	215.	2558.	1163.
15.50	1216.	1651.	222.	2646.	1204.
16.00	1264.	1700.	229.	2734.	1245.
16.50	1312.	1748.	236.	2824.	1286.
17.00	1361.	1797.	243.	2915.	1328.
17.50	1420.	1845.	250.	3015.	1376.
18.00	1533.	2425.	257.	3701.	1699.
18.50	1658.	3005.	265.	4399.	2028.
19.00	1785.	3585.	272.	5098.	2358.
19.50	1915.	4165.	279.	5800.	2690.
20.00	2046.	4745.	286.	6505.	3023.
20.50	2181.	5324.	293.	7212.	3357.
21.00	2318.	5904.	300.	7922.	3693.
21.50	2457.	6484.	308.	8634.	4030.
22.00	2599.	7064.	315.	9348.	4368.
22.50	2743.	7064.	322.	9485.	4439.
23.00	2890.	7064.	329.	9625.	4512.
23.50	3039.	7064.	336.	9767.	4586.
24.00	3189.	7064.	343.	9910.	4660.
24.50	3339.	6585.	350.	9574.	4513.
25.00	3489.	6106.	358.	9238.	4366.
25.50	3639.	5628.	365.	8902.	4218.
26.00	3789.	5149.	372.	8566.	4071.
26.50	3939.	4670.	379.	8230.	3924.
27.00	4089.	4191.	386.	7894.	3776.
27.50	4239.	3713.	393.	7558.	3629.
28.00	4389.	3234.	401.	7222.	3482.
28.50	4529.	2755.	408.	6877.	3329.
29.00	4613.	2772.	415.	6970.	3375.
29.50	4688.	2789.	422.	7055.	3417.
30.00	4764.	2805.	429.	7140.	3459.
30.50	4842.	2822.	436.	7227.	3501.

31.00	4920.	2839.	443.	7315.	3545.
31.50	4999.	2856.	451.	7404.	3588.
32.00	5079.	2872.	458.	7494.	3633.
32.50	5161.	2889.	465.	7585.	3677.
33.00	5243.	2906.	472.	7677.	3723.
33.50	5327.	2923.	479.	7770.	3769.
34.00	5411.	2940.	486.	7864.	3815.
34.50	5497.	2956.	494.	7959.	3862.
35.00	5583.	2973.	501.	8056.	3910.
35.50	5671.	2990.	508.	8153.	3958.
36.00	5759.	3007.	515.	8251.	4007.
36.50	5849.	3023.	522.	8350.	4056.
37.00	5940.	3040.	529.	8451.	4106.
37.50	6031.	3057.	536.	8552.	4157.
38.00	6124.	3074.	544.	8654.	4208.
38.50	6218.	3091.	551.	8758.	4259.
39.00	6313.	3107.	558.	8862.	4311.
39.50	6409.	3124.	565.	8968.	4364.
40.00	6505.	3141.	572.	9074.	4417.
40.50	6603.	3158.	579.	9182.	4471.
41.00	6702.	3174.	586.	9290.	4526.
41.50	6802.	3191.	594.	9400.	4581.
42.00	6902.	3208.	601.	9509.	4636.
42.50	7002.	3225.	608.	9619.	4691.
43.00	7102.	3241.	615.	9729.	4745.
43.50	7202.	3258.	622.	9838.	4800.
44.00	7302.	3275.	629.	9948.	4855.
44.50	7402.	3292.	637.	10057.	4910.
45.00	7502.	3309.	644.	10167.	4965.
45.50	7602.	3325.	651.	10277.	5020.
46.00	7702.	3342.	658.	10386.	5075.
46.50	7802.	3359.	665.	10496.	5130.
47.00	7902.	3376.	672.	10606.	5185.
47.50	8002.	3392.	679.	10715.	5240.
48.00	8102.	3409.	687.	10825.	5295.
48.50	8202.	3426.	694.	10934.	5350.
49.00	8302.	3443.	701.	11044.	5405.
49.50	8402.	3460.	708.	11154.	5460.
50.00	8502.	3476.	715.	11263.	5515.
50.50	8602.	3493.	722.	11373.	5570.
51.00	8702.	3510.	730.	11483.	5625.
51.50	8802.	3527.	737.	11592.	5680.
52.00	8902.	3543.	744.	11702.	5735.
52.50	9002.	3560.	751.	11811.	5790.
53.00	9102.	3577.	758.	11921.	5845.
53.50	9202.	3594.	765.	12031.	5900.
54.00	9302.	3611.	772.	12140.	5955.
54.50	9402.	3627.	780.	12250.	6010.
55.00	9502.	3644.	787.	12360.	6065.
55.50	9602.	3661.	794.	12469.	6120.
56.00	9702.	3678.	801.	12579.	6174.
56.50	9802.	3694.	808.	12688.	6229.
57.00	9902.	3711.	815.	12798.	6284.
57.50	10002.	3728.	823.	12908.	6339.
58.00	10102.	3745.	830.	13017.	6394.
58.50	10202.	3762.	837.	13127.	6449.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 $Qd = \text{Portata di progetto} = Ql1/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 16 – CV01, CV02 - Capacità portante di progetto A1+M1+R3 – Palo laterale - trazione

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacità portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	18.	0.	-13.	32.	22.
1.00	42.	0.	-26.	68.	47.
1.50	71.	0.	-40.	110.	75.
2.00	102.	0.	-53.	155.	104.
2.50	134.	0.	-66.	200.	133.
3.00	165.	0.	-79.	245.	162.
3.50	197.	0.	-93.	290.	191.
4.00	230.	0.	-106.	336.	221.
4.50	262.	0.	-119.	381.	250.
5.00	295.	0.	-132.	427.	280.
5.50	329.	0.	-146.	475.	310.
6.00	373.	0.	-159.	532.	345.
6.50	419.	0.	-172.	592.	382.
7.00	468.	0.	-185.	653.	419.
7.50	516.	0.	-199.	715.	457.
8.00	552.	0.	-212.	764.	488.
8.50	586.	0.	-225.	811.	518.
9.00	620.	0.	-238.	858.	548.
9.50	654.	0.	-252.	906.	579.
10.00	689.	0.	-265.	954.	609.
10.50	725.	0.	-278.	1003.	641.
11.00	762.	0.	-291.	1053.	672.
11.50	800.	0.	-305.	1104.	704.
12.00	839.	0.	-318.	1156.	737.
12.50	879.	0.	-331.	1210.	770.
13.00	920.	0.	-344.	1264.	804.
13.50	962.	0.	-358.	1319.	838.
14.00	1005.	0.	-371.	1376.	873.
14.50	1049.	0.	-384.	1433.	908.
15.00	1094.	0.	-397.	1491.	944.
15.50	1140.	0.	-411.	1551.	981.
16.00	1187.	0.	-424.	1611.	1017.
16.50	1236.	0.	-437.	1673.	1055.
17.00	1285.	0.	-450.	1735.	1093.
17.50	1340.	0.	-464.	1803.	1133.
18.00	1422.	0.	-477.	1899.	1188.
18.50	1511.	0.	-490.	2001.	1246.
19.00	1602.	0.	-503.	2105.	1304.
19.50	1695.	0.	-517.	2211.	1364.
20.00	1789.	0.	-530.	2319.	1424.
20.50	1885.	0.	-543.	2428.	1485.
21.00	1983.	0.	-556.	2539.	1548.
21.50	2082.	0.	-570.	2652.	1611.
22.00	2183.	0.	-583.	2766.	1674.
22.50	2286.	0.	-596.	2882.	1739.
23.00	2391.	0.	-609.	3000.	1805.
23.50	2498.	0.	-623.	3120.	1871.
24.00	2606.	0.	-636.	3242.	1939.
24.50	2716.	0.	-649.	3365.	2007.
25.00	2828.	0.	-662.	3490.	2076.
25.50	2941.	0.	-675.	3617.	2146.
26.00	3057.	0.	-689.	3746.	2217.
26.50	3174.	0.	-702.	3876.	2289.
27.00	3293.	0.	-715.	4008.	2362.
27.50	3413.	0.	-728.	4142.	2435.
28.00	3536.	0.	-742.	4277.	2510.
28.50	3653.	0.	-755.	4408.	2582.
29.00	3734.	0.	-768.	4502.	2635.
29.50	3809.	0.	-781.	4591.	2686.
30.00	3885.	0.	-795.	4680.	2737.
30.50	3963.	0.	-808.	4770.	2789.
31.00	4041.	0.	-821.	4862.	2842.
31.50	4120.	0.	-834.	4955.	2894.

32.00	4200.	0.	-848.	5048.	2948.
32.50	4282.	0.	-861.	5143.	3002.
33.00	4364.	0.	-874.	5238.	3056.
33.50	4448.	0.	-887.	5335.	3111.
34.00	4532.	0.	-901.	5433.	3167.
34.50	4618.	0.	-914.	5531.	3223.
35.00	4704.	0.	-927.	5631.	3279.
35.50	4792.	0.	-940.	5732.	3336.
36.00	4880.	0.	-954.	5834.	3394.
36.50	4970.	0.	-967.	5937.	3452.
37.00	5061.	0.	-980.	6041.	3510.
37.50	5152.	0.	-993.	6146.	3570.
38.00	5245.	0.	-1007.	6252.	3629.
38.50	5339.	0.	-1020.	6359.	3689.
39.00	5434.	0.	-1033.	6467.	3750.
39.50	5530.	0.	-1046.	6576.	3811.
40.00	5626.	0.	-1060.	6686.	3873.
40.50	5724.	0.	-1073.	6797.	3935.
41.00	5823.	0.	-1086.	6909.	3998.
41.50	5923.	0.	-1099.	7022.	4061.
42.00	6023.	0.	-1113.	7136.	4124.
42.50	6123.	0.	-1126.	7249.	4187.
43.00	6223.	0.	-1139.	7362.	4251.
43.50	6323.	0.	-1152.	7475.	4314.
44.00	6423.	0.	-1166.	7589.	4377.
44.50	6523.	0.	-1179.	7702.	4440.
45.00	6623.	0.	-1192.	7815.	4504.
45.50	6723.	0.	-1205.	7928.	4567.
46.00	6823.	0.	-1219.	8042.	4630.
46.50	6923.	0.	-1232.	8155.	4693.
47.00	7023.	0.	-1245.	8268.	4757.
47.50	7123.	0.	-1258.	8381.	4820.
48.00	7223.	0.	-1272.	8495.	4883.
48.50	7323.	0.	-1285.	8608.	4946.
49.00	7423.	0.	-1298.	8721.	5010.
49.50	7523.	0.	-1311.	8834.	5073.
50.00	7623.	0.	-1325.	8948.	5136.
50.50	7723.	0.	-1338.	9061.	5199.
51.00	7823.	0.	-1351.	9174.	5263.
51.50	7923.	0.	-1364.	9287.	5326.
52.00	8023.	0.	-1377.	9401.	5389.
52.50	8123.	0.	-1391.	9514.	5452.
53.00	8223.	0.	-1404.	9627.	5516.
53.50	8323.	0.	-1417.	9740.	5579.
54.00	8423.	0.	-1430.	9854.	5642.
54.50	8523.	0.	-1444.	9967.	5705.
55.00	8623.	0.	-1457.	10080.	5769.
55.50	8723.	0.	-1470.	10193.	5832.
56.00	8823.	0.	-1483.	10307.	5895.
56.50	8923.	0.	-1497.	10420.	5958.
57.00	9023.	0.	-1510.	10533.	6022.
57.50	9123.	0.	-1523.	10646.	6085.
58.00	9223.	0.	-1536.	10760.	6148.
58.50	9323.	0.	-1550.	10873.	6211.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

7 ANALISI PALIFICATE DI FONDAZIONE

7.1 Metodologie di calcolo

L'analisi statica nello spazio della palificata è stata condotta considerando fondazioni costituite da pali collegati (incastrati) in testa ad un plinto di fondazione assimilabile ad un corpo infinitamente rigido.

I valori massimi delle sollecitazioni agenti su ciascun palo e gli spostamenti della fondazione conseguenti ai carichi applicati sono stati determinati con l'ausilio del codice di calcolo MAP Matrix Analysis of Piles - (G. Guiducci - 1999).

Con tale metodo si tiene conto del fatto che il comportamento della palificata è influenzato sia dalla rigidità orizzontale dei singoli pali che della loro rigidità assiale, nonché dell'influenza reciproca fra i vari elementi (effetto gruppo per carichi orizzontali e verticali).

Il programma consente l'analisi di palificate del tutto generiche nella geometria, disposizione, inclinazione e lunghezza degli elementi di fondazione (pali o setti comunque orientati).

Le condizioni di vincolo tra pali e plinto possono essere di incastro, cerniera e semplice appoggio anche variabili per i diversi elementi.

Il comportamento del palo isolato ai carichi assiali è definito da una caratteristica di rigidità (del sistema palo-terreno), che può essere lineare o non lineare.

Il comportamento del palo isolato soggetto a carico trasversale è definito da una caratteristica di rigidità che tiene conto di un profilo di modulo di reazione terreno-palo variabile con la profondità.

E' possibile tenere conto delle reciproche influenze fra i pali (effetto gruppo sia per carichi verticali che orizzontali) sia in ambito elastico, sulla base della teoria di Poulos e Davis (1980), che adottando curve d'interazione sperimentali quali ad esempio Prakash (1962), Cox et al. (1984), Wang (1986) e Lieng (1988).

Le azioni esterne, siano esse carichi o coazioni (effetti indotti dei cedimenti dei rilevati d'accesso in presenza di terreni compressibili) possono essere applicate al plinto in più centri di carico, per ognuno dei quali vengono definite le componenti di carico in sistemi di riferimento locali.

Le figure seguenti riportano i sistemi di riferimento globale, locale con le convenzioni sui segni delle variabili adottate, le possibili caratteristiche di rigidezza assiale ed orizzontale per i pali nonché le convenzioni adottate per la definizione dei centri di carico.

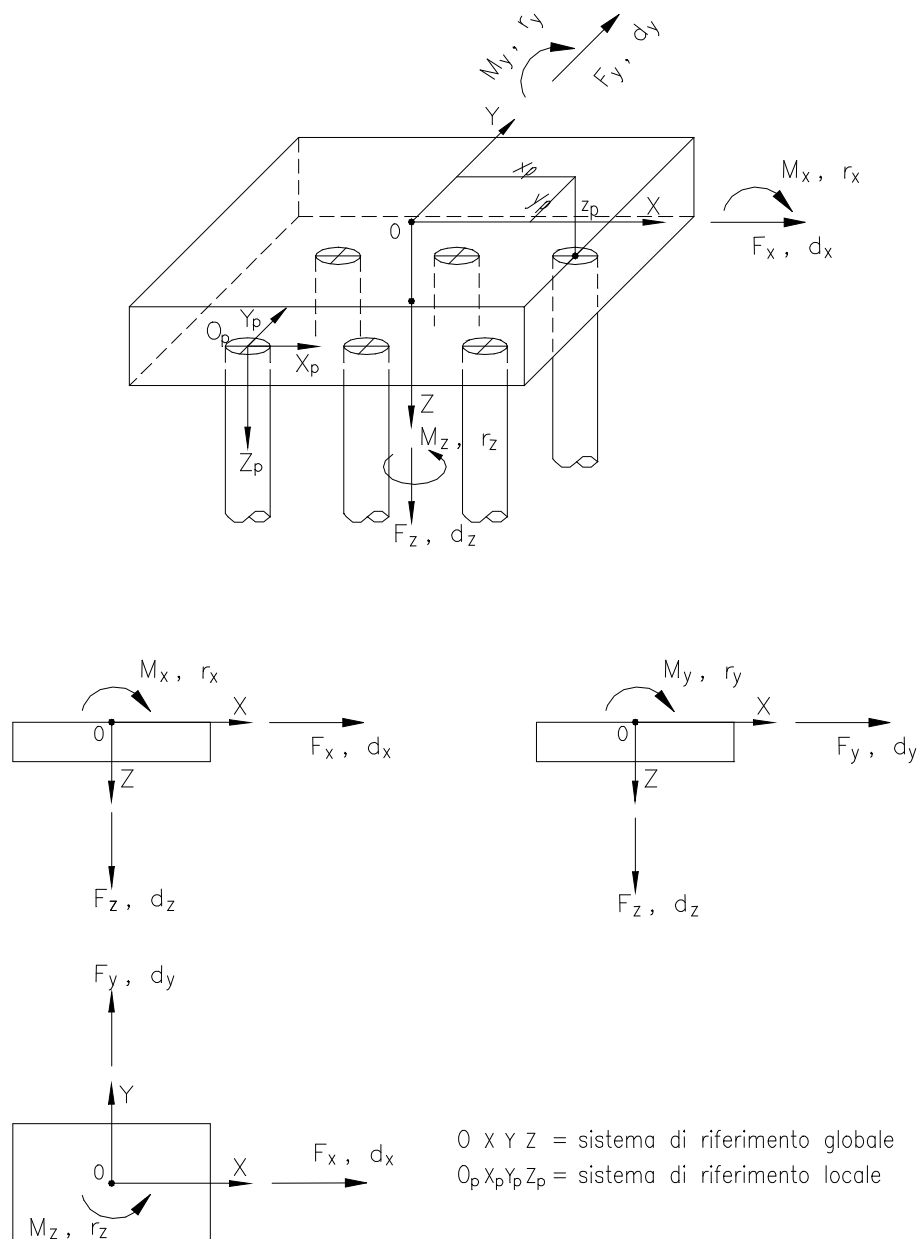
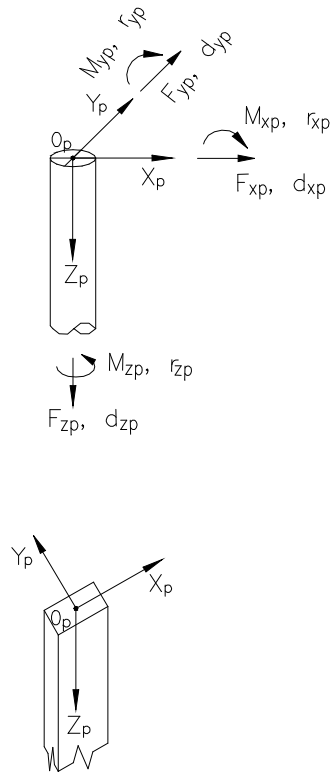


Figura 9 - Sistema di riferimento globale - convenzioni sulle variabili



$O_p X_p Y_p Z_p =$ sistema di riferimento locale

Figura 10- Sistema di riferimento locale - convenzioni sulle variabili

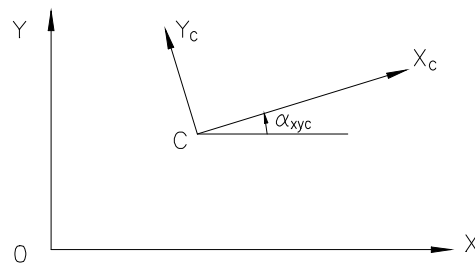
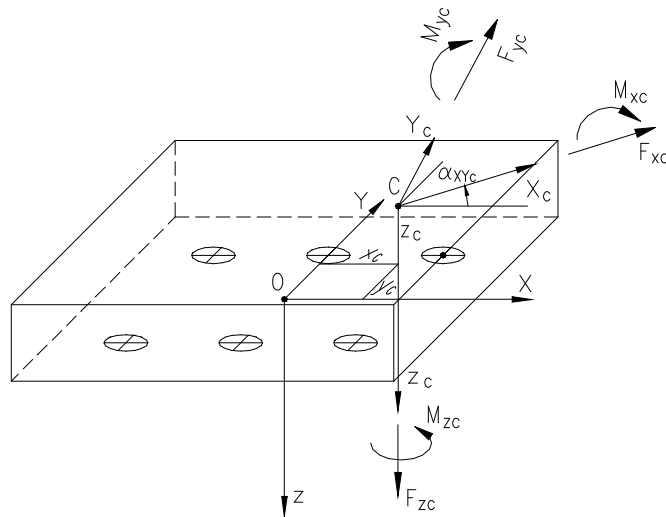


Figura 11- Carichi applicati al plinto: convenzioni relative ai centri di carico

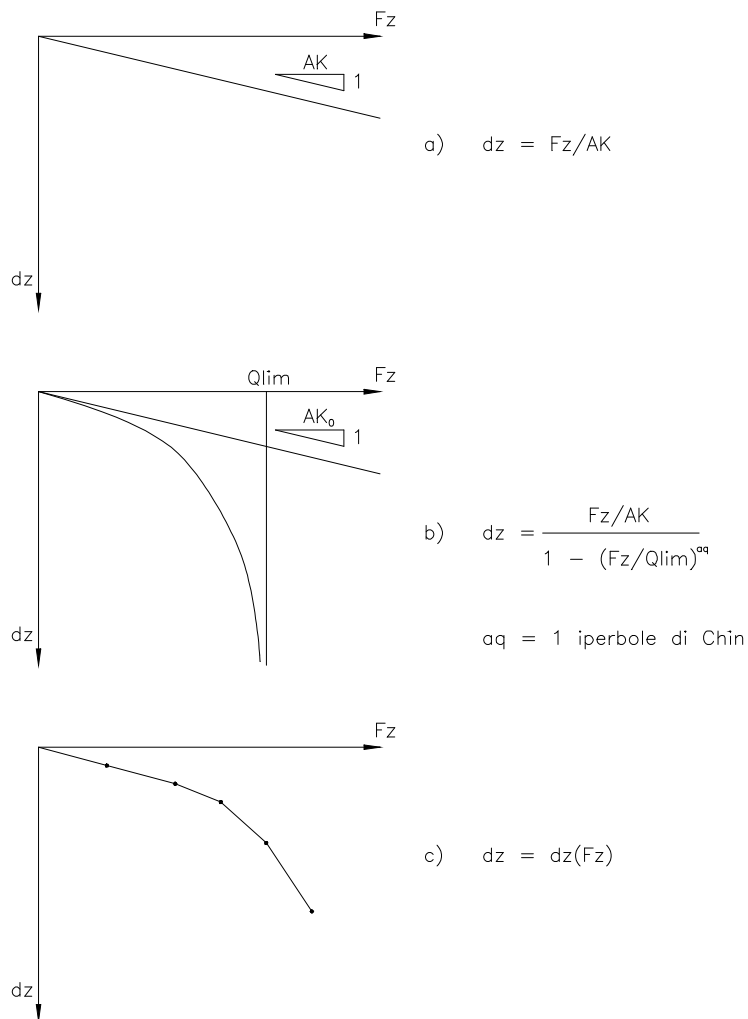


Figura 12- Pali soggetti a carichi assiali: relazioni carico-cedimento

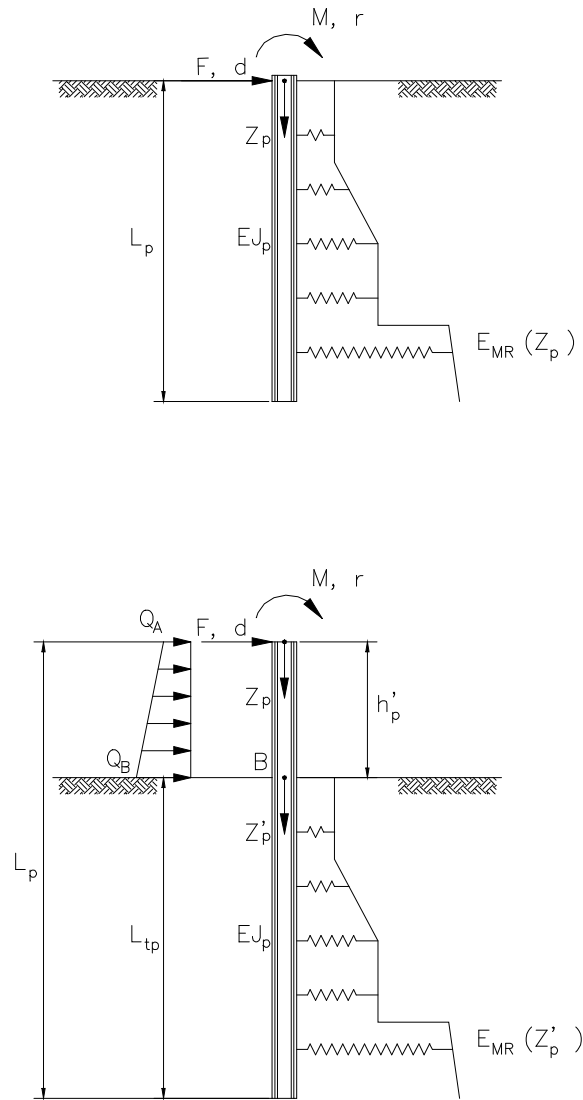


Figura 13 - Pali soggetti a carichi trasversali: moduli di reazione del terreno

Nel seguito si definiscono, per il caso in esame, gli elementi impiegati nello schema di calcolo prescelto ed i risultati delle elaborazioni.

7.1.1 Valutazione della rigidità assiale del palo

La curva carico-cedimento del palo isolato viene caratterizzata attraverso la seguente relazione lineare:

$$dz = [Fz / AK]$$

dove:

dz = spostamento verticale a testa palo;

Fz = carico assiale a testa palo.

La valutazione della curva carico-cedimento del palo isolato è stata effettuata con il programma APAL che utilizza il metodo delle curve di trasferimento riferite al fusto ed alla base dei pali sviluppate da Reese e O'Neill (curve t-s e q-s). In base a tale metodo:

- il palo è schematizzato con un elemento cilindrico, suddiviso in conci, caratterizzato da un modulo elastico E_p ;
- il legame tra palo e terreno viene schematizzato come indicato in Figura 14; le curve di trasferimento per adesione laterale sono di tipo bilaterale, definite dal valore limite della τ nel punto considerato e dallo spostamento relativo limite tra palo e terreno. Lo spostamento limite è stato assunto per i terreni in esame pari a 5 mm, in accordo con numerose risultanze sperimentali disponibili in bibliografia (vedasi Figura 15).
- La curva di trasferimento per la base è di tipo iperbolico (vedasi Figura 15). Si ipotizza che la portata di base limite venga raggiunta per una frazione k del diametro D del palo. L'interpolazione delle curve per le sabbie (Duncan e Champ) e per le argille (Burland – Whitaker) risulta soddisfacente adottando le seguenti relazioni:

$$P_b = [Q_{bl} / 0.9 \cdot E_{si} \cdot s] / [(Q_{bl} / 0.9) + (E_{si} \cdot s)]$$

Dove:

$$E_{si} = (Q_{bl} / 0.9) / C \cdot k \cdot D$$

$Q_{bl} / 0.9$ = portata limite teorica asintotica

s = spostamento generico

C = coefficiente caratteristico della curva

D = diametro del palo.

La curva di base è dunque definita dalla portata limite, dal coefficiente k che determina lo spostamento limite e da C (assunto 0.09 per le sabbie e 0.13 per le argille) che influenza la forma della curva iperbolica.

I valori di tensione laterale limite e di portata di base limite adottati per la definizione delle curve carico- cedimento, sono quelli utilizzati per la capacità portante dei pali delle spalle.

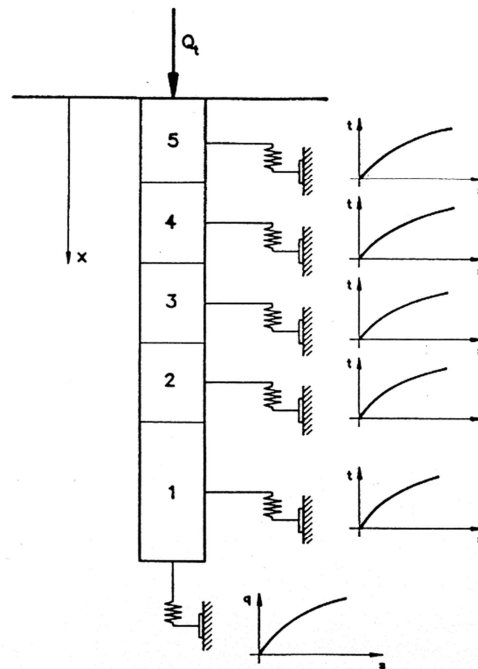


Figura 14 –Legame ideale palo-terreno

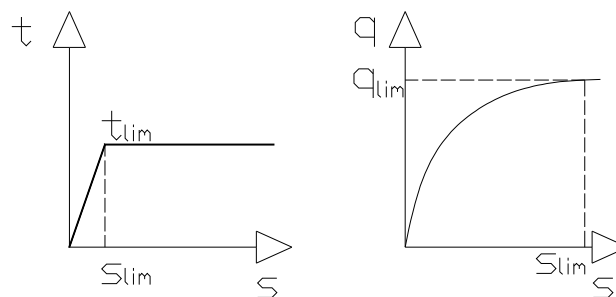


Figura 15 –curve di trasferimento (laterale e base)

La curva carico-cedimento del palo isolato è stata determinata assegnando diversi valori di carico in sommità e ottenendo i corrispondenti valori di cedimento.

Nella seguente figura è mostrata le curve carico-cedimento valutata per il singolo palo (D=1500 mm) della spalla definitiva del CV03 (vedasi relazione delle fondazioni dell'opera).

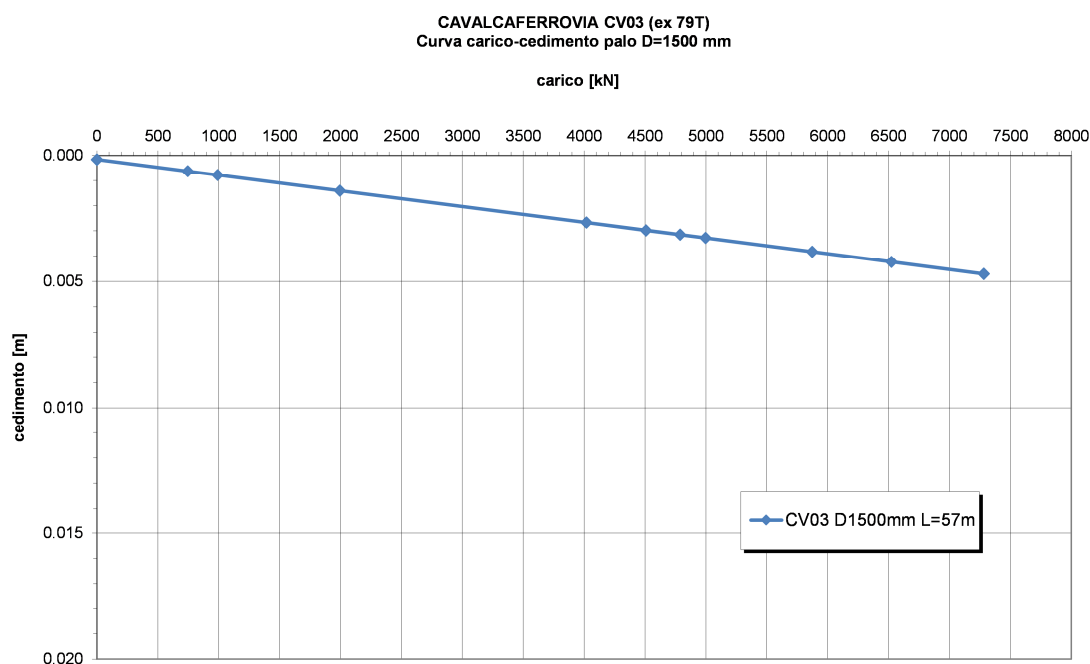


Figura 16 –curva carico – cedimento – palo isolato D=1500mm

Nel caso in esame, si assume la seguente rigidità assiale per palo singolo (in accordo a quanto fatto per i pali della spalla definitiva del CV03):

$$A_k = 1550000 \text{ kN/m} \quad \text{per palo } D=1500 \text{ mm}$$

7.1.1.1 Valutazione della rigidità assiale del palo in gruppo

In analogia a quanto fatto per i pali definitivi della spalla del CV03, la rigidità assiale del palo in gruppo è stata valutata in accordo alla correlazione riportata in Mandolini, Russo, Viaggiani basata sul confronto parametrico di evidenze sperimentali ($R_G = E_G / n$).

In accordo a quanto fatto per i pali definitivi della spalla del CV03, si assume una rigidità abbattuta per effetto gruppo verticale pari a $A_{k,g} \cong 250000 \text{ kN/m}$.

7.1.2 Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali

7.1.2.1 Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lienare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno (E_S) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo (p) ed il corrispondente spostamento orizzontale (y):

$$E_S = p / y \quad [FL^{-2}]$$

Si osservi che, definito K_W [FL^{-3}] il coefficiente di sottofondo di Winkler, per un palo di diametro D si ha:

$$E_S = K_W \cdot D \quad [FL^{-2}]$$

L'andamento del modulo di reazione orizzontale con la profondità è funzione principalmente del tipo di terreno.

Per i terreni incoerenti si assume in genere una legge di variazione lineare caratterizzata dai seguenti parametri:

$$E_S = E_{s,0} + kh \cdot z \quad [FL^{-2}]$$

dove:

$E_{s,0}$ = valore del modulo di reazione a testa palo;

kh = gradiente del modulo di reazione del terreno funzione principalmente della densità relativa (D_r);

z = profondità a partire dal p.c. locale.

Per i terreni coesivi si assume in genere una legge del tipo:

$$E_S = \xi \cdot c_u$$

dove: c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate.

Per le fondazioni in esame è stato considerato: $\xi = 500$, $kh = 15000 \text{ kN/m}^3$.

A tali valori corrispondono a valori secanti del modulo E_s per pali isolati con basse deformazioni ($y \leq 0.005 \cdot D$, Figura 17).

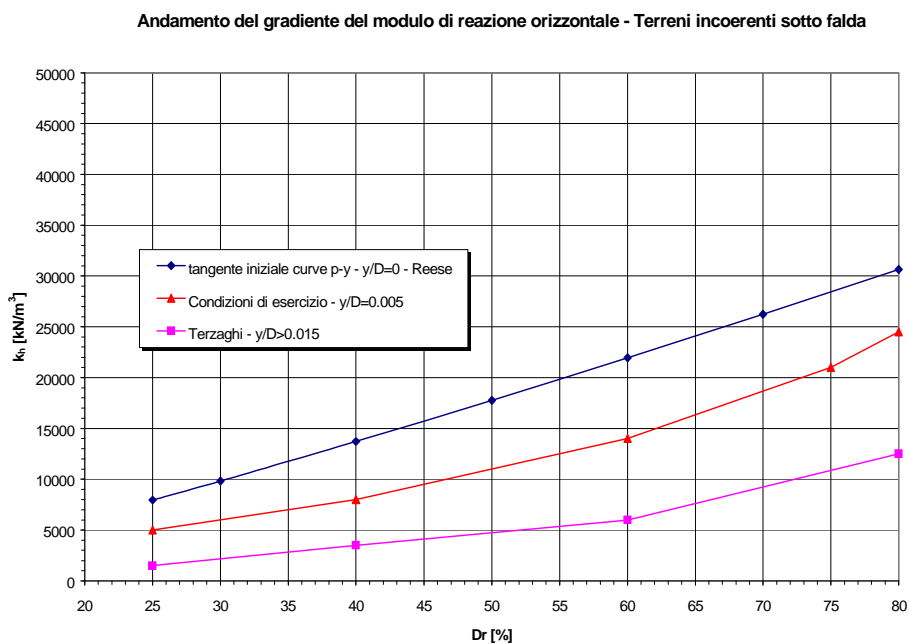


Figura 17

Per i pali della palificata si considera il seguente andamento del modulo di reazione orizzontale con la profondità, definito a partire da testa palo, considerando cautelativamente la stratigrafia del cavalcavia CV03 con testa palo a quota p.c. di riferimento.

Prof. m	E_s kN/m ²
0.00	27500.0
3.00	28500.0
3.10	45000.0
8.00	120000.0
8.10	30000.0
13.00	40000.0
13.10	120000.0
26.00	120000.0
26.10	60500.0
60.00	60500.0

7.1.2.2 *Fattori d'interazione orizzontali per pali in gruppo*

La valutazione dell'effetto gruppo orizzontale è stata svolta in accordo alle indicazioni di Reese et al., riportate nel manuale d'uso del programma GROUP. Tali indicazioni tengono essenzialmente conto di risultati di natura sperimentale, condotti da Prakash (1962), Cox (1984), Wang (1986), Lieng (1988).

Le interazioni orizzontali fra i pali sono essenzialmente di due tipi:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (figura *Figura 18*);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione ortogonale alla fila (figura *Figura 19*).

L'interazione del primo tipo si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.

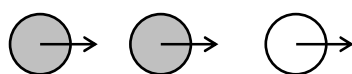


Figura 18

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

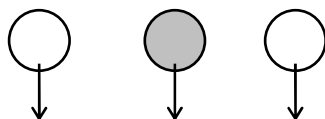


Figura 19

Si tiene inoltre in considerazione una interazione di tipo "obliquo" tra pali, combinando gli effetti precedentemente descritti tramite l'espressione matematica dell'ellisse in coordinate polari (figura *Figura 20*):

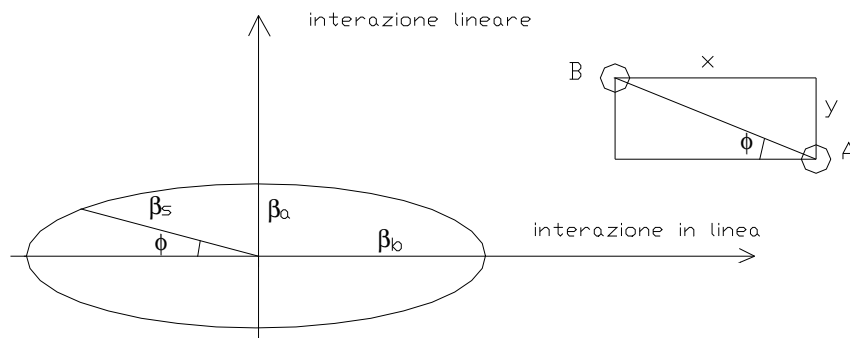


Figura 20

$$\beta_s = (\beta_b^2 \cos^2 \Phi + \beta_a^2 \sin^2 \Phi)^{1/2}$$

per n pali si ha:
$$\beta_{si} = \prod_{j=1, n}^{j \neq i} \beta_{sij}$$

- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila

Il fattore di riduzione in funzione del rapporto s/D (s=interasse dei pali, D=diametro del palo) è rappresentata in figura *Figura 21*;

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila

Il fenomeno di interazione in direzione del carico è più complicato di quello nella direzione trasversale. Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Numerosi autori indicano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico. I fattori di riduzione per pali frontali e retrostanti sono indicati nelle figure *Figura 22÷Figura 23*.

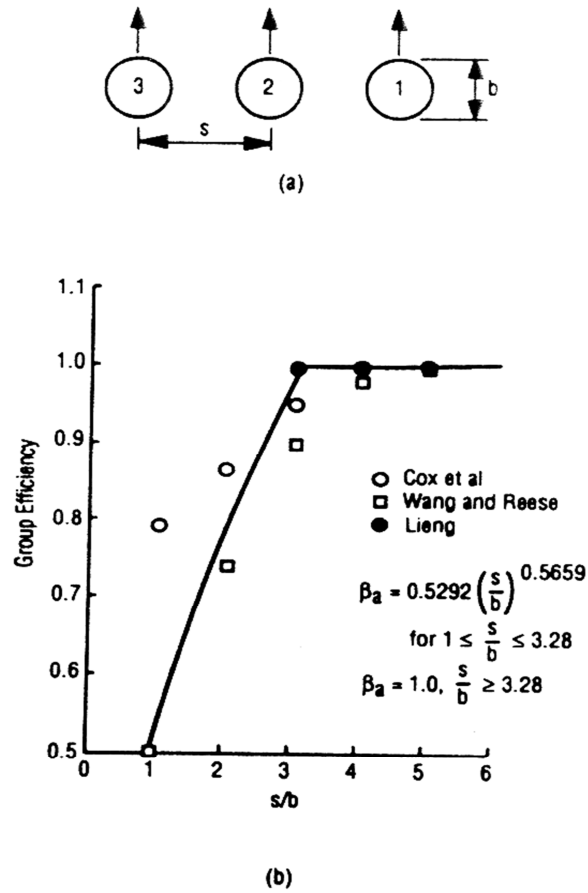


Figura 21 - Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione di carico

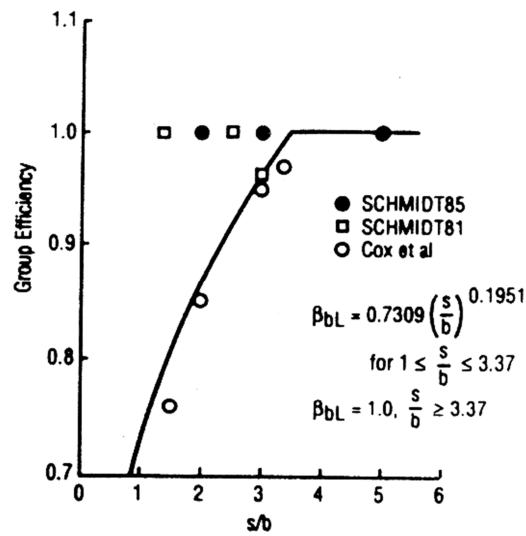
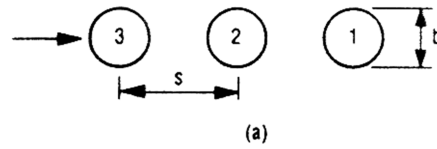


Figura 22 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico- (pali frontali)

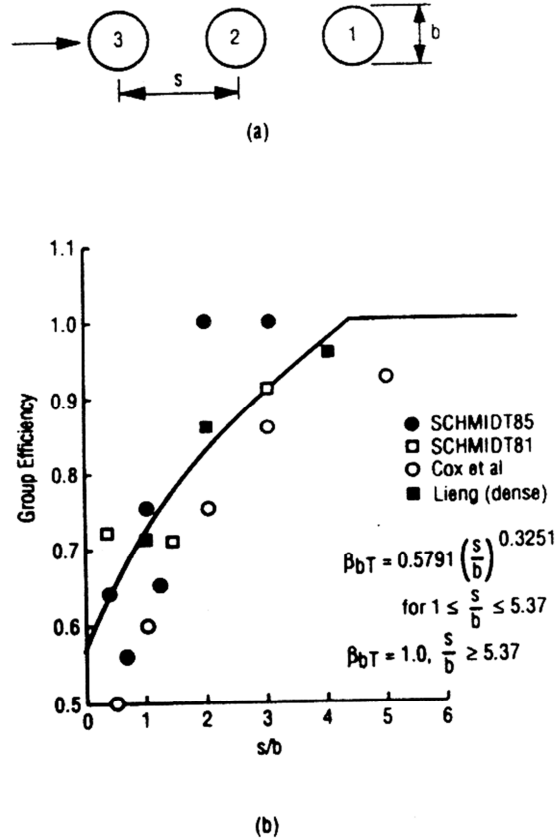


Figura 23 - Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico- (pali retrostanti)

I fattori così determinati sono utilizzati per penalizzare i moduli di reazione orizzontali di ciascun palo della palificata.

Nelle figure seguenti si riportano i fattori d'interazione ottenuti per ciascun palo delle spalle ed inseriti nel programma di calcolo MAP per l'analisi delle palificate.

D [m] = 1.5

ip [-]	X [m]	Y [m]	fattori di riduzione	
			βX [-]	βY [-]
1	0.68	6.750	0.23	0.24
2	-1.33	6.750	0.12	0.12
3	-3.33	6.750	0.12	0.23
4	0.68	4.750	0.17	0.13
5	-1.33	4.750	0.08	0.06
6	-3.33	4.750	0.09	0.14
7	0.00	2.375	0.21	0.12
8	0.00	0.000	0.41	0.17
9	0.00	-2.375	0.21	0.15
10	0.68	-6.750	0.23	0.15
11	-1.33	-6.750	0.12	0.07
12	-3.33	-6.750	0.12	0.15
13	0.68	-4.750	0.17	0.14
14	-1.33	-4.750	0.08	0.07
15	-3.33	-4.75	0.09	0.16

E [GPa] = 30.0 J [m⁴] = 0.249 EJ [kPa] = 7455147

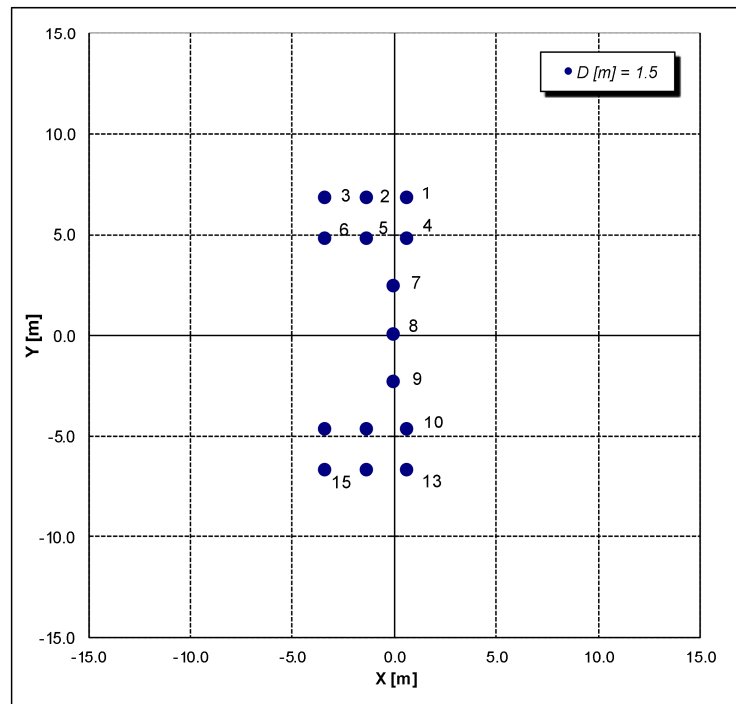


Figura 24 – fondazione spalla di varo (15 pali)

7.2 Carichi agenti in fondazione

I carichi agenti in fondazione sono stati forniti dal progettista strutturale nel baricentro palificata a quota intradosso plinto per ciascuna fondazione; tali carichi sono riportati per completezza in Appendice D. Si tratta di carichi solo statici (SLE e SLU) in quanto si tratta di opere per il varo impalcati.

7.3 Risultati delle analisi della palificata della spalla

Nelle seguenti tabelle si sintetizzano le massime sollecitazioni in testa ai pali, il numero del palo e la condizione di carico per cui si ottengono, per le analisi eseguite: SLE, SLU STR. Per l'analisi SLE si riportano anche gli spostamenti massimi del plinto.

Nell'Appendice B si riportano i tabulati di calcolo completi; nelle figure a seguire si riporta l'andamento delle sollecitazioni massime (taglio e momento) lungo il fusto dei pali per le condizioni di carico più gravose.

Tabella 17 – Spalla di varo – Analisi SLU STR

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo SLU statica

15 pali D = 1500 mm

Sollecitazioni massime in sommita' ai pali

	Fz kN	M kN*m	T kN	palo	c.d.c.
S.1	4196.8	470.4	90.5	15	10
S.2	1786.9	738.6	153.1	15	9
S.3	2861.6	1324.9	328.3	1	3
S.4	2475.1	1232.4	333.4	1	8
T.1	2861.6	1324.9	328.3	1	3
T.2	1936.7	1320.5	328.9	1	1

S.1: cond. di carico con Sforzo Normale Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 10 A1STR

S.2: cond. di carico con Sforzo Normale Minimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 9 A1STR

S.3: cond. di carico con Momento Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 3 A1STR

S.4: cond. di carico con Taglio Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 8 A1STR

T.1: cond. di carico con Tensione Massima (sez. interamente reagente)
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 3 A1STR

T.2: cond. di carico con Tensione Minima (sez. interamente reagente)
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 1 A1STR

Tabella 18 – Spalla di varo – Analisi SLU STR fase di varo

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
spalla varo - SLU FASE SPINTA

15 pali D = 1500 mm

Sollecitazioni massime in sommita' ai pali

	Fz kN	M kN*m	T kN	palo	c.d.c.
S.1	5788.2	3601.4	570.0	1	21
S.2	-359.2	1562.2	246.5	15	21
S.3	4424.7	3842.1	541.7	1	14
S.4	1232.2	2034.8	570.6	1	13
T.1	5788.2	3601.4	570.0	1	21
T.2	1826.4	3357.6	371.6	3	14

S.1: cond. di carico con Sforzo Normale Massimo
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

S.2: cond. di carico con Sforzo Normale Minimo
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

S.3: cond. di carico con Momento Massimo
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmax

S.4: cond. di carico con Taglio Massimo
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmin

T.1: cond. di carico con Tensione Massima (sez. interamente reagente)
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

T.2: cond. di carico con Tensione Minima (sez. interamente reagente)
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmax

Tabella 19 – Spalla di varo – Analisi SLE

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo SLE

15 pali L = 47.00 m D = 1500 mm

Sollecitazioni massime in sommita' ai pali

	Fz kN	M kN*m	T kN	palo	c.d.c.
S.1	2956.4	319.8	60.5	15	4
S.2	1790.8	589.1	122.0	3	3
S.3	2053.3	889.1	218.7	1	1
S.4	1795.6	816.1	222.5	1	3
T.1	2053.3	889.1	218.7	1	1
T.2	2053.3	889.1	218.7	1	1

S.1: cond. di carico con Sforzo Normale Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

S.2: cond. di carico con Sforzo Normale Minimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

S.3: cond. di carico con Momento Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

S.4: cond. di carico con Taglio Massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

T.1: cond. di carico con Tensione Massima (sez. interamente reagente)
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

T.2: cond. di carico con Tensione Minima (sez. interamente reagente)
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

Deformazioni massime del plinto

	dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	c.d.c.
D.1	10.509	-.138	-.036	.271	-.086	2
D.2	10.507	-.181	-.038	-1.441	-.177	4
D.3	10.507	-.181	-.038	-1.441	-.177	4
D.4	8.312	-.009	.005	-1.836	-.168	3
D.5	10.507	-.181	-.038	-1.441	-.177	4

D.1: cond. di carico con dz massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

D.2: cond. di carico con dx massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

D.3: cond. di carico con rx massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

D.4: cond. di carico con dy massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

D.5: cond. di carico con ry massimo
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

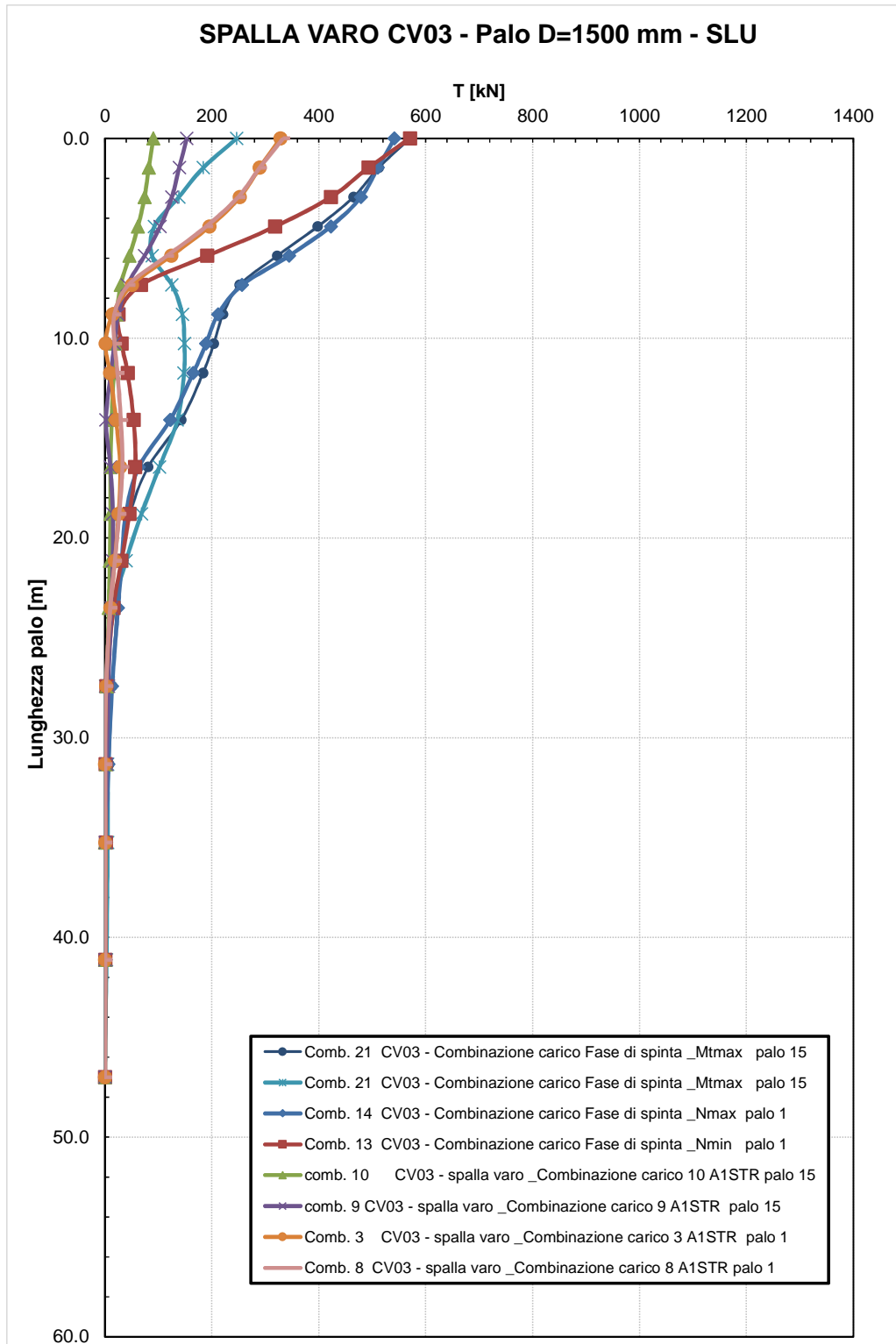


Figura 25 – Andamento del taglio lungo il fusto del palo – spalla varo - SLU

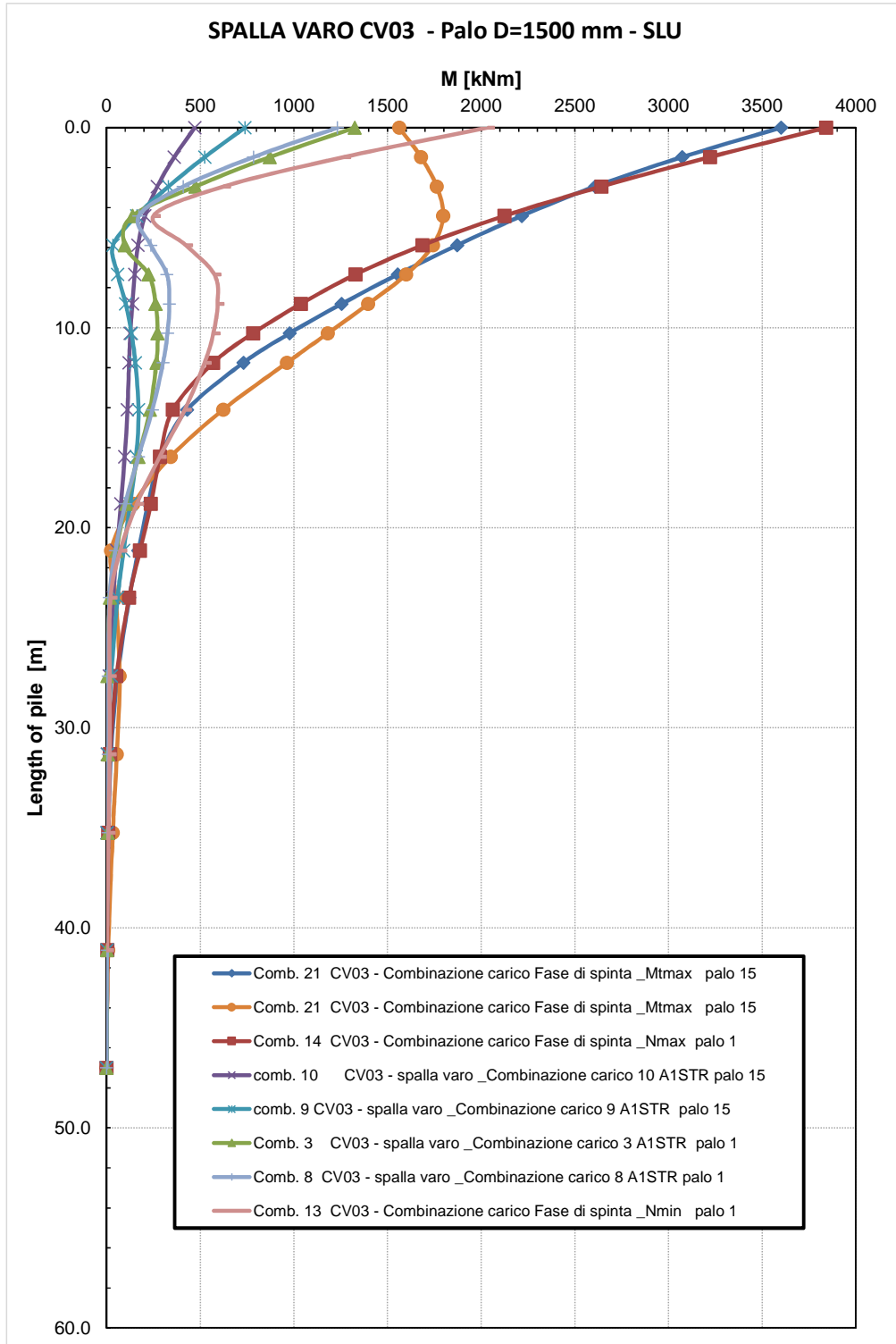


Figura 26 – Andamento del momento lungo il fusto del palo – spalla varo – SLU

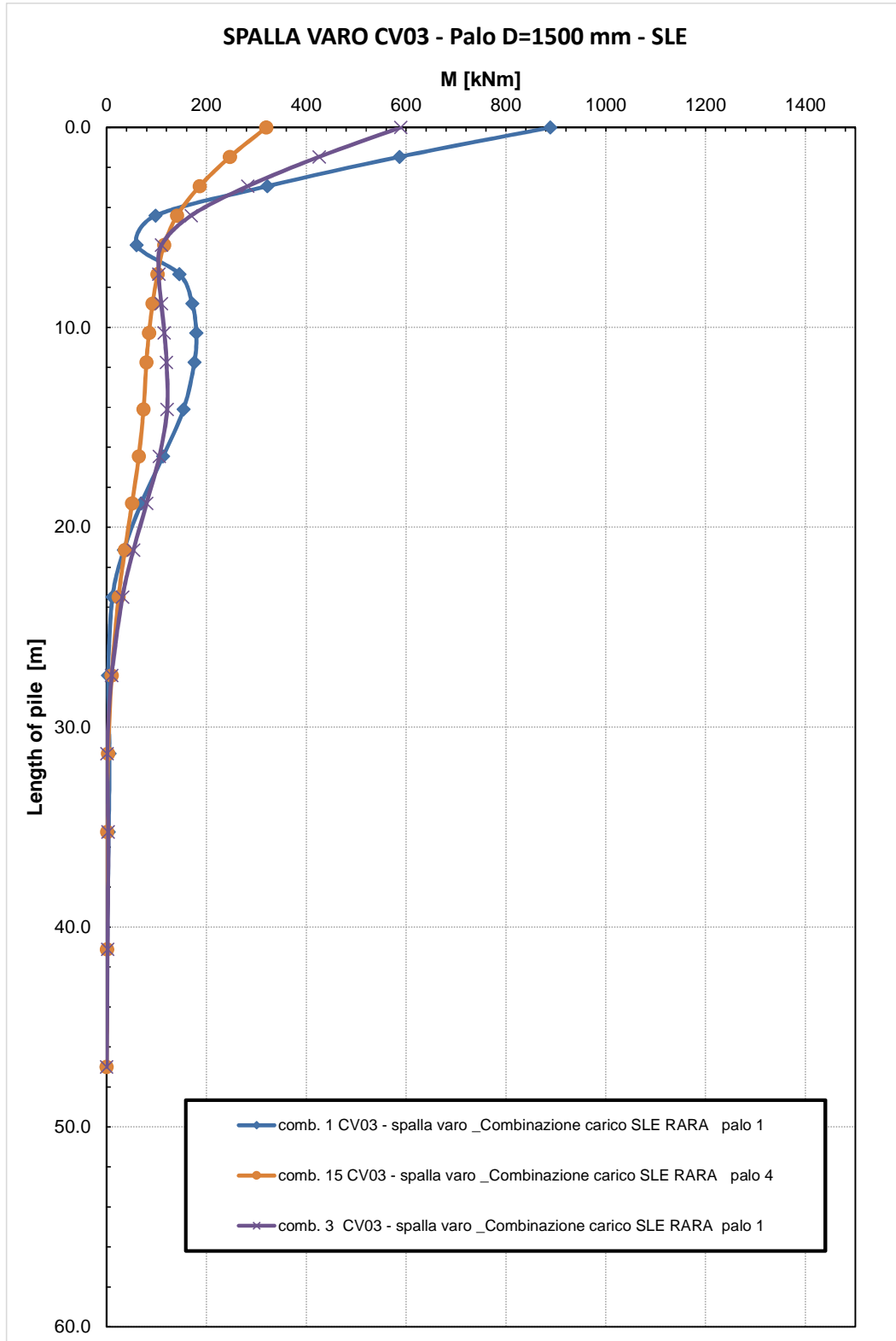


Figura 27 – Andamento del momento lungo il fusto del palo – spalla varo - SLE

7.4 Verifiche di capacità portante pali

Le verifiche di capacità portante dei pali sono condotte in accordo alla normativa vigente con Approccio 2 (A1+M1+R3). Nelle seguenti tabelle si sintetizzano le massime sollecitazioni in testa ai pali di compressione ($N_{max,c}$) e trazione ($N_{max,t}$) per le analisi eseguite statiche e sismiche SLU, le lunghezze dei pali e le relative portate di progetto a compressione ($Q_{d,c}$) ed a trazione ($Q_{d,t}$).

Le curve di capacità portante sono riportate nel capitolo 6.

Le verifiche di portanza dei pali sono soddisfatte in quanto la portata di progetto (Q_d) è sempre maggiore della massima sollecitazione assiale (N_{max}) sia a compressione, che a trazione. I valori di portata di progetto inseriti in tabella si riferiscono al CV03 la cui stratigrafia fornisce valori inferiori (seppur di poco) rispetto a quella dei cavalcavia CV01 e CV02.

Tabella 20 – Verifiche di capacità portante pali $D=1500$ mm (A1+M1+R3)

Spalla varo	$N_{max,c}$ [kN]	$Q_{d,c}$ [kN]	$N_{max,t}$ [kN]	$Q_{d,t}$ [kN]	L_{palo} [m]]
Pali di spigolo	5788	7696	359	6591	47.0 (*)
Pali di linea	4488	5163	-	-	47.0 (*)
Dove: $N_{max,c}$ = sollecitazione assiale massima a compressione $N_{max,t}$ = sollecitazione assiale massima a trazione $Q_{d,c}$ = resistenza di progetto a compressione $Q_{d,t}$ = resistenza di progetto a trazione					

(*) I pali 1÷6 (Figura 1) hanno una lunghezza di progetto di 57.0 m per il CV03 e 56.0 m per i cavalcavia CV01 e CV02, che deriva dal soddisfacimento delle verifiche di capacità portante per i carichi della spalla definitiva, di cui faranno parte in fase di completamento opera.

7.5 Verifiche strutturali dei pali

Per i 6 pali (n 1÷6 vedasi Figura 1) delle sole spalle di varo che saranno parte integrante della fondazione definitiva, verranno svolte le verifiche strutturali e geotecniche considerando anche le condizioni di carico derivante dalla configurazione definitiva dell'opera, riportate nell'apposito elaborato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Le verifiche strutturali dei pali rimanenti sono invece riportate di seguito.

8 ANALISI FONDAZIONI DIRETTE

8.1 Metodologie di calcolo

Il metodo di calcolo della capacità portante adottato è quello descritto in "Lancellotta - Geotecnica - Ed. Zanichelli - 1993" basato sulle indicazioni teoriche di diversi autori (Terzaghi, Meyerhof, Vesic e Brinch Hansen) che fornisce espressioni analitiche generali per la valutazione della pressione limite di rottura del terreno.

$$P_{lim} = 0.5 \gamma' t B' N_g S_g I_g G_g + c' N_c S_c I_c G_c + q'o N_q S_q I_q G_q$$

dove:

$\gamma' t$ = peso di volume efficace del terreno di fondazione;

c', ϕ' = parametri del terreno di fondazione in condizioni drenate;

B' = dimensione efficace della fondazione, funzione dell'eccentricità dei carichi;

$q'o$ = pressione efficace litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione;

N_g, N_c, N_q = Fattori di capacità portante funzione dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' ;

S_g, S_c, S_q = Fattori di forma dipendenti dal rapporto fra le dimensioni dell'impronta della fondazione;

D_g, D_c, D_q = Fattori di profondità funzione del rapporto fra l'approfondimento del piano di posa e le dimensioni reali della fondazione;

I_g, I_c, I_q = Fattori di inclinazione del carico dipendenti dall'inclinazione della risultante dei carichi e dall'adesione sull'area efficace della fondazione;

G_g, G_c, G_q = Fattori di inclinazione del piano campagna;

Atri simboli, impiegati nel seguito:

B = dimensione reale della fondazione;

L = dimensione reale trasversale della fondazione rettangolare;

$A_{ef} = B' \cdot L'$ = area efficace della fondazione

D_F = profondità di posa della fondazione dal piano di campagna;

D_W = profondità della falda dal piano di campagna;

γ_n = peso di volume naturale del terreno di fondazione;

γ' = peso di volume efficace del terreno di fondazione;

α = inclinazione del piano di posa;

β = inclinazione del piano di campagna;

c_a = coesione di adesione fondazione terreno $\leq c'$

F_Z = carico verticale (applicato al centro dell'impronta di fondazione);

F_X = carico orizzontale (applicato alla quota di posa della fondazione), parallelo alla direzione di B;

F_Y = carico orizzontale (applicato alla quota di posa della fondazione); parallelo alla direzione di L;

M_X = momento flettente (nel piano parallelo alla direzione di B);

M_Y = momento flettente (nel piano parallelo alla direzione di L).

Vedasi figure esplicative seguenti.

Le dimensioni efficaci della fondazione sono valutate tramite le seguenti espressioni (Meyerhoff, 1953):

$$B' = B - 2 \cdot M_X / F_Z$$

$$L' = L - 2 \cdot M_Y / F_Z$$

Il metodo di calcolo dei fattori di capacità portante è basato sulle indicazioni teoriche di diversi autori (Terzaghi, Meyerhof, Vesic e Brinch Hansen) che fornisce espressioni analitiche generali per la valutazione della pressione limite di rottura del terreno.

Per i fattori di capacità portante N_q e N_c si fa riferimento alle espressioni ricavate analiticamente da Prandtl (1921) e Reissner (1924). Per il fattore N_γ si fa riferimento all'espressione proposta da Caquot e Kérisel (1953):

$$N_q = \tan^2(\pi/4 + \varphi'/2) \cdot e^{\pi \tan \varphi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Per i coefficienti di forma si adottano le seguenti espressioni:

$$s_{\gamma} = 1 + 0.1 \cdot (B'/L') \cdot K_p$$

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot (B'/L') \cdot K_p$$

$$s_q = s_g$$

in cui:

$$K_p = (1 + \sin \varphi') / (1 - \sin \varphi')$$

Si assume:

$$B'/L' \leq 1.0.$$

$$s_{\gamma} = s_c = s_q = 1 \text{ per fondazione nastriforme}$$

Per tener conto dell'approfondimento del piano di posa si adottano le seguenti espressioni:

$$d_{\gamma} = 1$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \varphi' \cdot (1 - \sin \varphi')^2 \cdot k$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')$$

essendo:

$$k = (DF / B) \quad \text{per } DF / B \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} (DF / B) \quad \text{per } DF / B > 1.$$

Per tener conto dell'inclinazione del carico si adottano le seguenti espressioni:

$$i_{\gamma} = [1 - FX / (FZ + A_{ef} \cdot c_a \cdot \cot \varphi')]^{m+1}$$

$$i_q = [1 - FX / (FZ + A_{ef} \cdot c_a \cdot \cot \varphi')]^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')$$

$$m = (2 + B'/L') / (1 + B'/L')$$

Per tener conto dell'inclinazione del piano di posa (angolo α) si adottano le seguenti espressioni:

$$b_q = (1 - \alpha \cdot \tan \varphi')^2$$

$$b_{\gamma} = b_q$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \cdot \tan \varphi')$$

Per tener conto dell'inclinazione del piano campagna (angolo β) si adottano le seguenti espressioni:

$$gq = (1 - \tan \beta)^2$$

$$g\gamma = gq$$

$$gc = gq - (1 - gq) / (Nc \cdot \tan \phi)$$

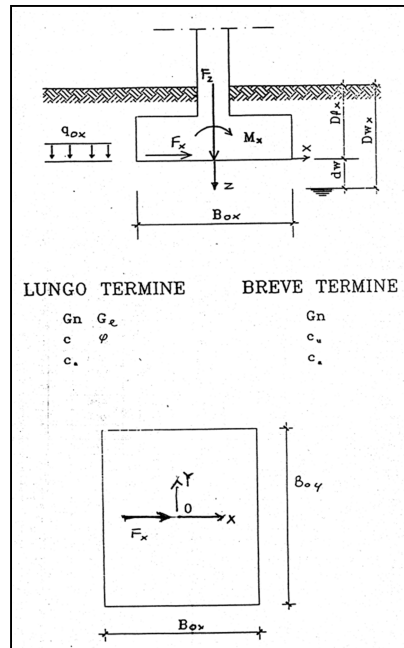


Figura 28 Schema per la verifica della capacità portante

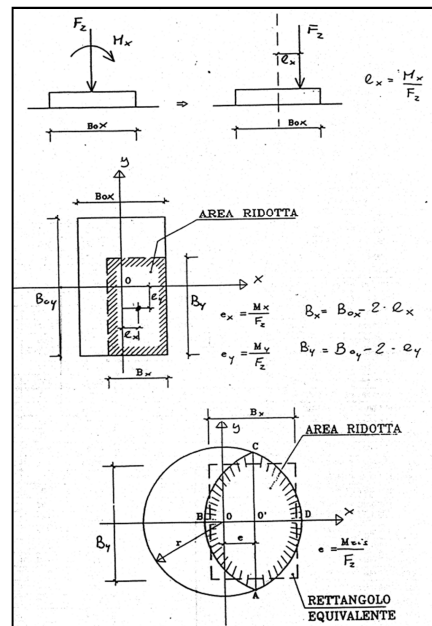


Figura 29. Aree di impronta ridotte in presenza di carichi eccentrici (Meyerhof, 1953)

8.2 Stati limite

In particolare le verifiche geotecniche sono state eseguite agli stati limite secondo quanto indicato dalla normativa vigente.

Le verifiche allo stato limite ultimo sono condotte con riferimento all'Approccio 2: A1+M1+R3.

In particolare per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) si sono considerati gli SLU di tipo geotecnico (GEO) rimandando al progettista strutturale quelle di tipo strutturale (STR):

- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
- Collasso per scorrimento sul piano di posa.

Per ogni stato limite ultimo analizzato deve essere rispettata la condizione: $E_d \leq R_d$,

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

I coefficienti parziali di sicurezza utilizzati per i parametri geotecnici, per le azioni e per le verifiche sono riassunti nelle tabelle seguenti.

Tabella 21 – Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (tabella 6.2.I delle NTC)

		Coefficienti	EQU	A1	A2
		γ_F		STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Tabella 22 – Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno (tabella 6.2.II delle NTC)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente all'angolo di resistenza al taglio	$\text{Tan } \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	C'_k	γ_c	1.0	1.25
Resistenza non drenata	Cu_k	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_f	1.0	1.0

Tabella 23 – Coeff. parziali per le verifiche agli stati limite ultimi (tabella 6.4.I delle NTC)

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.1$

8.3 Risultati delle analisi – fondazioni pile di varo

L'analisi delle due pile su fondazione diretta è stata eseguita considerando la quota di imposta a 1 m da p.c. con falda profonda, tensione di confinamento laterale al piano di posa di 19 kPa e per il terreno di fondazione sono stati assunti i parametri geotecnici dell'unità geotecnica A (limo argilloso).

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\varphi = 26^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Nelle seguenti tabelle si riassumono i risultati dell'analisi da cui si evince che:

- la capacità portante delle fondazioni dirette è soddisfatta in quanto $FS > 2.3$ (A1+M1+R3);
- le pressioni di contatto in fondazione sono sempre positive per le condizioni di carico SLE, quindi non ci sono parzializzazioni;
- la pressione massima di Meyerhoff è di 195 kPa allo SLU statico e 141 kPa allo SLE, quindi compatibile con i terreni in fondazione.

Relativamente agli spostamenti (valutati con un modulo di deformazione elastico cautealtivo di 10 MPa) si stimano allo SLE: cedimenti verticali massimi di 5 cm, spostamenti longitudinali massimi di 6 mm, spostamenti trasversali massimi a estradosso plinto.

Nell'Appendice C sono riportati i tabulati di calcolo completi.

Tabella 24 – Fondazione diretta plinto 4.5 x 4.5 m – Analisi SLU

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X Box = 4.50 m
Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	2654.3	-182.1	-1183.7	-91.1	-591.8	2.61
2	3391.4	182.1	1183.7	91.1	591.8	2.30
3	3195.6	182.1	1183.7	91.1	591.8	2.36
4	2850.1	-182.1	-1183.7	-91.1	-591.8	2.52

- 1: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
2: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
3: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
4: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	14.2	170.0	248.0	92.1	131.1	162.5
2	284.4	128.5	50.6	206.4	167.5	195.9
3	274.7	118.8	40.9	196.8	157.8	186.9
4	23.8	179.7	257.6	101.8	140.7	171.2

- 1: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
2: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
3: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR
4: CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

- A - vertice quadrante X+ Y+
B - vertice quadrante X- Y+
C - vertice quadrante X- Y-
D - vertice quadrante X+ Y-
O - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = F_z/A_{ef} - q_0$$

Tabella 25 – Fondazione diretta plinto 4.5 x 4.5 m - Analisi SLE

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
 Lato parallelo asse X Box = 4.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
5	2609.3	121.4	-789.1	60.7	-394.5	3.25
6	2609.3	121.4	789.1	60.7	394.5	3.25
7	2609.3	72.8	-473.5	36.4	-236.7	3.82
8	2609.3	72.8	473.5	36.4	236.7	3.82
9	2609.3	.0	.0	.0	.0	4.83

5: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 6: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 7: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ
 8: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ
 9: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE QP

Deformazioni massime in fondazione

mm	dzo mm	dxo mRad	rxo mm	dyo mRad	ryo	c.d.c.
D.1	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576	5
D.2	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576	5
D.3	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576	5
D.4	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576	5
D.5	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576	5

D.1: cond. di carico con dz massimo
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 D.2: cond. di carico con dx massimo
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 D.3: cond. di carico con rx massimo
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 D.4: cond. di carico con dy massimo
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
 D.5: cond. di carico con ry massimo
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
5	50.9	154.8	206.8	102.9	128.9	140.6
6	206.8	102.9	50.9	154.8	128.9	140.6
7	82.1	144.4	175.6	113.3	128.9	127.0
8	175.6	113.3	82.1	144.4	128.9	127.0
9	128.9	128.9	128.9	128.9	128.9	109.9

(*) se un valore fra pA, pB, pC, pD e' < 0.0
la serie va ricalcolata con impronta parzializzata

5: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
6: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA
7: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ
8: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ
9: CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE QP

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

A - vertice quadrante X+ Y+
B - vertice quadrante X- Y+
C - vertice quadrante X- Y-
D - vertice quadrante X+ Y-
O - centro dell'impronta

$p_{Mey} = F_z/A_{ef} - q_0$

Tabella 26 – Fondazione diretta plinto 7.5 x 4.5 m Portale sinistro – Analisi SLU

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica Al+M1+R3

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	3456.3	155.1	3269.3	97.3	968.4	3.49
2	5259.9	-314.2	-1557.7	-126.6	-1613.2	2.73
3	3573.1	202.6	3576.2	127.0	1583.8	2.84
4	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4	2.57
5	4057.8	149.1	3926.6	97.3	968.4	3.01
6	4313.9	-375.1	-3068.8	-127.4	-1587.5	2.77
7	3671.4	179.6	3227.4	131.3	1677.4	2.85
8	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4	2.57
9	3671.4	179.6	3227.4	131.3	1677.4	2.85
10	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4	2.57
11	4682.5	180.2	3780.6	127.0	1583.8	2.51
12	3823.1	-352.0	-2213.9	-127.0	-1583.8	3.18

1: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
2: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
3: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
4: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
5: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
6: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
7: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
8: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
9: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR

10: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 11: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 12: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa	
1	218.2	63.2	-13.3	141.6	102.4	137.4	(*)
2	55.2	129.0	256.5	182.7	155.8	176.9	
3	253.2	83.7	-41.5	128.1	105.9	160.8	(*)
4	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7	
5	251.6	65.4	-11.1	175.0	120.2	162.3	(*)
6	-7.6	137.8	263.3	117.8	127.8	169.6	(*)
7	251.6	98.5	-34.0	119.0	108.8	159.3	(*)
8	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7	
9	251.6	98.5	-34.0	119.0	108.8	159.3	(*)
10	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7	
11	290.9	111.7	-13.4	165.8	138.7	189.1	(*)
12	-1.8	103.2	228.3	123.4	113.3	145.2	(*)

1: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 2: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 3: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 4: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 5: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 6: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 7: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 8: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 9: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 10: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 11: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR
 12: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:
 A - vertice quadrante X+ Y+
 B - vertice quadrante X- Y+
 C - vertice quadrante X- Y-
 D - vertice quadrante X+ Y-
 O - centro dell'impronta

$p_{Mey} = F_z/A_{ef} - q_0$

Tabella 27 – Fondazione diretta plinto 7.5 x 4.5 m Portale destro – Analisi SLU

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
13	2903.7	58.3	-2779.0	38.5	-612.4	4.63
14	5242.8	289.2	2666.1	87.1	1689.0	2.56
15	5242.8	289.2	2666.1	87.1	1689.0	2.56
16	3353.3	76.2	-2535.6	86.5	-1670.9	3.26
17	4508.9	261.3	2676.1	87.1	1689.0	2.80
18	3349.8	49.3	-3368.0	38.5	-612.4	3.94
19	4508.9	261.3	2676.1	87.1	1689.0	2.80
20	4536.3	24.6	-1766.2	87.1	-1689.0	2.99
21	4063.0	258.4	2547.4	87.1	1689.0	2.99
22	4982.1	21.7	-1637.4	87.1	-1689.0	2.83
23	4049.1	228.6	1744.8	86.5	1670.9	3.22
24	3950.9	56.8	-2802.2	86.5	-1670.9	2.97

13: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
14: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
15: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
16: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
17: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
18: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
19: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
20: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
21: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
22: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
23: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
24: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa	
13	-4.0	127.7	176.1	44.4	86.0	108.5	(*)
14	285.3	158.9	25.4	151.8	155.3	190.7	
15	285.3	158.9	25.4	151.8	155.3	190.7	
16	-26.8	93.4	225.5	105.3	99.4	140.9	(*)
17	263.8	136.9	3.4	130.3	133.6	171.4	
18	-4.8	154.9	203.3	43.6	99.3	128.6	(*)
19	263.8	136.9	3.4	130.3	133.6	171.4	
20	25.8	109.5	243.0	159.3	134.4	160.7	
21	247.5	126.7	-6.7	114.0	120.4	158.3	(*)
22	42.1	119.7	253.2	175.5	147.6	171.5	
23	227.3	144.6	12.6	95.3	120.0	147.0	
24	-15.4	117.5	249.5	116.6	117.1	158.8	(*)

13: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
14: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
15: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
16: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
17: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
18: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
19: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
20: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

21: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
 22: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
 23: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR
 24: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:
 A - vertice quadrante X+ Y+
 B - vertice quadrante X- Y+
 C - vertice quadrante X- Y-
 D - vertice quadrante X+ Y-
 O - centro dell'impronta

$p_{Mey} = F_z/A_{ef} - q_0$

Tabella 28 – Fondazione diretta plinto 7.5 x 4.5 m Portale sinistro – Analisi SLE

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	3467.9	93.4	2766.8	64.8	645.6	4.05
2	4037.8	-218.1	-972.2	-84.4	-1075.5	3.89
3	3614.8	110.2	2611.2	84.7	1055.8	3.63
4	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3	3.71
5	3467.9	93.4	2766.8	64.8	645.6	4.05
6	3826.4	-279.6	-1974.1	-84.9	-1058.3	3.72
7	3714.8	85.5	2235.5	87.5	1118.3	3.65
8	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3	3.71
9	3714.8	85.5	2235.5	87.5	1118.3	3.65
10	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3	3.71
11	3614.8	110.2	2611.2	84.7	1055.8	3.63
12	3781.5	-259.6	-1248.9	-84.7	-1055.8	4.02
13	3477.2	44.0	2364.8	38.9	387.3	4.55
14	4016.2	-156.8	-384.5	-50.6	-645.3	4.54
15	3502.2	50.1	2080.3	48.8	588.2	4.44
16	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0	4.48
17	3477.2	44.0	2364.8	38.9	387.3	4.55
18	3793.1	-205.5	-1201.3	-51.0	-635.0	4.48
19	3749.6	10.1	1442.0	52.5	671.0	4.39
20	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0	4.48
21	3749.6	10.1	1442.0	52.5	671.0	4.39
22	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0	4.48
23	3648.1	36.2	1839.2	50.8	633.5	4.36
24	3748.1	-185.6	-476.9	-50.8	-633.5	4.83
25	3491.1	-30.0	1761.7	.0	.0	5.37
26	3983.7	-64.8	497.0	.0	.0	5.26
27	3743.1	-94.3	-42.0	.0	.0	5.89
28	3801.7	-102.9	251.6	.0	.0	5.67

1: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 2: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 3: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 4: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 5: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 6: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 7: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 8: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 9: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 10: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 11: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

12: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 13: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 14: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 15: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 16: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 17: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 18: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 19: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 20: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 21: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 22: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 23: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 24: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 25: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 26: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 27: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 28: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Deformazioni massime in fondazione

	dzo	dxo	rxo	dyo	ryo	c.d.c.
mm	mm	mRad	mm	mRad		
D.1	53.131	-3.608	-1.197	-1.336	-2.802	2
D.2	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913	4
D.3	45.633	1.545	3.406	1.026	1.682	1
D.4	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913	4
D.5	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913	4

D.1: cond. di carico con dz massimo
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 D.2: cond. di carico con dx massimo
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 D.3: cond. di carico con rx massimo
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 D.4: cond. di carico con dy massimo
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 D.5: cond. di carico con ry massimo
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
 Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	193.8	62.7	11.7	142.8	102.8	123.3
2	54.1	100.2	185.2	139.1	119.6	126.0
3	210.7	86.9	3.5	127.3	107.1	133.4
4	30.0	112.1	200.5	118.3	115.2	130.9
5	193.8	62.7	11.7	142.8	102.8	123.3
6	24.8	118.4	202.0	108.4	113.4	130.9
7	207.2	101.3	12.9	118.9	110.1	132.4
8	30.0	112.1	200.5	118.3	115.2	130.9
9	207.2	101.3	12.9	118.9	110.1	132.4
10	30.0	112.1	200.5	118.3	115.2	130.9
11	210.7	86.9	3.5	127.3	107.1	133.4
12	40.7	99.9	183.4	124.2	112.0	121.3
13	174.4	62.3	31.7	143.8	103.0	113.4
14	84.4	102.6	153.6	135.4	119.0	112.5
15	176.3	77.7	31.2	129.8	103.8	114.2
16	65.4	109.9	162.9	118.4	114.2	113.4
17	174.4	62.3	31.7	143.8	103.0	113.4
18	58.8	115.8	165.9	109.0	112.4	113.6
19	171.8	103.4	50.4	118.8	111.1	115.5
20	65.4	109.9	162.9	118.4	114.2	113.4
21	171.8	103.4	50.4	118.8	111.1	115.5
22	65.4	109.9	162.9	118.4	114.2	113.4
23	176.7	89.5	39.5	126.7	108.1	116.3
24	74.7	97.3	147.4	124.8	111.1	105.3
25	145.2	61.7	61.7	145.2	103.4	100.5
26	129.8	106.3	106.3	129.8	118.0	103.1
27	109.9	111.9	111.9	109.9	110.9	92.2
28	118.6	106.7	106.7	118.6	112.6	95.7

1: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 2: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 3: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 4: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 5: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 6: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 7: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 8: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 9: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 10: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 11: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 12: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA
 13: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 14: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 15: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 16: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 17: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 18: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 19: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 20: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 21: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 22: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 23: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 24: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ
 25: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 26: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 27: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP
 28: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Per Mx > 0 ed My > 0 si ha:
 A - vertice quadrante X+ Y+
 B - vertice quadrante X- Y+
 C - vertice quadrante X- Y-
 D - vertice quadrante X+ Y-

0 - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = Fz/Aef - q_0$$

Tabella 29 – Fondazione diretta plinto 7.5 x 4.5 m Portale destro – Analisi SLE

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	2926.9	-25.7	-2364.1	-25.7	-408.3	5.21
2	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0	3.65
3	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0	3.65
4	3394.9	-25.9	-1843.6	-57.7	-1113.9	4.11
5	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0	3.65
6	2926.9	-25.7	-2364.1	-25.7	-408.3	5.21
7	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0	3.65
8	3845.8	-.8	-1038.9	-58.1	-1126.0	4.04
9	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0	3.65
10	3845.8	-.8	-1038.9	-58.1	-1126.0	4.04
11	3561.6	175.4	924.2	57.7	1113.9	4.35
12	3394.9	-25.9	-1843.6	-57.7	-1113.9	4.11
13	2941.4	2.5	-1984.6	-11.8	-149.6	5.90
14	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6	4.27
15	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6	4.27
16	2945.5	.4	-2032.3	-15.4	-245.0	5.70
17	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6	4.27
18	2945.5	.4	-2032.3	-15.4	-245.0	5.70
19	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6	4.27
20	3880.5	40.7	-465.1	-34.8	-675.6	4.68
21	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6	4.27
22	3880.5	40.7	-465.1	-34.8	-675.6	4.68
23	3528.3	135.1	370.6	34.6	668.3	5.19
24	3428.3	14.3	-1290.1	-34.6	-668.3	4.87
25	2955.3	30.0	-1684.0	.0	.0	6.41
26	3932.7	102.9	395.6	.0	.0	5.38
27	3743.1	-94.3	-42.0	.0	.0	5.89
28	2955.3	30.0	-1684.0	.0	.0	6.41

1: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
2: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
3: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
4: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
5: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
6: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
7: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
8: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
9: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
10: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
11: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
12: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
13: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
14: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
15: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
16: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
17: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
18: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
19: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
20: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
21: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

22: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 23: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 24: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 25: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 26: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 27: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 28: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
 Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Deformazioni massime in fondazione

	dzo	dxo	rxo	dyo	ryo	c.d.c.
mm	mm	mRad	mm	mRad		
D.1	52.892	3.416	2.253	.919	2.933	2
D.2	52.892	3.416	2.253	.919	2.933	2
D.3	38.514	-.424	-2.910	-.407	-1.064	1
D.4	52.892	3.416	2.253	.919	2.933	2
D.5	52.892	3.416	2.253	.919	2.933	2

D.1: cond. di carico con dz massimo
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 D.2: cond. di carico con dx massimo
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 D.3: cond. di carico con rx massimo
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 D.4: cond. di carico con dy massimo
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 D.5: cond. di carico con ry massimo
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 4.50 m

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	14.6	126.6	158.9	46.8	86.7	98.8
2	207.0	120.2	31.2	118.0	119.1	135.8
3	207.0	120.2	31.2	118.0	119.1	135.8
4	12.9	100.3	188.3	100.9	100.6	118.7
5	207.0	120.2	31.2	118.0	119.1	135.8
6	14.6	126.6	158.9	46.8	86.7	98.8
7	207.0	120.2	31.2	118.0	119.1	135.8
8	44.8	94.1	183.1	133.8	113.9	122.2
9	207.0	120.2	31.2	118.0	119.1	135.8
10	44.8	94.1	183.1	133.8	113.9	122.2
11	171.4	127.6	39.6	83.4	105.5	112.7
12	12.9	100.3	188.3	100.9	100.6	118.7
13	34.2	128.3	140.1	46.0	87.2	89.7
14	174.5	115.0	61.6	121.2	118.1	120.4
15	174.5	115.0	61.6	121.2	118.1	120.4
16	29.4	125.8	145.1	48.8	87.3	92.1
17	174.5	115.0	61.6	121.2	118.1	120.4
18	29.4	125.8	145.1	48.8	87.3	92.1
19	174.5	115.0	61.6	121.2	118.1	120.4
20	77.3	99.3	152.7	130.6	115.0	109.7
21	174.5	115.0	61.6	121.2	118.1	120.4
22	77.3	99.3	152.7	130.6	115.0	109.7
23	139.7	122.2	69.4	86.9	104.5	98.4
24	44.6	105.8	158.6	97.4	101.6	104.6
25	47.6	127.5	127.5	47.6	87.6	84.3
26	125.9	107.1	107.1	125.9	116.5	100.7
27	109.9	111.9	111.9	109.9	110.9	92.2
28	47.6	127.5	127.5	47.6	87.6	84.3

1: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 2: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 3: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 4: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 5: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 6: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 7: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 8: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 9: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 10: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 11: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 12: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA
 13: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 14: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 15: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 16: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 17: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 18: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 19: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 20: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 21: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 22: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 23: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 24: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ
 25: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 26: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 27: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP
 28: CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

A - vertice quadrante X+ Y+
 B - vertice quadrante X- Y+
 C - vertice quadrante X- Y-
 D - vertice quadrante X+ Y-

O - centro dell'impronta

$p_{Mey} = F_z/A_{ef} - q_0$

8.4 Risultati delle analisi – fondazione ponte Bologna

Nel seguito si riporta la verifica della capacità portante della fondazione diretta del ponte Bologna che servirà in fase provvisoria per realizzare gli scatolari delle nuove spalle dei cavalcaferrovia.

L'analisi della fondazione diretta è stata eseguita considerando:

- dimensione fondazione $B=3.3\text{m}$ $L=3.03\text{ m}$;
- quota di imposta a 0.2 m , quindi con confinamento laterale al piano di posa di 4 kPa ;
- terreno di fondazione costituito da rilevato ferroviario esistente, con i seguenti parametri geotecnici:

$\gamma = 20\text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 0\text{ kPa}$ coesione drenata

$\phi = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Il carico agente in fondazione è stato valutato sulla base delle indicazioni del manuale di progettazione Italferr, che per il ponte Bologna in esame, associano una pressione di utilizzo di 1.7 kg/cm^2 . Quindi si è valutato un carico assiale massimo:

$N_{sle} = 2300\text{ kN}$ (valutato con coeff di adattamento=1.1 e coeff dinamico=1.22) (SLE)

$N_{slu} = N_{sle} \cdot 1.45 = 3340\text{ kN}$ (SLU)

Nelle seguenti tabelle si riassumono i risultati dell'analisi da cui si evince che:

- la capacità portante delle fondazioni dirette è soddisfatta in quanto $FS > 2.3$ (A1+M1+R3);
- la pressione massima di Meyerhoff è di 330 kPa , quindi compatibile con i terreni in fondazione.

Nell'Appendice C sono riportati i tabulati di calcolo completi.

Tabella 30 – Fondazione diretta plinto 3.3 x 3.05 m – Analisi SLU

PONTE BOLOGNA
 capacit' portante SLU statica A1+M1+R3

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare
 Lato parallelo asse X Box = 3.30 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 3.03 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	3340.0	.0	.0	.0	.0	2.58

1: SLU

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	334.0	334.0	334.0	334.0	334.0	330.0

1: SLU

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:
 A - vertice quadrante X+ Y+
 B - vertice quadrante X- Y+
 C - vertice quadrante X- Y-
 D - vertice quadrante X+ Y-
 O - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = Fz/A_{ef} - q_0$$

9 VERIFICHE STRUTTURALI FONDAZIONI DIRETTE E SPALLE PROVVISORIE

9.1 Materiali da costruzione

9.1.1 *Resistenze di progetto*

Calcestruzzo per pali di fondazione e plinti provvisori: Classe C 28/35

Resistenza caratteristica a compressione: $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$
 $f_d = 16,46 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo per elementi in elevazione (spalle): Classe C 32/40

Resistenza caratteristica a compressione: $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica a compressione: $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 33,2 \text{ N/mm}^2$
 $f_d = 18,81 \text{ N/mm}^2$

Acciaio in barre: B450C avente caratteristiche:
tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$

9.1.2 Copriferrì

Si riportano di seguito la tabella di sintesi e i tabulati di calcolo dei copriferrì secondo la UNI EN 1992-1-1:2005.

Strutture in elevazione (Spalle)

Classe di resistenza del calcestruzzo:	C32/40
Dimensione massima nominale dell'aggregato:	25 mm
Massimo rapporto acqua/cemento:	0.5
Minimo contenuto cemento:	340 Kg/m ³
Contenuto minimo in aria:	3.0 %
Altri requisiti per eventuali cicli gelo/disgelo:	Aggregati secondo UNI-EN12620, di adeguata resistenza gelo/disgelo
Copriferro nominale:	55 mm

Strutture di fondazione (plinti provvisori)

Classe di resistenza del calcestruzzo:	C25/30
Dimensione massima nominale dell'aggregato:	32 mm
Massimo rapporto acqua/cemento:	0.6
Minimo contenuto cemento:	300 Kg/m ³
Copriferro nominale:	45 mm

Pali di fondazione

Classe di resistenza del calcestruzzo:	C28/35
Dimensione massima nominale dell'aggregato:	32 mm
Massimo rapporto acqua/cemento:	0.6
Minimo contenuto cemento:	300 Kg/m ³
Copriferro nominale:	75 mm

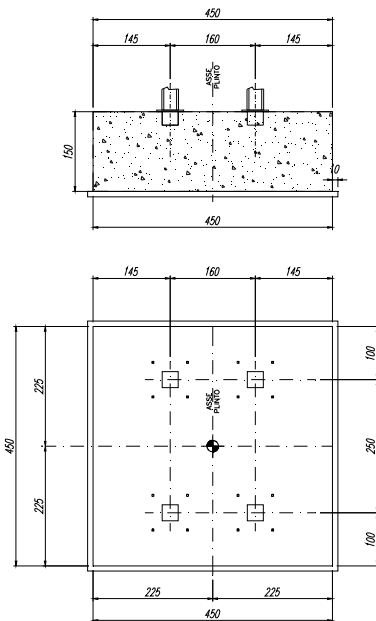
Descrizione parte dell'opera:		Strutture in elevazione (Spalle)			
Classe di esposizione:		XC4-XF2			
Valori raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Classe di esposizione (prospetto 1 - UNI 11104:2004)					
	XC4	-	-	XF2	
Massimo rapporto A/C	0.5	-	-	0.5	
Minima classe di resistenza	C32/40	-	-	C25/30	
Minimo contenuto cemento kg/m ³	340	-	-	340	
Contenuto minimo in aria [%]	-	-	-	3	
Altri requisiti	nessuno	-	-	Aggregati secondo UNI-EN12620, di adeguata resistenza gelo/disgelo	
Valori di progetto (inviluppo) per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Rapporto A/C	0.5				
Classe di resistenza	C32/40				
Contenuto cemento kg/m ³	340				
Contenuto in aria [%]	3				
Altri requisiti	Aggregati secondo UNI-EN12620, di adeguata resistenza gelo/disgelo				
Determinazione del copriferro nominale (UNI EN 1992-1-:2005)					
Diametro della barra di armatura [mm]:	30				
Barre raggruppate:	no				
Barre verticali compresse o giuntate per sovrapposizione:	no				
Valore n _b per barre raggruppate: (Prospetto 4.2, UNI EN 1992-1-1:2005)	-				
Diametro della barra equivalente [mm]:	30				
Dimensione nominale massima aggregato [mm]:	25				
c_{min,b} [mm]:	30				
Vita utile [anni]:	100				
Elemento forma simile a soletta:	no				
Controllo qualità speciale	no				
Valore strutturale di riferimento (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S4	-	-		
Vita utile di progetto di 100 anni (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	2	-	-		
Classe di resistenza (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	0	-	-		
Elemento di forma simile a soletta (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	0	-	-		
Controllo qualità speciale (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	0	-	-		
Classe strutturale di progetto (Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)	S6	-	-		
C _{min,dur} (Prospetto 4.4N-UNI EN 1992-1-1:2005)	40	-	-		
ΔC _{dur,y} UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(6)	0	0	0		
C _{dur,st} UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(7)	0	0	0		
C _{dur,add} UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(8)	0	0	0		
C_{dur}	40	-	-		
C_{min} [mm] (Punto 4.2-UNI EN 1992-1-1:2005)	40				
Prevista assicurazione qualità su misura copriferri: UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					no
Prevista misurazione accurata per monitoraggio: UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					no
ΔC _{dev} [mm] (Punto 4.4.1.3-UNI EN 1992-1-1:2005)	10				
Correzioni per aggregati esposti (Punto 4.4.1.2 (11) -UNI EN 1992-1-1:2005)	5				
C_{riam} [mm] = C_{min} + ΔC_{dev}	55				

Descrizione parte dell'opera:		Pali di fondazione			
Classe di esposizione:		XC2			
Valori raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Classe di esposizione <small>(prospetto 1 - UNI 11104:2004)</small>		XC2	-	-	-
Massimo rapporto A/C		0.6	-	-	-
Minima classe di resistenza		C25/30	-	-	-
Minimo contenuto cemento kg/m ³		300	-	-	-
Contenuto minimo in aria [%]		-	-	-	-
Altri requisiti		nessuno	-	-	-
Valori di progetto (inviluppo) per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Rapporto A/C					0.6
Classe di resistenza					C28/35
Contenuto cemento kg/m ³					300
Contenuto in aria [%]					0
Altri requisiti					-
Determinazione del copriferro nominale (UNI EN 1992-1-:2005)					
Diametro della barra di armatura [mm]:					30
Barre raggruppate:					si
Barre verticali compresse o giuntate per sovrapposizione:					no
Valore n _b per barre raggruppate: <small>(Prospetto 4.2, UNI EN 1992-1-1:2005)</small>					3
Diametro della barra equivalente [mm]:					52
Dimensione nominale massima aggregato [mm]:					32
C_{min,b} [mm]:					52
Vita utile [anni]:					100
Elemento forma simile a soletta:					no
Controllo qualità speciale					no
Valore strutturale di riferimento <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		S4	-	-	
Vita utile di progetto di 100 anni <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		2	-	-	
Classe di resistenza <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		0	-	-	
Elemento di forma simile a soletta <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		0	-	-	
Controllo qualità speciale <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		0	-	-	
Classe strutturale di progetto <small>(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		S6	-	-	
C _{min,dur} <small>(Prospetto 4.4N-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>		35	-	-	
ΔC _{dur,y} <small>UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(6)</small>		0	0	0	
C _{dur,st} <small>UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(7)</small>		0	0	0	
C _{dur,add} <small>UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(8)</small>		0	0	0	
C_{dur}		35	-	-	
C_{min} [mm] <small>(Punto 4.2-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>					52
Prevista assicurazione qualità su misura copriferri: <small>UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)</small>					no
Prevista misurazione accurata per monitoraggio: <small>UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)</small>					no
ΔC_{dev} [mm] <small>(Punto 4.4.1.3-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>					10
Correzioni per aggregati esposti <small>(Punto 4.4.1.2 (11)-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>					0
C_{risso} [mm] = C_{min} + ΔC_{dev} contro cassero					62
C_{risso} [mm] contro terreno <small>(Punto 4.4.1.3 (4)-UNI EN 1992-1-1:2005)</small>					75

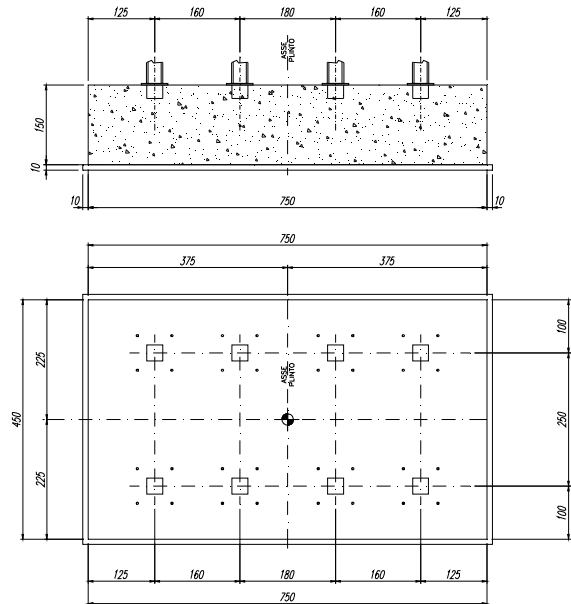
Descrizione parte dell'opera:		Strutture di fondazione (plinti provvisori)			
Classe di esposizione:		XC2			
Valori raccomandati per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Classe di esposizione (prospetto 1 - UNI 11104:2004)					
	XC2	-	-	-	-
Massimo rapporto A/C	0.6	-	-	-	-
Minima classe di resistenza	C25/30	-	-	-	-
Minimo contenuto cemento kg/m ³	300	-	-	-	-
Contenuto minimo in aria [%]	-	-	-	-	-
Altri requisiti	nessuno	-	-	-	-
Valori di progetto (inviluppo) per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (prospetto 4 -UNI 11104:2004)					
Rapporto A/C					0.6
Classe di resistenza					C28/35
Contenuto cemento kg/m ³					300
Contenuto in aria [%]					0
Altri requisiti					-
Determinazione del copriferro nominale (UNI EN 1992-1-:2005)					
Diametro della barra di armatura [mm]:					
					26
Barre raggruppate:					
					no
Barre verticali compresse o giuntate per sovrapposizione:					
					no
Valore n _b per barre raggruppate:					
					-
(Prospetto 4.2, UNI EN 1992-1-1:2005)					
Diametro della barra equivalente [mm]:					
					26
Dimensione nominale massima aggregato [mm]:					
					32
C_{min,b} [mm]:					
					26
Vita utile [anni]:					
					100
Elemento forma simile a soletta:					
					no
Controllo qualità speciale					
					no
Valore strutturale di riferimento					
	S4	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Vita utile di progetto di 100 anni					
	2	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Classe di resistenza					
	0	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Elemento di forma simile a soletta					
	0	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Controllo qualità speciale					
	0	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Classe strutturale di progetto					
	S6	-	-		
(Prospetto 4.3N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
C _{min,dur}					
	35	-	-		
(Prospetto 4.4N-UNI EN 1992-1-1:2005)					
ΔC _{dur,y}					
	0	0	0		
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(6)					
C _{dur,st}					
	0	0	0		
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(7)					
C _{dur,add}					
	0	0	0		
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.2.(8)					
C_{dur}					
	35	-	-		
C_{min} [mm]					
					35
(Punto 4.2-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Prevista assicurazione qualità su misura copriferri:					
					no
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					
Prevista misurazione accurata per monitoraggio:					
					no
UNI EN 1992-1-1:2005, §4.4.1.3.(3)					
ΔC_{dev} [mm]					
					10
(Punto 4.4.1.3-UNI EN 1992-1-1:2005)					
Correzioni per aggregati esposti					
					0
(Punto 4.4.1.2 (11)-UNI EN 1992-1-1:2005)					
C_{riso} [mm] = C_{min} + ΔC_{dev}					
					45

9.3 Fondazioni dirette pile provvisorie

Di seguito si riportano le verifiche delle armature delle due tipologie di plinti diretti per le pile provvisorie PP1-PP2-PP3-PP4-PP5 utilizzate per il montaggio della carpenteria metallica del ponte.



Plinto pile provvisorie PP1-PP3-PP5



Plinto pile provvisorie PP2-PP4

9.3.1 Azioni di verifica

Per la verifica delle armature longitudinali e trasversali superiori ed inferiori dei plinti sono state utilizzate le pressioni che derivano dall'analisi geotecnica.

In particolare si riportano qua di seguito quelle che sono risultate dimensionanti per i plinti:

PLINTO 4.5 m x4.5 m SLU

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	14.2	170.0	248.0	92.1	131.1	162.5
2	284.4	128.5	50.6	206.4	167.5	195.9
3	274.7	118.8	40.9	196.8	157.8	186.9
4	23.8	179.7	257.6	101.8	140.7	171.2

(*) se un valore fra pA, pB, pC, pD e' < 0.0
la serie va ricalcolata con impronta parzializzata

- 1: CV03 - PP1 _Combinazione carico AlSTR
- 2: CV03 - PP1 _Combinazione carico AlSTR
- 3: CV03 - PP1 _Combinazione carico AlSTR
- 4: CV03 - PP1 _Combinazione carico AlSTR

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

- A - vertice quadrante X+ Y+
- B - vertice quadrante X- Y+
- C - vertice quadrante X- Y-
- D - vertice quadrante X+ Y-
- O - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = Fz/Aef - q_0$$

PLINTO 7.5 m x4.5 m SLU

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	218.2	63.2	-13.3	141.6	102.4	137.4
2	55.2	129.0	256.5	182.7	155.8	176.9
3	253.2	83.7	-41.5	128.1	105.9	160.8
4	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7
5	251.6	65.4	-11.1	175.0	120.2	162.3
6	-7.6	137.8	263.3	117.8	127.8	169.6
7	251.6	98.5	-34.0	119.0	108.8	159.3
8	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7
9	251.6	98.5	-34.0	119.0	108.8	159.3
10	21.2	146.8	279.4	153.8	150.3	185.7
11	290.9	111.7	-13.4	165.8	138.7	189.1
12	-1.8	103.2	228.3	123.4	113.3	145.2

- 1: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 2: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 3: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 4: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 5: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 6: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 7: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 8: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 9: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 10: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 11: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR
- 12: CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico AlSTR

Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

- A - vertice quadrante X+ Y+
- B - vertice quadrante X- Y+
- C - vertice quadrante X- Y-
- D - vertice quadrante X+ Y-
- O - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = Fz/Aef - q_0$$

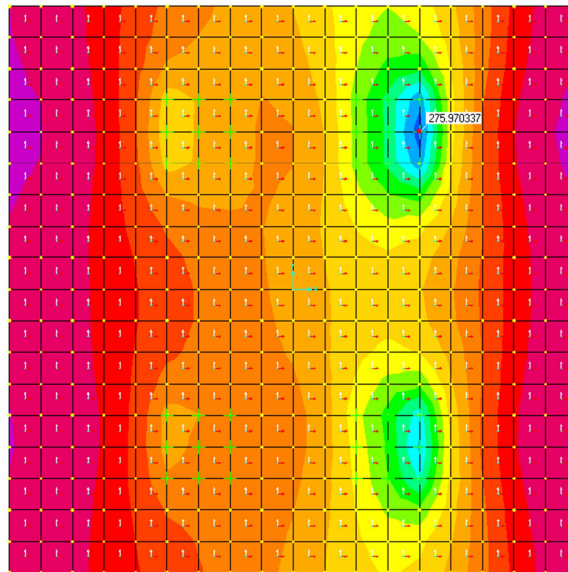
9.3.2 *Modello di calcolo e sollecitazioni*

Per determinare le sollecitazioni di verifica sono stati utilizzati due modelli shell che schematizzano entrambe le tipologie di plinto.

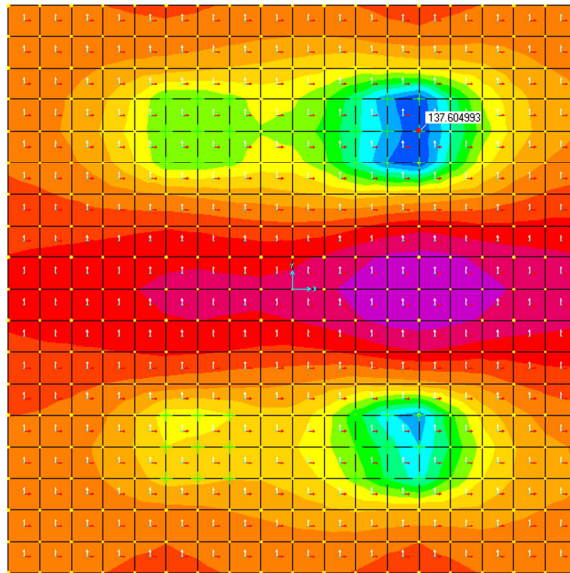
Il modello è stato caricato con le pressioni del terreno e ha come vincoli le gambe delle pile provvisorie in acciaio (cautelativamente alle pressioni del terreno non è stata sottratta la pressione dovuta al peso del cls del plinto che agisce in direzione contraria).

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime di momento e di taglio agenti nelle due tipologie di plinto.

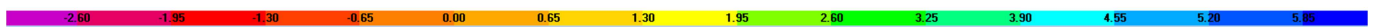
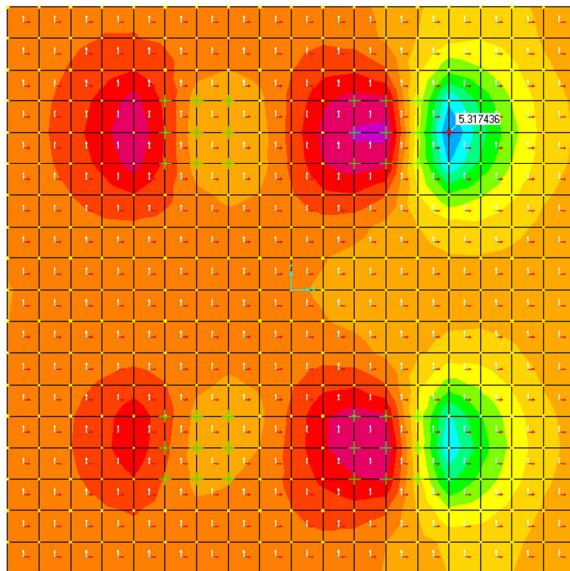
Resultant M11 Diagram (A1STR2)



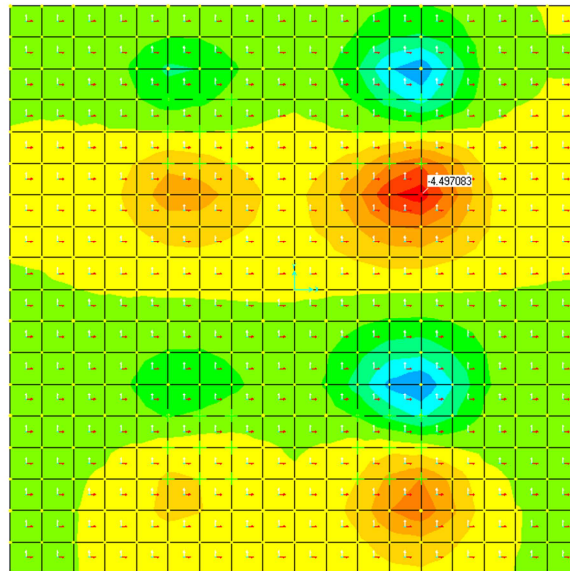
Resultant M22 Diagram (A1STR2)



Resultant V13 Diagram (A1STR2)



Resultant V23 Diagram (A1STR2)



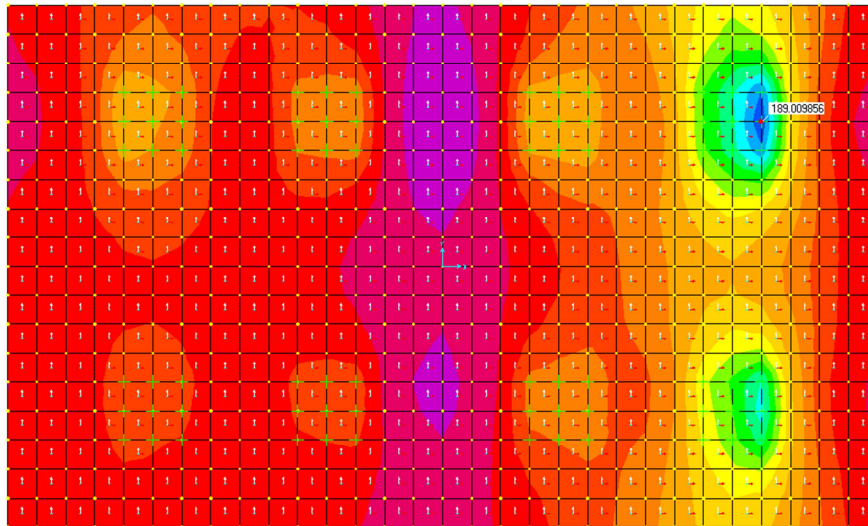
Dai diagrammi precedenti si riassumono le seguenti sollecitazioni di verifica:

$$M_{\max} = 276 \text{ kNm/m}$$

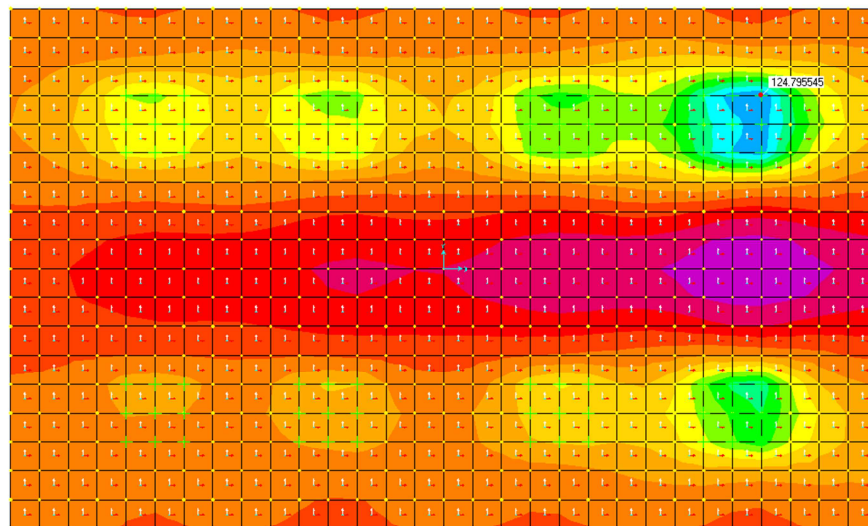
$$M_{\min} = -55 \text{ kNm/m}$$

$$T_{\max} = (5.31+2.5)/2 \text{ kN/cm} \times 100 \text{ cm} = 391 \text{ kN.}$$

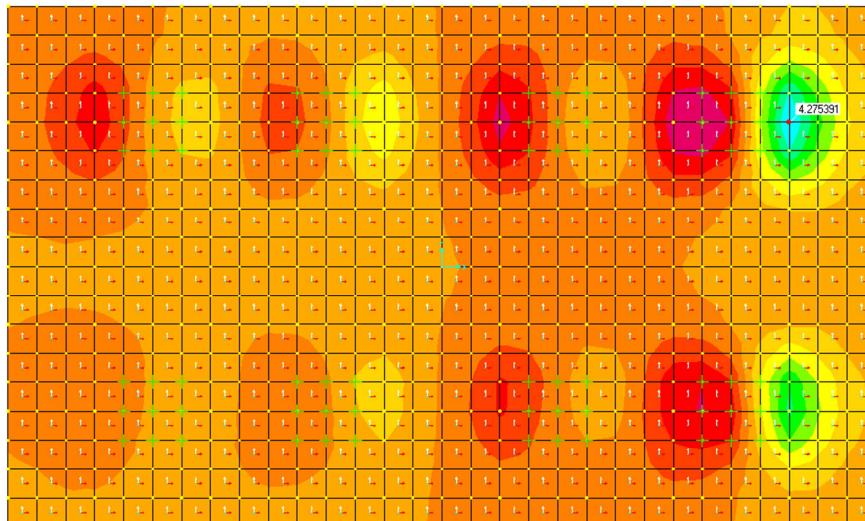
Resultant M11 Diagram (A1STR11sx)



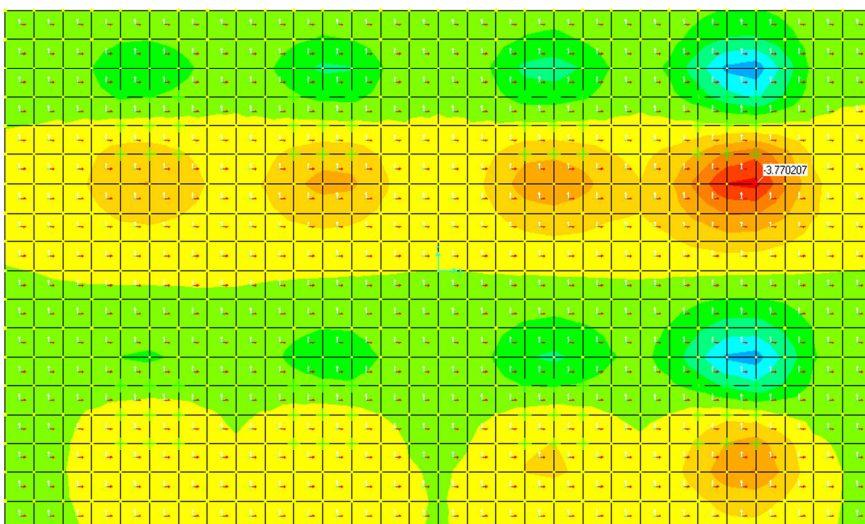
Resultant M22 Diagram (A1STR11sx)



Resultant V13 Diagram (A1STR11sx)



Resultant V23 Diagram (A1STR11sx)



Dai diagrammi precedenti si riassumono le seguenti sollecitazioni di verifica:

$$M_{max} = 189 \text{ kNm/m}$$

$$M_{min} = -55 \text{ kNm/m}$$

$$T_{max} = (4.28+1.93)/2 \text{ kN/cm} \times 100 \text{ cm} = 311 \text{ kN.}$$

9.3.3 Verifiche di resistenza

Armatura inferiore: Si adotterà un'armatura a flessione pari a $5 \varnothing 24 / m$ (sotto i piedritti: $10 \varnothing 26 / m$) in entrambe le direzioni.

Armatura superiore: $5 \varnothing 24 / m$ in entrambe le direzioni.

Verifica C.A. S.L.U. - File: long e trasv_inf e sup

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

Titolo : _____

N* figure elementari 1 Zoom N* strati barre 2 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	150	1	22.62	10
			2	22.62	140

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 276 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

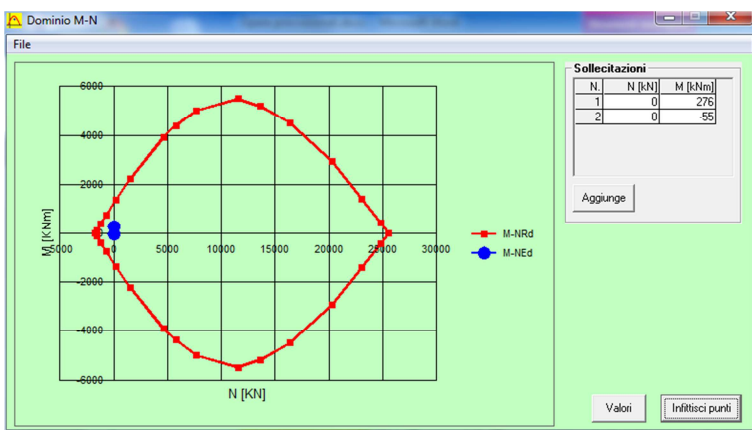
Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali B450C C28/35

ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 %
E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 15.87
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 11
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 1'222 kN m
σ_c -15.87 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 %
ε_s 52.85 %
d 140 cm
x 8.696 x/d 0.06211
δ 0.7

N* rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso



Titolo : **Nodo di Bologna** Plinto pile provvisorie

VERIFICA A TAGLIO (NTC 2008)

Caratteristiche dei materiali

R_{ck}	f_{yk}	f_{ck}	γ_C	γ_S	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$	$f_{vd} = f_{yk} / \gamma_S$	f_{ctm}	$0,7 f_{ctm}$	$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
35	450	28	1.5	1.15	15.87	391.3	2.77	1.94	3.32

Caratteristiche di sollecitazione

M_{Ed}	N_{Ed}	V_{Ed}
kNm	kN	kN
0	0	391

Dimensioni sezione

Altezza totale	Larghezza anima	Larghezza soletta	Spessore soletta	Altezza utile	Area sezione
h	b_w	b	s_s	d	A_c
m	m	m	m	m	m ²
1.50	1.00	1.00	0	1.400	1.50

Note:

↑ Sezione rettangolare

VERIFICA DELLA SEZIONE SENZA ARMATURE A TAGLIO

Armatura longitudinale:

$$A_{sl} = 4520 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_p = 0.0000$$

k	v_{min}	ρ_1	V_{Rd}
	N/mm ²		kN
1.38	0.2996	0.003229	482.2

$$V_{Rd} = [0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_C + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = 482.2$$

$$(v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 419.4$$

$$V_{Rd} \geq (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d \quad \text{OK}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

Sezione senza armature a taglio verificata

9.4 Spalle provvisorie CV03

Di seguito si riportano le verifiche del corpo spalla, del plinto e dei pali di fondazione delle spalle provvisorie del CV03.

Si precisa che la geometria e le armature della spalla con appoggi fissi e quella con appoggi mobili sono le stesse e quindi di seguito verranno esposte le verifiche per la spalla con appoggi fissi che risulta quella maggiormente sollecitata.

La spalla provvisoria del CV03 è soggetta ai carichi del peso proprio e dei permanenti portati del ponte, di un eventuale carico di collaudo e dalle forze che si generano per la traslazione del ponte dalla spalla provvisoria a quella definitiva ad esso affiancata e collegata temporaneamente (per questo ultima condizione è stato considerato un carico trasversale dovuto alla traslazione più varie condizioni di carico verticale dovute al fatto che il ponte si muove).

I carichi agli appoggi sono di seguito riassunti:

Fisso				
		N	Tx	Ty
Permanente strutturale		7550	0	0
Permanente portato		1600	0	0
Ballast		2550	0	0
Collaudo		4200	0	0
Spinta trasversale		0	0	2350
Vento	+/-	300	850	560

Uni longitudinale				
		N	Tx	Ty
Permanente strutturale		7550	0	0
Permanente portato		1600	0	0
Ballast		2550	0	0
Collaudo		4200	0	0
Spinta trasversale		0	0	2350
Vento	+/-	300	0	340

Uni trasversale				
		N	Tx	Ty
Permanente strutturale		7550	0	0
Permanente portato		1600	0	0
Ballast		2550	0	0
Collaudo		4200	0	0
Vento	+/-	300	850	0

Mobile				
		N	Tx	Ty
Permanente strutturale		7550	0	0
Permanente portato		1600	0	0
Ballast		2550	0	0
Collaudo		4200	0	0
Vento	+/-	300	0	0

9.4.1 Corpo spalla

9.4.1.1 Analisi dei carichi e azioni interne

Di seguito si riportano i carichi combinati alla base del corpo spalla.

Load combination A1STR	Load combination A1STR - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-27952	0	-2912133	840	-64845	1278300
	1	-55900	0	-6065767	504	-1718236	766980
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-43300	0	-4585267	840	-688372	1278300
	1	-43300	0	-4585267	840	-688372	1278300
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-27952	0	-2912133	840	-64845	1278300
	1	-55900	0	-6065767	504	-1718236	766980
	Load combination A1STR - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-43300	0	-4585267	840	-688372	1278300
	1	-43300	0	-4585267	-840	-2372692	-1278300
	Load combination A1STR - Max and Min transverse moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-27952	0	-2912133	840	-64845	1278300	
1	-55900	0	-6065767	-504	-2728828	-766980	
Load combination A1STR - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-43300	0	-4585267	840	-688372	1278300	
1	-43300	0	-4585267	-840	-2372692	-1278300	

Load combination Fase di Spinta	Load combination SPINTA - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-7752	0	-538683	4029	2203891	974074
	1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074
	Load combination SPINTA - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074
	1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074
	Load combination SPINTA - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074
	1	-10465	0	-727222	4029	2275289	974074
	Load combination SPINTA - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074
	1	-43300	0	1201834	3021	-541228	-559886
	Load combination SPINTA - Max and Min transverse moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	9991514	974074	
1	-26882	0	237306	3021	-1936648	-559886	
Load combination SPINTA - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-43300	0	1201834	4029	469364	974074	
1	-43300	0	1201834	3021	-541228	-559886	

9.4.1.2 Verifiche di resistenza

Di seguito si riportano le verifiche del corpo spalla che cautelativamente sono state condotte considerando solo la parte rettangolare del fusto.

La sezione presa in esame è quindi la seguente:

$$h = 235 \text{ cm} \quad b = 1500 \text{ cm}$$

Le armature verticali sono: $\varnothing 24 / 10$

Condizione statica

Verifica C.A. S.L.U. - File: spalla_SLU10

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

Titolo: _____

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 339 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-725	117.5
2	775	117.5
3	775	-117.5
4	-725	-117.5

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	-717.5	110
2	4.521	-707.5	110
3	4.521	-697.5	110
4	4.521	-687.5	110
5	4.521	-677.5	110
6	4.521	-667.5	110

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 52198 kN
M_{xEd}: 60658 kNm
M_{yEd}: -27288 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

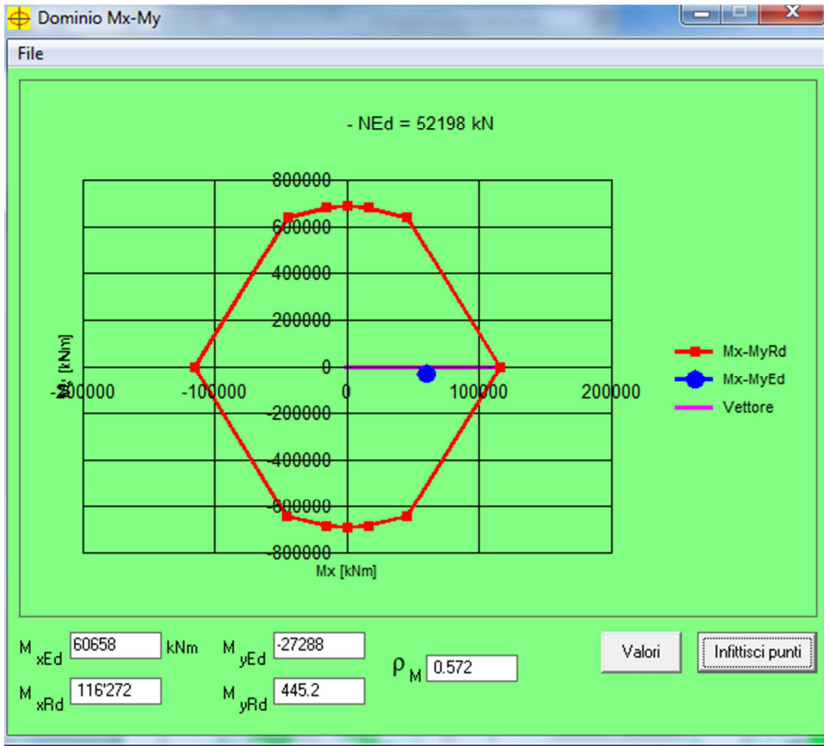
angolo asse neutro θ°: 0

Precompresso

Materiali: B450C C32/40

ε_{su}: 67.5‰ ε_{c2}: 2‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5‰
E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 18.13
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957‰ σ_{c,adm}: 12.25
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.7333
τ_{c1}: 2.114

M_{xRd}: 116'272 kNm
M_{yRd}: 445.2 kNm
σ_c: -18.13 N/mm²
σ_s: 391.3 N/mm²
ε_c: 3.5‰
ε_s: 27.4‰
d: 227.5 cm
x: 25.77 w/d: 0.1133
δ: 0.7



Condizione di spinta

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

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

Titolo :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 339 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-725	117.5
2	775	117.5
3	775	-117.5
4	-725	-117.5

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	-717.5	110
2	4.521	-707.5	110
3	4.521	-697.5	110
4	4.521	-687.5	110
5	4.521	-677.5	110
6	4.521	-667.5	110

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 39598 kN
M_{xEd} -12018 kNm
M_{yEd} 99916 kNm

P.to applicazione N
● Centro ○ Baricentro cls
○ Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
● S.L.U.+ ● S.L.U.-
● Metodo n

Tipo flessione
● Retta ● Deviato

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

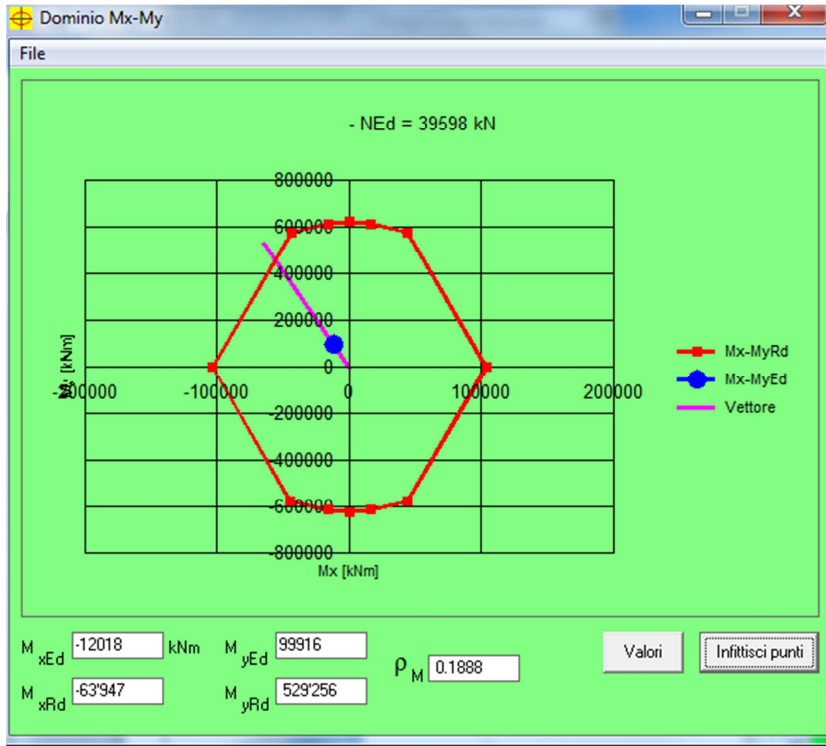
angolo asse neutro θ° 198

Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67.5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391.3 N/mm²	ε _{cu}	3.5 ‰
E _s	200'000 N/mm²	f _{cd}	18.13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0.8
ε _{syd}	1.957 ‰	σ _{c,adm}	12.25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0.7333
		τ _{c1}	2.114

M_{xRd} -63'947 kNm
M_{yRd} 529'256 kNm
σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 9.382 ‰
d 677.6 cm
x 184.1 w/d 0.2717
δ 0.7796



Verifica a taglio

Titolo : **Nodo di Bologna**

Spalla provvisoria

VERIFICA A TAGLIO (NTC 2008)

Caratteristiche dei materiali

R_{ck}	f_{yk}	f_{ck}	γ_C	γ_S	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$	$f_{vd} = f_{yk} / \gamma_S$	f_{ctm}	$0,7 f_{ctm}$	$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm}$
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
40	450	32	1.5	1.15	18.13	391.3	3.02	2.12	3.63

Caratteristiche di sollecitazione

M_{Ed}	N_{Ed}	V_{Ed}
kNm	kN	kN
0	0	4100

Dimensioni sezione

Altezza	Larghezza	Larghezza	Spessore	Altezza	Area
totale	anima	soletta	soletta	utile	sezione
h	b_w	b	s_s	d	A_c
m	m	m	m	m	m ²
15.00	2.35	2.35	0	14.900	35.25

Note:

↑ Sezione rettangolare

VERIFICA DELLA SEZIONE SENZA ARMATURE A TAGLIO

Armatura longitudinale:

$$A_{sl} = 10399.68 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_p = 0.0000$$

k	v_{min}	ρ_1	V_{Rd}
	N/mm ²		kN
1.12	0.2334	0.000297	4609.8

$$V_{Rd} = [0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_C + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = 4609.8$$

$$(v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d = 8171.7$$

$$V_{Rd} \geq (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d \quad \text{NO}$$

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

Sezione senza armature a taglio verificata

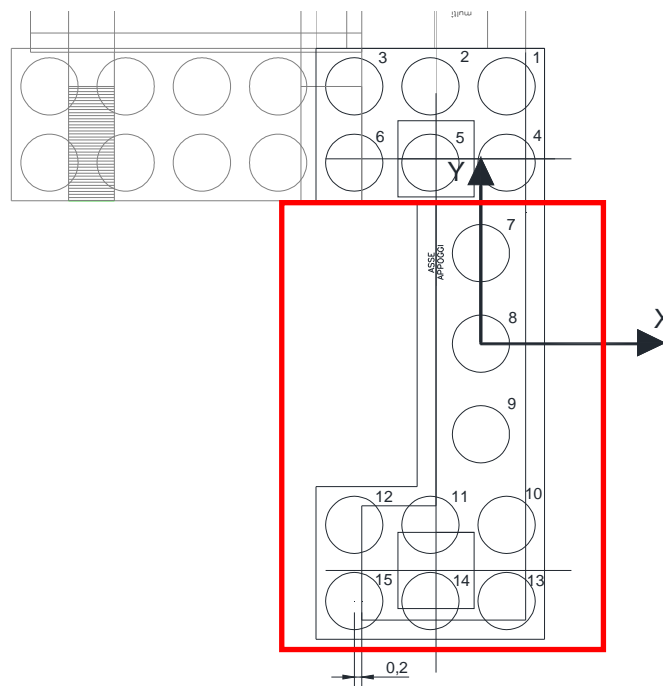
Verifica a torsione

Portata a torsione trave in c.a.

Resistenza calcestruzzo	[kN/cm ²]	R _{ck}	4	
	[kN/cm ²]	f _{cd}	1.9	
Resistenza barre armatura	[kN/cm ²]	f _{yk}	45.0	
	[kN/cm ²]	f _{yd}	39.1	
Larghezza trave	[cm]	b	1500	
Altezza trave	[cm]	h	235	
Area sezione lorda	[cm ²]	A _C	352500	
Perimetro sezione	[cm]	u	3470	
Copriferro barre longitudinali	[cm]	c	5.5	
Sezione piena si	[cm]	t	101.585	
Perimetro medio nucleo	[cm]	u _m	3063.66	
Area racchiusa	[cm ²]	A	186570	
		n	d	A_L
Armatura longitudinale		8	24	36.19
		8	24	36.19
		6	24	27.14
		6	24	27.14
	[cm ²]	A _L		126.67
		n br	d	A_S
Staffe trasversali		25	12	28.27
	[cm ²]	A _S		28.27
Passo staffe trasversali	[cm]	s		60
	[cm ²]	a _L		0.04
	[cm ²]	a _S		0.47
Inclinazione bielle compresse		cotg ^ϕ		0.40
Torsione resistente per cls	[kNcm]	T _{Rcd}		24590541
Torsione resistente per staffe	[kNcm]	T _{Rsd}		17201507
Torsione resistente per ferri long.	[kNcm]	T _{Rld}		1509229
Torsione resistente totale	[kNcm]	T _{Rd}		1509229
Torsione sollecitante	[kNcm]	T _{ed}		1278300 SEZIONE VERIFICATA

9.4.2 Pali di fondazione

Di seguito si riportano le verifiche dei pali relative solamente alla spalla provvisoria e quindi dal numero 7 al 13.



9.4.2.1 Azioni interne

Le azioni sollecitanti di verifica dei pali sono quelle riportate precedentemente nel cap. 7.3 e derivanti quindi dal calcolo geotecnico della fondazione.

9.4.2.2 Verifiche di resistenza

Di seguito si riportano le verifiche dimensionanti per i pali di fondazione.

L'armatura lungo il palo varia:

per i primi 12 m di palo:

$D = 1500 \text{ mm}$

Ferri longitudinali: $30\Phi 26$

Spirale: $\Phi 12/20$

Da 12 m a 47 m:

$D = 1500 \text{ mm}$

Ferri longitudinali: $30\Phi 20$

Spirale: $\Phi 10/20$

Primi 12 m

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo_A1STR_pali

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

Titolo: Spalla tipica

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 75 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 30
- Diametro barre: 2.6 [cm]
- Copriferro (baric.): 10.4 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 1892 [kN]

M_{xEd}: 525.3 [kNm]

M_{yEd}: 0 [kNm]

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN: 0 yN: 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: 4'435 [kN m]

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

- Retta
- Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 [cm] Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C28/35

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰

f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰

E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 15.87

E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8

ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 11

$\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6667

τ_{c1} : 1.971

σ_c : -15.87 N/mm²

σ_s : 391.3 N/mm²

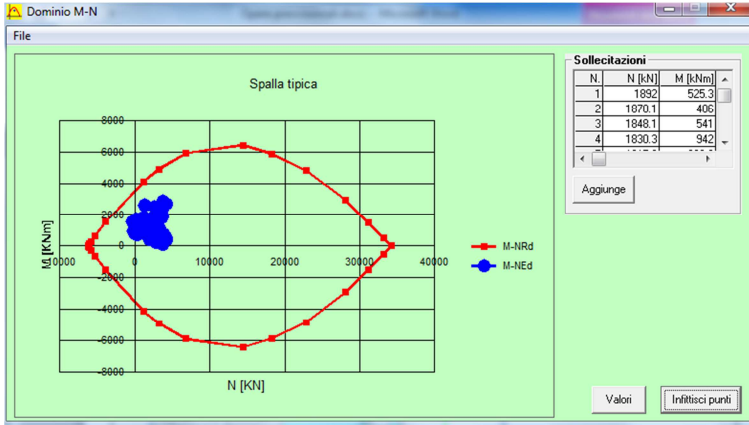
ϵ_c : 3.5 ‰

ϵ_s : 9.032 ‰

d: 139.6 cm

x: 38.99 x/d: 0.2793

δ : 0.7891



Da 12 m a 47 m

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo_SPINTA_da12m

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

Titolo: Spalla tipica

Sezione circolare cava N° barre: 0 Zoom

Raggio esterno: 75 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 30
 Diametro barre: 2.0 [cm]
 Copriferro (baric.): 10.4 [cm]

Sollecitazioni Metodo n

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 0 kN
 M_{xEd}: 731 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali

B450C C28/35

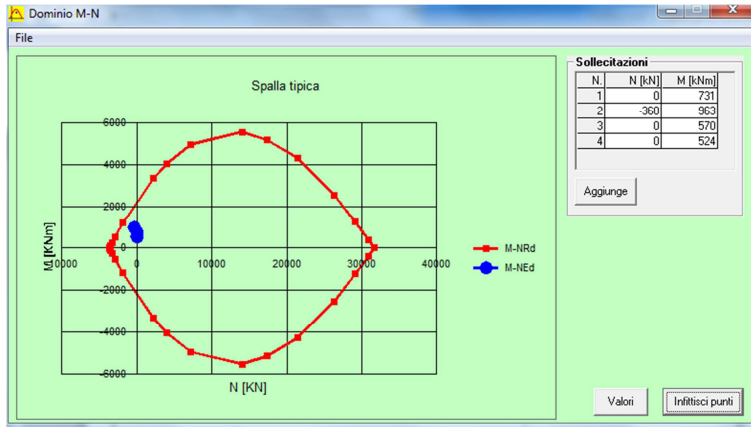
ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 15.87
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 11
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
 τ_{c1}: 1.971

M_{xRd}: 2'257 kN m

σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 16.58 ‰
 d: 139.6 cm
 x: 24.33 x/d: 0.1743
 δ: 0.7

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

Precompresso



Verifica a taglio

$d_{palo} = 150$ cm
 $f_{yd} = 39.13$ kN/cm²
 $R_{ck} = 35$ N/mm²
 $f_{ck} = 29.05$ N/mm²
 $f_{cd} = 16.46167$ N/mm²
 $\alpha_c = 1$

n° pila	cotθ	d [cm]	staffe A (spirale)	(A _{sw} /s) [mm]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rcd} [kN]	A1 STR	Spinta	V _{Rd} /T _{A1STR}	V _{Rd} /T _{SISMA}
							T _{max} [kN]	T _{max} [kN]		
Spalla provvisoria 0-12 m	2.5	123	Φ 12 / 20	1.13	1222	4703	333	570	3.67	2.14
Spalla provvisoria 12-47 m	2.5	123	Φ 10 / 20	0.79	849	4703	33	185	25.72	4.59

9.4.3 *Plinto di fondazione*

Vista la disposizione dei pali di fondazione e la posizione e la geometria del corpo spalla rispetto al plinto di fondazione, si ritiene che non siano necessarie specifiche verifiche dell'armatura del plinto stesso.

Si adotta quindi un'armatura uniformemente distribuita sia inferiore che superiore pari a $\Phi 20/20$.

10 APPENDICE A. VALUTAZIONE CAPACITA' PORTANTE PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

10.1 Portata di progetto (A1+M1+R3) palo di spigolo CV03 - compressione

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 m
Quota falda da p.c. = 2.00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.20 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 3.18000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 3.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 55.0 a 57.0 kPa

Strato 2 "GS" (Incoerente) da 3.00 a 8.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa

K = .70 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 3400. a 3400. kPa

Strato 3 "A1" (Coesivo) da 8.00 a 13.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 60.0 a 80.0 kPa

pag. / 4

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "GS " (Incoerente) da 13.00 a 26.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa
K = .70 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 3700. a 3700. kPa

Strato 5 "A1 " (Coesivo) da 26.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato		Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1	"A "	1.00	1.00	1.00
2	"GS "	1.00	1.00	-
3	"A1 "	1.00	1.00	1.00
4	"GS "	1.00	1.00	-
5	"A1 "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
.00	.0	.0	55.0	.00	.0	495.
.50	9.5	9.5	55.3	.55	5.2	508.
1.00	19.0	19.0	55.7	.55	10.4	520.
1.50	28.5	28.5	56.0	.55	15.7	533.
2.00	38.0	38.0	56.3	.55	20.9	545.
2.50	42.5	47.5	56.7	.55	23.4	558.
3.00	47.0	57.0	57.0	.55	25.8	570.
3.50	52.0	67.0	--	.55	28.4	884.
4.00	57.0	77.0	--	.55	31.2	1164.
4.50	62.0	87.0	--	.55	33.9	1443.
5.00	67.0	97.0	--	.55	36.6	1723.
5.50	72.0	107.0	--	.55	39.4	2002.
6.00	77.0	117.0	--	.55	42.1	1982.
6.50	82.0	127.0	--	.55	44.8	1660.
7.00	87.0	137.0	--	.55	47.6	1339.
7.50	92.0	147.0	--	.55	50.3	1018.
8.00	97.0	157.0	--	.46	44.5	697.
8.50	101.5	166.5	62.0	.37	37.2	725.
9.00	106.0	176.0	64.0	.36	38.4	752.
9.50	110.5	185.5	66.0	.36	39.6	780.
10.00	115.0	195.0	68.0	.35	40.8	807.
10.50	119.5	204.5	70.0	.35	42.0	835.
11.00	124.0	214.0	72.0	.35	43.2	862.
11.50	128.5	223.5	74.0	.35	44.4	890.
12.00	133.0	233.0	76.0	.23	30.6	917.
12.50	137.5	242.5	78.0	.23	31.6	945.
13.00	142.0	252.0	80.0	.39	55.2	972.
13.50	147.0	262.0	--	.55	80.4	1275.
14.00	152.0	272.0	--	.55	83.1	1578.
14.50	157.0	282.0	--	.55	85.9	1881.

pag. / 7

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	162.0	292.0	--	.55	88.6	2184.
15.50	167.0	302.0	--	.55	91.3	2488.
16.00	172.0	312.0	--	.55	94.1	2791.
16.50	177.0	322.0	--	.55	96.8	3094.
17.00	182.0	332.0	--	.55	99.5	3397.
17.50	187.0	342.0	--	.55	102.3	3700.
18.00	192.0	352.0	--	.55	105.0	3700.
18.50	197.0	362.0	--	.55	107.7	3700.
19.00	202.0	372.0	--	.55	110.5	3700.
19.50	207.0	382.0	--	.55	113.2	3700.
20.00	212.0	392.0	--	.55	115.9	3700.
20.50	217.0	402.0	--	.55	118.7	3700.
21.00	222.0	412.0	--	.55	121.4	3700.
21.50	227.0	422.0	--	.55	124.1	3700.
22.00	232.0	432.0	--	.55	126.9	3456.
22.50	237.0	442.0	--	.55	129.6	3212.
23.00	242.0	452.0	--	.55	132.3	2967.
23.50	247.0	462.0	--	.55	135.1	2723.
24.00	252.0	472.0	--	.55	137.8	2479.
24.50	257.0	482.0	--	.55	140.6	2235.
25.00	262.0	492.0	--	.55	143.3	1990.
25.50	267.0	502.0	--	.55	146.0	1746.
26.00	272.0	512.0	--	.39	105.7	1502.
26.50	276.5	521.5	110.0	.23	63.6	1512.
27.00	281.0	531.0	110.0	.23	64.6	1521.
27.50	285.5	540.5	110.0	.23	65.7	1531.
28.00	290.0	550.0	110.0	.23	66.7	1540.
28.50	294.5	559.5	110.0	.23	67.7	1550.
29.00	299.0	569.0	110.0	.23	68.8	1559.
29.50	303.5	578.5	110.0	.23	69.8	1569.

pag. / 8

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
30.00	308.0	588.0	110.0	.23	70.8	1578.
30.50	312.5	597.5	110.0	.23	71.9	1588.
31.00	317.0	607.0	110.0	.23	72.9	1597.
31.50	321.5	616.5	110.0	.23	73.9	1607.
32.00	326.0	626.0	110.0	.23	75.0	1616.
32.50	330.5	635.5	110.0	.23	76.0	1626.
33.00	335.0	645.0	110.0	.23	77.1	1635.
33.50	339.5	654.5	110.0	.23	78.1	1645.
34.00	344.0	664.0	110.0	.23	79.1	1654.
34.50	348.5	673.5	110.0	.23	80.2	1664.
35.00	353.0	683.0	110.0	.23	81.2	1673.
35.50	357.5	692.5	110.0	.23	82.2	1683.
36.00	362.0	702.0	110.0	.23	83.3	1692.
36.50	366.5	711.5	110.0	.23	84.3	1702.
37.00	371.0	721.0	110.0	.23	85.3	1711.
37.50	375.5	730.5	110.0	.23	86.4	1721.
38.00	380.0	740.0	110.0	.23	87.4	1730.
38.50	384.5	749.5	110.0	.23	88.4	1740.
39.00	389.0	759.0	110.0	.23	89.5	1749.
39.50	393.5	768.5	110.0	.23	90.5	1759.
40.00	398.0	778.0	110.0	.23	91.5	1768.
40.50	402.5	787.5	110.0	.23	92.6	1778.
41.00	407.0	797.0	110.0	.23	93.6	1787.
41.50	411.5	806.5	110.0	.23	94.6	1797.
42.00	416.0	816.0	110.0	.23	95.7	1806.
42.50	420.5	825.5	110.0	.23	96.7	1816.
43.00	425.0	835.0	110.0	.23	97.8	1825.
43.50	429.5	844.5	110.0	.23	98.8	1835.
44.00	434.0	854.0	110.0	.23	99.8	1844.
44.50	438.5	863.5	110.0	.23	100.0	1854.

pag. / 9

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
45.00	443.0	873.0	110.0	.23	100.0	1863.
45.50	447.5	882.5	110.0	.22	100.0	1873.
46.00	452.0	892.0	110.0	.22	100.0	1882.
46.50	456.5	901.5	110.0	.22	100.0	1892.
47.00	461.0	911.0	110.0	.22	100.0	1901.
47.50	465.5	920.5	110.0	.21	100.0	1911.
48.00	470.0	930.0	110.0	.21	100.0	1920.
48.50	474.5	939.5	110.0	.21	100.0	1930.
49.00	479.0	949.0	110.0	.21	100.0	1939.
49.50	483.5	958.5	110.0	.21	100.0	1949.
50.00	488.0	968.0	110.0	.20	100.0	1958.
50.50	492.5	977.5	110.0	.20	100.0	1968.
51.00	497.0	987.0	110.0	.20	100.0	1977.
51.50	501.5	996.5	110.0	.20	100.0	1987.
52.00	506.0	1006.0	110.0	.20	100.0	1996.
52.50	510.5	1015.5	110.0	.20	100.0	2006.
53.00	515.0	1025.0	110.0	.19	100.0	2015.
53.50	519.5	1034.5	110.0	.19	100.0	2025.
54.00	524.0	1044.0	110.0	.19	100.0	2034.
54.50	528.5	1053.5	110.0	.19	100.0	2044.
55.00	533.0	1063.0	110.0	.19	100.0	2053.
55.50	537.5	1072.5	110.0	.19	100.0	2063.
56.00	542.0	1082.0	110.0	.18	100.0	2072.
56.50	546.5	1091.5	110.0	.18	100.0	2082.
57.00	551.0	1101.0	110.0	.18	100.0	2091.
57.50	555.5	1110.5	110.0	.18	100.0	2101.
58.00	560.0	1120.0	110.0	.18	100.0	2110.
58.50	564.5	1129.5	110.0	.18	100.0	2120.
59.00	569.0	1139.0	110.0	.18	100.0	2129.
59.50	573.5	1148.5	110.0	.17	100.0	2139.

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
60.00	578.0	1158.0	110.0	.17	100.0	2148.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

m	Lp kN	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd
.00	0.	874.	0.	874.	397.	
.50	4.	896.	5.	895.	404.	
1.00	17.	918.	11.	924.	416.	
1.50	37.	940.	16.	962.	431.	
2.00	66.	962.	21.	1008.	451.	
2.50	102.	985.	26.	1060.	475.	
3.00	141.	1007.	32.	1116.	500.	
3.50	184.	1562.	37.	1709.	770.	
4.00	231.	2056.	42.	2244.	1014.	
4.50	283.	2549.	48.	2784.	1260.	
5.00	339.	3043.	53.	3329.	1509.	
5.50	399.	3536.	58.	3878.	1759.	
6.00	464.	3500.	64.	3900.	1771.	
6.50	533.	2932.	69.	3397.	1545.	
7.00	607.	2365.	74.	2898.	1320.	
7.50	685.	1798.	79.	2403.	1098.	
8.00	763.	1231.	85.	1910.	877.	
8.50	825.	1279.	90.	2014.	926.	
9.00	885.	1328.	95.	2118.	974.	
9.50	947.	1377.	101.	2223.	1024.	
10.00	1011.	1425.	106.	2330.	1074.	
10.50	1077.	1474.	111.	2439.	1125.	
11.00	1145.	1522.	117.	2550.	1178.	
11.50	1214.	1571.	122.	2663.	1231.	
12.00	1280.	1619.	127.	2772.	1283.	
12.50	1329.	1668.	132.	2865.	1325.	
13.00	1389.	1717.	138.	2968.	1374.	
13.50	1506.	2252.	143.	3615.	1673.	
14.00	1636.	2787.	148.	4275.	1980.	
14.50	1770.	3322.	154.	4939.	2288.	

pag. / 12

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

m	Lp kN	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd
15.00	1909.	3858.	159.	5608.	2599.	
15.50	2052.	4393.	164.	6281.	2913.	
16.00	2200.	4928.	170.	6958.	3228.	
16.50	2351.	5464.	175.	7640.	3546.	
17.00	2507.	5999.	180.	8326.	3866.	
17.50	2668.	6534.	185.	9017.	4189.	
18.00	2833.	6534.	191.	9176.	4270.	
18.50	3002.	6534.	196.	9340.	4354.	
19.00	3175.	6534.	201.	9508.	4440.	
19.50	3353.	6534.	207.	9681.	4528.	
20.00	3535.	6534.	212.	9858.	4619.	
20.50	3722.	6534.	217.	10039.	4712.	
21.00	3913.	6534.	223.	10224.	4807.	
21.50	4108.	6534.	228.	10414.	4904.	
22.00	4307.	6103.	233.	10177.	4808.	
22.50	4511.	5672.	238.	9945.	4714.	
23.00	4720.	5240.	244.	9716.	4622.	
23.50	4932.	4809.	249.	9492.	4533.	
24.00	5149.	4378.	254.	9273.	4446.	
24.50	5370.	3946.	260.	9057.	4361.	
25.00	5596.	3515.	265.	8846.	4278.	
25.50	5826.	3084.	270.	8640.	4198.	
26.00	6043.	2653.	275.	8420.	4111.	
26.50	6161.	2669.	281.	8549.	4175.	
27.00	6263.	2686.	286.	8663.	4231.	
27.50	6366.	2703.	291.	8778.	4288.	
28.00	6472.	2720.	297.	8894.	4346.	
28.50	6578.	2736.	302.	9013.	4404.	
29.00	6687.	2753.	307.	9133.	4464.	
29.50	6797.	2770.	313.	9254.	4524.	
30.00	6909.	2787.	318.	9378.	4585.	
30.50	7022.	2804.	323.	9503.	4647.	
31.00	7137.	2820.	328.	9629.	4710.	
31.50	7254.	2837.	334.	9758.	4774.	
32.00	7373.	2854.	339.	9887.	4838.	
32.50	7493.	2871.	344.	10019.	4904.	
33.00	7614.	2887.	350.	10152.	4970.	
33.50	7738.	2904.	355.	10287.	5038.	
34.00	7863.	2921.	360.	10423.	5106.	
34.50	7989.	2938.	366.	10561.	5175.	
35.00	8118.	2955.	371.	10701.	5245.	
35.50	8247.	2971.	376.	10843.	5315.	
36.00	8379.	2988.	381.	10986.	5387.	
36.50	8512.	3005.	387.	11130.	5459.	
37.00	8647.	3022.	392.	11277.	5533.	
37.50	8784.	3038.	397.	11425.	5607.	
38.00	8922.	3055.	403.	11574.	5682.	
38.50	9062.	3072.	408.	11726.	5758.	
39.00	9203.	3089.	413.	11878.	5834.	
39.50	9346.	3106.	419.	12033.	5912.	
40.00	9491.	3122.	424.	12189.	5991.	
40.50	9637.	3139.	429.	12347.	6070.	
41.00	9785.	3156.	434.	12507.	6150.	
41.50	9935.	3173.	440.	12668.	6231.	
42.00	10086.	3189.	445.	12830.	6313.	
42.50	10239.	3206.	450.	12995.	6396.	
43.00	10394.	3223.	456.	13161.	6480.	
43.50	10550.	3240.	461.	13329.	6564.	
44.00	10708.	3257.	466.	13498.	6650.	
44.50	10867.	3273.	472.	13668.	6736.	
45.00	11026.	3290.	477.	13839.	6822.	
45.50	11185.	3307.	482.	14009.	6908.	
46.00	11344.	3324.	487.	14180.	6994.	
46.50	11503.	3340.	493.	14350.	7080.	
47.00	11662.	3357.	498.	14521.	7166.	
47.50	11821.	3374.	503.	14691.	7252.	

48.00	11980.	3391.	509.	14862.	7338.
48.50	12139.	3407.	514.	15032.	7424.
49.00	12298.	3424.	519.	15203.	7510.
49.50	12457.	3441.	525.	15373.	7596.
50.00	12616.	3458.	530.	15544.	7682.
50.50	12775.	3475.	535.	15714.	7768.
51.00	12934.	3491.	540.	15885.	7854.
51.50	13093.	3508.	546.	16055.	7940.
52.00	13252.	3525.	551.	16226.	8026.
52.50	13411.	3542.	556.	16396.	8112.
53.00	13570.	3558.	562.	16567.	8198.
53.50	13729.	3575.	567.	16737.	8284.
54.00	13888.	3592.	572.	16908.	8370.
54.50	14047.	3609.	577.	17078.	8456.
55.00	14206.	3626.	583.	17249.	8542.
55.50	14365.	3642.	588.	17419.	8628.
56.00	14524.	3659.	593.	17590.	8714.
56.50	14683.	3676.	599.	17760.	8800.
57.00	14842.	3693.	604.	17930.	8886.
57.50	15001.	3709.	609.	18101.	8972.
58.00	15160.	3726.	615.	18271.	9058.
58.50	15319.	3743.	620.	18442.	9144.
59.00	15478.	3760.	625.	18612.	9230.
59.50	15637.	3777.	630.	18783.	9316.
60.00	15796.	3793.	636.	18953.	9402.

 Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp

10.2 Portata di progetto (A1+M1+R3) palo di spigolo CV03 - trazione

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m
 Quota falda da p.c. = 2.00 m
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3
 Fattore di sicurezza portata laterale = 2.10 (FS,l)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
 Area = 1.76600 m2 Perimetro = 3.18000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
 quando la Qb,i ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
 strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: 3.0 * 1.500 = 4.50 m

entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da 0.00 a 3.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 55.0 a 57.0 kPa

Strato 2 "GS" (Incoerente) da 3.00 a 8.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa

K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "A1" (Coesivo) da 8.00 a 13.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 60.0 a 80.0 kPa

pag. / 4

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "GS " (Incoerente) da 13.00 a 26.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "A1 " (Coesivo) da 26.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A "	1.00	1.00	1.00
2 "GS "	1.00	1.00	-
3 "A1 "	1.00	1.00	1.00
4 "GS "	1.00	1.00	-
5 "A1 "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot c_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
.00	.0	.0	55.0	.00	.0	0.
.50	9.5	9.5	55.3	.55	5.2	0.
1.00	19.0	19.0	55.7	.55	10.4	0.
1.50	28.5	28.5	56.0	.55	15.7	0.
2.00	38.0	38.0	56.3	.55	20.9	0.
2.50	42.5	47.5	56.7	.55	23.4	0.
3.00	47.0	57.0	57.0	.47	22.1	0.
3.50	52.0	67.0	--	.39	20.3	0.
4.00	57.0	77.0	--	.39	22.3	0.
4.50	62.0	87.0	--	.39	24.2	0.
5.00	67.0	97.0	--	.39	26.2	0.
5.50	72.0	107.0	--	.39	28.1	0.
6.00	77.0	117.0	--	.39	30.1	0.
6.50	82.0	127.0	--	.39	32.0	0.
7.00	87.0	137.0	--	.39	34.0	0.
7.50	92.0	147.0	--	.39	35.9	0.
8.00	97.0	157.0	--	.38	36.9	0.
8.50	101.5	166.5	62.0	.37	37.2	0.
9.00	106.0	176.0	64.0	.36	38.4	0.
9.50	110.5	185.5	66.0	.36	39.6	0.
10.00	115.0	195.0	68.0	.35	40.8	0.
10.50	119.5	204.5	70.0	.35	42.0	0.
11.00	124.0	214.0	72.0	.35	43.2	0.
11.50	128.5	223.5	74.0	.35	44.4	0.
12.00	133.0	233.0	76.0	.23	30.6	0.
12.50	137.5	242.5	78.0	.23	31.6	0.
13.00	142.0	252.0	80.0	.31	44.1	0.
13.50	147.0	262.0	--	.39	57.4	0.
14.00	152.0	272.0	--	.39	59.4	0.
14.50	157.0	282.0	--	.39	61.3	0.

pag. / 7

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	162.0	292.0	--	.39	63.3	0.
15.50	167.0	302.0	--	.39	65.2	0.
16.00	172.0	312.0	--	.39	67.2	0.
16.50	177.0	322.0	--	.39	69.1	0.
17.00	182.0	332.0	--	.39	71.1	0.
17.50	187.0	342.0	--	.39	73.1	0.
18.00	192.0	352.0	--	.39	75.0	0.
18.50	197.0	362.0	--	.39	77.0	0.
19.00	202.0	372.0	--	.39	78.9	0.
19.50	207.0	382.0	--	.39	80.9	0.
20.00	212.0	392.0	--	.39	82.8	0.
20.50	217.0	402.0	--	.39	84.8	0.
21.00	222.0	412.0	--	.39	86.7	0.
21.50	227.0	422.0	--	.39	88.7	0.
22.00	232.0	432.0	--	.39	90.6	0.
22.50	237.0	442.0	--	.39	92.6	0.
23.00	242.0	452.0	--	.39	94.5	0.
23.50	247.0	462.0	--	.39	96.5	0.
24.00	252.0	472.0	--	.39	98.4	0.
24.50	257.0	482.0	--	.39	100.4	0.
25.00	262.0	492.0	--	.39	102.3	0.
25.50	267.0	502.0	--	.39	104.3	0.
26.00	272.0	512.0	--	.31	84.4	0.
26.50	276.5	521.5	110.0	.23	63.6	0.
27.00	281.0	531.0	110.0	.23	64.6	0.
27.50	285.5	540.5	110.0	.23	65.7	0.
28.00	290.0	550.0	110.0	.23	66.7	0.
28.50	294.5	559.5	110.0	.23	67.7	0.
29.00	299.0	569.0	110.0	.23	68.8	0.
29.50	303.5	578.5	110.0	.23	69.8	0.

pag. / 8

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
30.00	308.0	588.0	110.0	.23	70.8	0.
30.50	312.5	597.5	110.0	.23	71.9	0.
31.00	317.0	607.0	110.0	.23	72.9	0.
31.50	321.5	616.5	110.0	.23	73.9	0.
32.00	326.0	626.0	110.0	.23	75.0	0.
32.50	330.5	635.5	110.0	.23	76.0	0.
33.00	335.0	645.0	110.0	.23	77.1	0.
33.50	339.5	654.5	110.0	.23	78.1	0.
34.00	344.0	664.0	110.0	.23	79.1	0.
34.50	348.5	673.5	110.0	.23	80.2	0.
35.00	353.0	683.0	110.0	.23	81.2	0.
35.50	357.5	692.5	110.0	.23	82.2	0.
36.00	362.0	702.0	110.0	.23	83.3	0.
36.50	366.5	711.5	110.0	.23	84.3	0.
37.00	371.0	721.0	110.0	.23	85.3	0.
37.50	375.5	730.5	110.0	.23	86.4	0.
38.00	380.0	740.0	110.0	.23	87.4	0.
38.50	384.5	749.5	110.0	.23	88.4	0.
39.00	389.0	759.0	110.0	.23	89.5	0.
39.50	393.5	768.5	110.0	.23	90.5	0.
40.00	398.0	778.0	110.0	.23	91.5	0.
40.50	402.5	787.5	110.0	.23	92.6	0.
41.00	407.0	797.0	110.0	.23	93.6	0.
41.50	411.5	806.5	110.0	.23	94.6	0.
42.00	416.0	816.0	110.0	.23	95.7	0.
42.50	420.5	825.5	110.0	.23	96.7	0.
43.00	425.0	835.0	110.0	.23	97.8	0.
43.50	429.5	844.5	110.0	.23	98.8	0.
44.00	434.0	854.0	110.0	.23	99.8	0.
44.50	438.5	863.5	110.0	.23	100.0	0.

pag. / 9

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
45.00	443.0	873.0	110.0	.23	100.0	0.
45.50	447.5	882.5	110.0	.22	100.0	0.
46.00	452.0	892.0	110.0	.22	100.0	0.
46.50	456.5	901.5	110.0	.22	100.0	0.
47.00	461.0	911.0	110.0	.22	100.0	0.
47.50	465.5	920.5	110.0	.21	100.0	0.
48.00	470.0	930.0	110.0	.21	100.0	0.
48.50	474.5	939.5	110.0	.21	100.0	0.
49.00	479.0	949.0	110.0	.21	100.0	0.
49.50	483.5	958.5	110.0	.21	100.0	0.
50.00	488.0	968.0	110.0	.20	100.0	0.
50.50	492.5	977.5	110.0	.20	100.0	0.
51.00	497.0	987.0	110.0	.20	100.0	0.
51.50	501.5	996.5	110.0	.20	100.0	0.
52.00	506.0	1006.0	110.0	.20	100.0	0.
52.50	510.5	1015.5	110.0	.20	100.0	0.
53.00	515.0	1025.0	110.0	.19	100.0	0.
53.50	519.5	1034.5	110.0	.19	100.0	0.
54.00	524.0	1044.0	110.0	.19	100.0	0.
54.50	528.5	1053.5	110.0	.19	100.0	0.
55.00	533.0	1063.0	110.0	.19	100.0	0.
55.50	537.5	1072.5	110.0	.19	100.0	0.
56.00	542.0	1082.0	110.0	.18	100.0	0.
56.50	546.5	1091.5	110.0	.18	100.0	0.
57.00	551.0	1101.0	110.0	.18	100.0	0.
57.50	555.5	1110.5	110.0	.18	100.0	0.
58.00	560.0	1120.0	110.0	.18	100.0	0.
58.50	564.5	1129.5	110.0	.18	100.0	0.
59.00	569.0	1139.0	110.0	.18	100.0	0.
59.50	573.5	1148.5	110.0	.17	100.0	0.

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
60.00	578.0	1158.0	110.0	.17	100.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

m	Lp kN	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd
.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.
.50	4.	0.	-13.	17.	15.	
1.00	17.	0.	-26.	43.	34.	
1.50	37.	0.	-40.	77.	58.	
2.00	66.	0.	-53.	119.	85.	
2.50	102.	0.	-66.	168.	115.	
3.00	139.	0.	-79.	219.	146.	
3.50	172.	0.	-93.	264.	174.	
4.00	205.	0.	-106.	311.	204.	
4.50	242.	0.	-119.	362.	235.	
5.00	282.	0.	-132.	415.	267.	
5.50	326.	0.	-146.	471.	301.	
6.00	372.	0.	-159.	531.	336.	
6.50	421.	0.	-172.	593.	373.	
7.00	474.	0.	-185.	659.	411.	
7.50	529.	0.	-199.	728.	451.	
8.00	588.	0.	-212.	800.	492.	
8.50	646.	0.	-225.	871.	533.	
9.00	706.	0.	-238.	945.	575.	
9.50	768.	0.	-252.	1020.	618.	
10.00	832.	0.	-265.	1097.	661.	
10.50	898.	0.	-278.	1176.	706.	
11.00	966.	0.	-291.	1257.	751.	
11.50	1035.	0.	-305.	1340.	798.	
12.00	1101.	0.	-318.	1419.	842.	
12.50	1150.	0.	-331.	1482.	879.	
13.00	1206.	0.	-344.	1550.	919.	
13.50	1291.	0.	-358.	1649.	973.	
14.00	1384.	0.	-371.	1755.	1030.	
14.50	1480.	0.	-384.	1864.	1089.	
15.00	1579.	0.	-397.	1977.	1149.	
15.50	1681.	0.	-411.	2092.	1211.	
16.00	1787.	0.	-424.	2211.	1275.	
16.50	1895.	0.	-437.	2332.	1339.	
17.00	2007.	0.	-450.	2457.	1406.	
17.50	2121.	0.	-464.	2585.	1474.	
18.00	2239.	0.	-477.	2716.	1543.	
18.50	2360.	0.	-490.	2850.	1614.	
19.00	2484.	0.	-503.	2987.	1686.	
19.50	2611.	0.	-517.	3127.	1760.	
20.00	2741.	0.	-530.	3271.	1835.	
20.50	2874.	0.	-543.	3417.	1912.	
21.00	3010.	0.	-556.	3567.	1990.	
21.50	3150.	0.	-570.	3719.	2069.	
22.00	3292.	0.	-583.	3875.	2151.	
22.50	3438.	0.	-596.	4034.	2233.	
23.00	3587.	0.	-609.	4196.	2317.	
23.50	3739.	0.	-623.	4361.	2403.	
24.00	3894.	0.	-636.	4529.	2490.	
24.50	4052.	0.	-649.	4701.	2578.	
25.00	4213.	0.	-662.	4875.	2668.	
25.50	4377.	0.	-675.	5053.	2760.	
26.00	4536.	0.	-689.	5225.	2849.	
26.50	4645.	0.	-702.	5347.	2914.	
27.00	4747.	0.	-715.	5462.	2976.	
27.50	4850.	0.	-728.	5579.	3038.	
28.00	4956.	0.	-742.	5697.	3101.	
28.50	5062.	0.	-755.	5817.	3166.	
29.00	5171.	0.	-768.	5939.	3231.	
29.50	5281.	0.	-781.	6063.	3296.	
30.00	5393.	0.	-795.	6188.	3363.	
30.50	5506.	0.	-808.	6314.	3430.	
31.00	5621.	0.	-821.	6443.	3498.	
31.50	5738.	0.	-834.	6573.	3567.	
32.00	5857.	0.	-848.	6704.	3637.	
32.50	5977.	0.	-861.	6838.	3707.	

33.00	6098.	0.	-874.	6972.	3778.
33.50	6222.	0.	-887.	7109.	3850.
34.00	6347.	0.	-901.	7247.	3923.
34.50	6473.	0.	-914.	7387.	3996.
35.00	6602.	0.	-927.	7529.	4071.
35.50	6731.	0.	-940.	7672.	4146.
36.00	6863.	0.	-954.	7817.	4222.
36.50	6996.	0.	-967.	7963.	4298.
37.00	7131.	0.	-980.	8111.	4376.
37.50	7268.	0.	-993.	8261.	4454.
38.00	7406.	0.	-1007.	8412.	4533.
38.50	7545.	0.	-1020.	8565.	4613.
39.00	7687.	0.	-1033.	8720.	4694.
39.50	7830.	0.	-1046.	8876.	4775.
40.00	7975.	0.	-1060.	9034.	4857.
40.50	8121.	0.	-1073.	9194.	4940.
41.00	8269.	0.	-1086.	9355.	5024.
41.50	8419.	0.	-1099.	9518.	5108.
42.00	8570.	0.	-1113.	9683.	5194.
42.50	8723.	0.	-1126.	9849.	5280.
43.00	8878.	0.	-1139.	10017.	5367.
43.50	9034.	0.	-1152.	10186.	5454.
44.00	9192.	0.	-1166.	10357.	5543.
44.50	9351.	0.	-1179.	10530.	5632.
45.00	9510.	0.	-1192.	10702.	5720.
45.50	9669.	0.	-1205.	10874.	5809.
46.00	9828.	0.	-1219.	11046.	5898.
46.50	9987.	0.	-1232.	11218.	5987.
47.00	10146.	0.	-1245.	11391.	6076.
47.50	10305.	0.	-1258.	11563.	6165.
48.00	10464.	0.	-1272.	11735.	6254.
48.50	10623.	0.	-1285.	11907.	6343.
49.00	10782.	0.	-1298.	12080.	6432.
49.50	10941.	0.	-1311.	12252.	6521.
50.00	11100.	0.	-1325.	12424.	6610.
50.50	11259.	0.	-1338.	12596.	6699.
51.00	11418.	0.	-1351.	12769.	6788.
51.50	11577.	0.	-1364.	12941.	6877.
52.00	11736.	0.	-1377.	13113.	6966.
52.50	11895.	0.	-1391.	13285.	7055.
53.00	12054.	0.	-1404.	13458.	7144.
53.50	12213.	0.	-1417.	13630.	7233.
54.00	12372.	0.	-1430.	13802.	7322.
54.50	12531.	0.	-1444.	13974.	7411.
55.00	12690.	0.	-1457.	14147.	7500.
55.50	12849.	0.	-1470.	14319.	7589.
56.00	13008.	0.	-1483.	14491.	7678.
56.50	13167.	0.	-1497.	14663.	7767.
57.00	13326.	0.	-1510.	14836.	7856.
57.50	13485.	0.	-1523.	15008.	7944.
58.00	13644.	0.	-1536.	15180.	8033.
58.50	13803.	0.	-1550.	15352.	8122.
59.00	13962.	0.	-1563.	15525.	8211.
59.50	14121.	0.	-1576.	15697.	8300.
60.00	14280.	0.	-1589.	15869.	8389.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

10.3 Portata di progetto (A1+M1+R3) palo di linea CV03 - compressione

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacita' portante palo SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	.00 m
Quota falda da p.c.	=	2.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.20 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 2.00000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da 0.00 a 3.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 55.0 a 57.0 kPa

Strato 2 "GS" (Incoerente) da 3.00 a 8.00 m

$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$

$K = .70$ $\delta = 38.0 \text{ deg}$

Q_b variabile lin. da 3400. a 3400. kPa

Strato 3 "A1" (Coesivo) da 8.00 a 13.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 60.0 a 80.0 kPa

pag. / 4

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "GS " (Incoerente) da 13.00 a 26.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa
K = .70 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 3700. a 3700. kPa

Strato 5 "A1 " (Coesivo) da 26.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato		Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1	"A "	1.00	1.00	1.00
2	"GS "	1.00	1.00	-
3	"A1 "	1.00	1.00	1.00
4	"GS "	1.00	1.00	-
5	"A1 "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot c_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
.00	.0	.0	55.0	.00	.0	495.
.50	9.5	9.5	55.3	.55	5.2	508.
1.00	19.0	19.0	55.7	.55	10.4	520.
1.50	28.5	28.5	56.0	.55	15.7	533.
2.00	38.0	38.0	56.3	.55	20.9	545.
2.50	42.5	47.5	56.7	.55	23.4	558.
3.00	47.0	57.0	57.0	.55	25.8	570.
3.50	52.0	67.0	--	.55	28.4	884.
4.00	57.0	77.0	--	.55	31.2	1164.
4.50	62.0	87.0	--	.55	33.9	1443.
5.00	67.0	97.0	--	.55	36.6	1723.
5.50	72.0	107.0	--	.55	39.4	2002.
6.00	77.0	117.0	--	.55	42.1	1982.
6.50	82.0	127.0	--	.55	44.8	1660.
7.00	87.0	137.0	--	.55	47.6	1339.
7.50	92.0	147.0	--	.55	50.3	1018.
8.00	97.0	157.0	--	.46	44.5	697.
8.50	101.5	166.5	62.0	.37	37.2	725.
9.00	106.0	176.0	64.0	.36	38.4	752.
9.50	110.5	185.5	66.0	.36	39.6	780.
10.00	115.0	195.0	68.0	.35	40.8	807.
10.50	119.5	204.5	70.0	.35	42.0	835.
11.00	124.0	214.0	72.0	.35	43.2	862.
11.50	128.5	223.5	74.0	.35	44.4	890.
12.00	133.0	233.0	76.0	.23	30.6	917.
12.50	137.5	242.5	78.0	.23	31.6	945.
13.00	142.0	252.0	80.0	.39	55.2	972.
13.50	147.0	262.0	--	.55	80.4	1275.
14.00	152.0	272.0	--	.55	83.1	1578.
14.50	157.0	282.0	--	.55	85.9	1881.

pag. / 7

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	162.0	292.0	--	.55	88.6	2184.
15.50	167.0	302.0	--	.55	91.3	2488.
16.00	172.0	312.0	--	.55	94.1	2791.
16.50	177.0	322.0	--	.55	96.8	3094.
17.00	182.0	332.0	--	.55	99.5	3397.
17.50	187.0	342.0	--	.55	102.3	3700.
18.00	192.0	352.0	--	.55	105.0	3700.
18.50	197.0	362.0	--	.55	107.7	3700.
19.00	202.0	372.0	--	.55	110.5	3700.
19.50	207.0	382.0	--	.55	113.2	3700.
20.00	212.0	392.0	--	.55	115.9	3700.
20.50	217.0	402.0	--	.55	118.7	3700.
21.00	222.0	412.0	--	.55	121.4	3700.
21.50	227.0	422.0	--	.55	124.1	3700.
22.00	232.0	432.0	--	.55	126.9	3456.
22.50	237.0	442.0	--	.55	129.6	3212.
23.00	242.0	452.0	--	.55	132.3	2967.
23.50	247.0	462.0	--	.55	135.1	2723.
24.00	252.0	472.0	--	.55	137.8	2479.
24.50	257.0	482.0	--	.55	140.6	2235.
25.00	262.0	492.0	--	.55	143.3	1990.
25.50	267.0	502.0	--	.55	146.0	1746.
26.00	272.0	512.0	--	.39	105.7	1502.
26.50	276.5	521.5	110.0	.23	63.6	1512.
27.00	281.0	531.0	110.0	.23	64.6	1521.
27.50	285.5	540.5	110.0	.23	65.7	1531.
28.00	290.0	550.0	110.0	.23	66.7	1540.
28.50	294.5	559.5	110.0	.23	67.7	1550.
29.00	299.0	569.0	110.0	.23	68.8	1559.
29.50	303.5	578.5	110.0	.23	69.8	1569.

pag. / 8

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
30.00	308.0	588.0	110.0	.23	70.8	1578.
30.50	312.5	597.5	110.0	.23	71.9	1588.
31.00	317.0	607.0	110.0	.23	72.9	1597.
31.50	321.5	616.5	110.0	.23	73.9	1607.
32.00	326.0	626.0	110.0	.23	75.0	1616.
32.50	330.5	635.5	110.0	.23	76.0	1626.
33.00	335.0	645.0	110.0	.23	77.1	1635.
33.50	339.5	654.5	110.0	.23	78.1	1645.
34.00	344.0	664.0	110.0	.23	79.1	1654.
34.50	348.5	673.5	110.0	.23	80.2	1664.
35.00	353.0	683.0	110.0	.23	81.2	1673.
35.50	357.5	692.5	110.0	.23	82.2	1683.
36.00	362.0	702.0	110.0	.23	83.3	1692.
36.50	366.5	711.5	110.0	.23	84.3	1702.
37.00	371.0	721.0	110.0	.23	85.3	1711.
37.50	375.5	730.5	110.0	.23	86.4	1721.
38.00	380.0	740.0	110.0	.23	87.4	1730.
38.50	384.5	749.5	110.0	.23	88.4	1740.
39.00	389.0	759.0	110.0	.23	89.5	1749.
39.50	393.5	768.5	110.0	.23	90.5	1759.
40.00	398.0	778.0	110.0	.23	91.5	1768.
40.50	402.5	787.5	110.0	.23	92.6	1778.
41.00	407.0	797.0	110.0	.23	93.6	1787.
41.50	411.5	806.5	110.0	.23	94.6	1797.
42.00	416.0	816.0	110.0	.23	95.7	1806.
42.50	420.5	825.5	110.0	.23	96.7	1816.
43.00	425.0	835.0	110.0	.23	97.8	1825.
43.50	429.5	844.5	110.0	.23	98.8	1835.
44.00	434.0	854.0	110.0	.23	99.8	1844.
44.50	438.5	863.5	110.0	.23	100.0	1854.

pag. / 9

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
45.00	443.0	873.0	110.0	.23	100.0	1863.
45.50	447.5	882.5	110.0	.22	100.0	1873.
46.00	452.0	892.0	110.0	.22	100.0	1882.
46.50	456.5	901.5	110.0	.22	100.0	1892.
47.00	461.0	911.0	110.0	.22	100.0	1901.
47.50	465.5	920.5	110.0	.21	100.0	1911.
48.00	470.0	930.0	110.0	.21	100.0	1920.
48.50	474.5	939.5	110.0	.21	100.0	1930.
49.00	479.0	949.0	110.0	.21	100.0	1939.
49.50	483.5	958.5	110.0	.21	100.0	1949.
50.00	488.0	968.0	110.0	.20	100.0	1958.
50.50	492.5	977.5	110.0	.20	100.0	1968.
51.00	497.0	987.0	110.0	.20	100.0	1977.
51.50	501.5	996.5	110.0	.20	100.0	1987.
52.00	506.0	1006.0	110.0	.20	100.0	1996.
52.50	510.5	1015.5	110.0	.20	100.0	2006.
53.00	515.0	1025.0	110.0	.19	100.0	2015.
53.50	519.5	1034.5	110.0	.19	100.0	2025.
54.00	524.0	1044.0	110.0	.19	100.0	2034.
54.50	528.5	1053.5	110.0	.19	100.0	2044.
55.00	533.0	1063.0	110.0	.19	100.0	2053.
55.50	537.5	1072.5	110.0	.19	100.0	2063.
56.00	542.0	1082.0	110.0	.18	100.0	2072.
56.50	546.5	1091.5	110.0	.18	100.0	2082.
57.00	551.0	1101.0	110.0	.18	100.0	2091.
57.50	555.5	1110.5	110.0	.18	100.0	2101.
58.00	560.0	1120.0	110.0	.18	100.0	2110.
58.50	564.5	1129.5	110.0	.18	100.0	2120.
59.00	569.0	1139.0	110.0	.18	100.0	2129.
59.50	573.5	1148.5	110.0	.17	100.0	2139.

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
60.00	578.0	1158.0	110.0	.17	100.0	2148.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

m	Lp kN	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd
.00	0.	874.	0.	874.	397.	
.50	3.	896.	5.	894.	403.	
1.00	10.	918.	11.	918.	412.	
1.50	24.	940.	16.	948.	424.	
2.00	42.	962.	21.	983.	438.	
2.50	64.	985.	26.	1022.	455.	
3.00	89.	1007.	32.	1063.	472.	
3.50	116.	1562.	37.	1640.	734.	
4.00	145.	2056.	42.	2159.	968.	
4.50	178.	2549.	48.	2679.	1205.	
5.00	213.	3043.	53.	3203.	1442.	
5.50	251.	3536.	58.	3729.	1681.	
6.00	292.	3500.	64.	3728.	1681.	
6.50	335.	2932.	69.	3199.	1441.	
7.00	382.	2365.	74.	2673.	1202.	
7.50	431.	1798.	79.	2149.	964.	
8.00	480.	1231.	85.	1626.	727.	
8.50	519.	1279.	90.	1708.	765.	
9.00	557.	1328.	95.	1789.	801.	
9.50	596.	1377.	101.	1872.	839.	
10.00	636.	1425.	106.	1955.	877.	
10.50	677.	1474.	111.	2040.	915.	
11.00	720.	1522.	117.	2126.	954.	
11.50	764.	1571.	122.	2213.	994.	
12.00	805.	1619.	127.	2297.	1033.	
12.50	836.	1668.	132.	2372.	1066.	
13.00	874.	1717.	138.	2453.	1102.	
13.50	947.	2252.	143.	3056.	1379.	
14.00	1029.	2787.	148.	3668.	1660.	
14.50	1114.	3322.	154.	4282.	1943.	
15.00	1201.	3858.	159.	4900.	2227.	
15.50	1291.	4393.	164.	5519.	2512.	
16.00	1383.	4928.	170.	6142.	2799.	
16.50	1479.	5464.	175.	6768.	3087.	
17.00	1577.	5999.	180.	7396.	3377.	
17.50	1678.	6534.	185.	8027.	3668.	
18.00	1782.	6534.	191.	8125.	3717.	
18.50	1888.	6534.	196.	8226.	3768.	
19.00	1997.	6534.	201.	8330.	3820.	
19.50	2109.	6534.	207.	8436.	3873.	
20.00	2223.	6534.	212.	8546.	3928.	
20.50	2341.	6534.	217.	8658.	3985.	
21.00	2461.	6534.	223.	8772.	4043.	
21.50	2584.	6534.	228.	8890.	4102.	
22.00	2709.	6103.	233.	8579.	3967.	
22.50	2837.	5672.	238.	8271.	3833.	
23.00	2968.	5240.	244.	7965.	3701.	
23.50	3102.	4809.	249.	7662.	3570.	
24.00	3238.	4378.	254.	7362.	3440.	
24.50	3378.	3946.	260.	7064.	3312.	
25.00	3520.	3515.	265.	6770.	3185.	
25.50	3664.	3084.	270.	6478.	3060.	
26.00	3801.	2653.	275.	6178.	2931.	
26.50	3875.	2669.	281.	6263.	2972.	
27.00	3939.	2686.	286.	6339.	3008.	
27.50	4004.	2703.	291.	6415.	3045.	
28.00	4070.	2720.	297.	6493.	3082.	
28.50	4137.	2736.	302.	6572.	3119.	
29.00	4206.	2753.	307.	6652.	3158.	
29.50	4275.	2770.	313.	6732.	3196.	
30.00	4345.	2787.	318.	6814.	3236.	
30.50	4417.	2804.	323.	6897.	3276.	
31.00	4489.	2820.	328.	6981.	3316.	
31.50	4562.	2837.	334.	7066.	3357.	
32.00	4637.	2854.	339.	7152.	3399.	
32.50	4712.	2871.	344.	7239.	3441.	

33.00	4789.	2887.	350.	7327.	3483.
33.50	4866.	2904.	355.	7416.	3526.
34.00	4945.	2921.	360.	7506.	3570.
34.50	5025.	2938.	366.	7597.	3614.
35.00	5105.	2955.	371.	7689.	3659.
35.50	5187.	2971.	376.	7782.	3704.
36.00	5270.	2988.	381.	7876.	3750.
36.50	5354.	3005.	387.	7972.	3797.
37.00	5438.	3022.	392.	8068.	3844.
37.50	5524.	3038.	397.	8165.	3891.
38.00	5611.	3055.	403.	8264.	3939.
38.50	5699.	3072.	408.	8363.	3988.
39.00	5788.	3089.	413.	8464.	4037.
39.50	5878.	3106.	419.	8565.	4087.
40.00	5969.	3122.	424.	8667.	4137.
40.50	6061.	3139.	429.	8771.	4188.
41.00	6154.	3156.	434.	8876.	4239.
41.50	6248.	3173.	440.	8981.	4291.
42.00	6343.	3189.	445.	9088.	4343.
42.50	6440.	3206.	450.	9196.	4396.
43.00	6537.	3223.	456.	9304.	4450.
43.50	6635.	3240.	461.	9414.	4504.
44.00	6734.	3257.	466.	9525.	4558.
44.50	6834.	3273.	472.	9636.	4613.
45.00	6934.	3290.	477.	9748.	4668.
45.50	7034.	3307.	482.	9859.	4723.
46.00	7134.	3324.	487.	9971.	4778.
46.50	7234.	3340.	493.	10082.	4833.
47.00	7334.	3357.	498.	10194.	4888.
47.50	7434.	3374.	503.	10305.	4943.
48.00	7534.	3391.	509.	10417.	4998.
48.50	7634.	3407.	514.	10528.	5053.
49.00	7734.	3424.	519.	10639.	5108.
49.50	7834.	3441.	525.	10751.	5163.
50.00	7934.	3458.	530.	10862.	5218.
50.50	8034.	3475.	535.	10974.	5273.
51.00	8134.	3491.	540.	11085.	5328.
51.50	8234.	3508.	546.	11197.	5383.
52.00	8334.	3525.	551.	11308.	5438.
52.50	8434.	3542.	556.	11420.	5493.
53.00	8534.	3558.	562.	11531.	5548.
53.50	8634.	3575.	567.	11643.	5603.
54.00	8734.	3592.	572.	11754.	5658.
54.50	8834.	3609.	577.	11866.	5713.
55.00	8934.	3626.	583.	11977.	5768.
55.50	9034.	3642.	588.	12089.	5823.
56.00	9134.	3659.	593.	12200.	5877.
56.50	9234.	3676.	599.	12312.	5932.
57.00	9334.	3693.	604.	12423.	5987.
57.50	9434.	3709.	609.	12535.	6042.
58.00	9534.	3726.	615.	12646.	6097.
58.50	9634.	3743.	620.	12758.	6152.
59.00	9734.	3760.	625.	12869.	6207.
59.50	9834.	3777.	630.	12981.	6262.
60.00	9934.	3793.	636.	13092.	6317.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

10.4 Portata di progetto (A1+M1+R3) palo di linea CV03 - trazione

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacita' portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m
Quota falda da p.c. = 2.00 m
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.10 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 2.00000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da 0.00 a 3.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 55.0 a 57.0 kPa

Strato 2 "GS" (Incoerente) da 3.00 a 8.00 m

Gn = 20.0 kN/m³ Ge = 10.0 kN/m³

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa

K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "A1" (Coesivo) da 8.00 a 13.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 60.0 a 80.0 kPa

pag. / 4

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "GS " (Incoerente) da 13.00 a 26.00 m

 $G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .50$ $\delta = 38.0 \text{ deg}$
 Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "A1 " (Coesivo) da 26.00 a 60.00 m

 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

 C_u variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A "	1.00	1.00	1.00
2 "GS "	1.00	1.00	-
3 "A1 "	1.00	1.00	1.00
4 "GS "	1.00	1.00	-
5 "A1 "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

 Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
.00	.0	.0	55.0	.00	.0	0.
.50	9.5	9.5	55.3	.55	5.2	0.
1.00	19.0	19.0	55.7	.55	10.4	0.
1.50	28.5	28.5	56.0	.55	15.7	0.
2.00	38.0	38.0	56.3	.55	20.9	0.
2.50	42.5	47.5	56.7	.55	23.4	0.
3.00	47.0	57.0	57.0	.47	22.1	0.
3.50	52.0	67.0	--	.39	20.3	0.
4.00	57.0	77.0	--	.39	22.3	0.
4.50	62.0	87.0	--	.39	24.2	0.
5.00	67.0	97.0	--	.39	26.2	0.
5.50	72.0	107.0	--	.39	28.1	0.
6.00	77.0	117.0	--	.39	30.1	0.
6.50	82.0	127.0	--	.39	32.0	0.
7.00	87.0	137.0	--	.39	34.0	0.
7.50	92.0	147.0	--	.39	35.9	0.
8.00	97.0	157.0	--	.38	36.9	0.
8.50	101.5	166.5	62.0	.37	37.2	0.
9.00	106.0	176.0	64.0	.36	38.4	0.
9.50	110.5	185.5	66.0	.36	39.6	0.
10.00	115.0	195.0	68.0	.35	40.8	0.
10.50	119.5	204.5	70.0	.35	42.0	0.
11.00	124.0	214.0	72.0	.35	43.2	0.
11.50	128.5	223.5	74.0	.35	44.4	0.
12.00	133.0	233.0	76.0	.23	30.6	0.
12.50	137.5	242.5	78.0	.23	31.6	0.
13.00	142.0	252.0	80.0	.31	44.1	0.
13.50	147.0	262.0	--	.39	57.4	0.
14.00	152.0	272.0	--	.39	59.4	0.
14.50	157.0	282.0	--	.39	61.3	0.

pag. / 7

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	162.0	292.0	--	.39	63.3	0.
15.50	167.0	302.0	--	.39	65.2	0.
16.00	172.0	312.0	--	.39	67.2	0.
16.50	177.0	322.0	--	.39	69.1	0.
17.00	182.0	332.0	--	.39	71.1	0.
17.50	187.0	342.0	--	.39	73.1	0.
18.00	192.0	352.0	--	.39	75.0	0.
18.50	197.0	362.0	--	.39	77.0	0.
19.00	202.0	372.0	--	.39	78.9	0.
19.50	207.0	382.0	--	.39	80.9	0.
20.00	212.0	392.0	--	.39	82.8	0.
20.50	217.0	402.0	--	.39	84.8	0.
21.00	222.0	412.0	--	.39	86.7	0.
21.50	227.0	422.0	--	.39	88.7	0.
22.00	232.0	432.0	--	.39	90.6	0.
22.50	237.0	442.0	--	.39	92.6	0.
23.00	242.0	452.0	--	.39	94.5	0.
23.50	247.0	462.0	--	.39	96.5	0.
24.00	252.0	472.0	--	.39	98.4	0.
24.50	257.0	482.0	--	.39	100.4	0.
25.00	262.0	492.0	--	.39	102.3	0.
25.50	267.0	502.0	--	.39	104.3	0.
26.00	272.0	512.0	--	.31	84.4	0.
26.50	276.5	521.5	110.0	.23	63.6	0.
27.00	281.0	531.0	110.0	.23	64.6	0.
27.50	285.5	540.5	110.0	.23	65.7	0.
28.00	290.0	550.0	110.0	.23	66.7	0.
28.50	294.5	559.5	110.0	.23	67.7	0.
29.00	299.0	569.0	110.0	.23	68.8	0.
29.50	303.5	578.5	110.0	.23	69.8	0.

pag. / 8

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
30.00	308.0	588.0	110.0	.23	70.8	0.
30.50	312.5	597.5	110.0	.23	71.9	0.
31.00	317.0	607.0	110.0	.23	72.9	0.
31.50	321.5	616.5	110.0	.23	73.9	0.
32.00	326.0	626.0	110.0	.23	75.0	0.
32.50	330.5	635.5	110.0	.23	76.0	0.
33.00	335.0	645.0	110.0	.23	77.1	0.
33.50	339.5	654.5	110.0	.23	78.1	0.
34.00	344.0	664.0	110.0	.23	79.1	0.
34.50	348.5	673.5	110.0	.23	80.2	0.
35.00	353.0	683.0	110.0	.23	81.2	0.
35.50	357.5	692.5	110.0	.23	82.2	0.
36.00	362.0	702.0	110.0	.23	83.3	0.
36.50	366.5	711.5	110.0	.23	84.3	0.
37.00	371.0	721.0	110.0	.23	85.3	0.
37.50	375.5	730.5	110.0	.23	86.4	0.
38.00	380.0	740.0	110.0	.23	87.4	0.
38.50	384.5	749.5	110.0	.23	88.4	0.
39.00	389.0	759.0	110.0	.23	89.5	0.
39.50	393.5	768.5	110.0	.23	90.5	0.
40.00	398.0	778.0	110.0	.23	91.5	0.
40.50	402.5	787.5	110.0	.23	92.6	0.
41.00	407.0	797.0	110.0	.23	93.6	0.
41.50	411.5	806.5	110.0	.23	94.6	0.
42.00	416.0	816.0	110.0	.23	95.7	0.
42.50	420.5	825.5	110.0	.23	96.7	0.
43.00	425.0	835.0	110.0	.23	97.8	0.
43.50	429.5	844.5	110.0	.23	98.8	0.
44.00	434.0	854.0	110.0	.23	99.8	0.
44.50	438.5	863.5	110.0	.23	100.0	0.

pag. / 9

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
45.00	443.0	873.0	110.0	.23	100.0	0.
45.50	447.5	882.5	110.0	.22	100.0	0.
46.00	452.0	892.0	110.0	.22	100.0	0.
46.50	456.5	901.5	110.0	.22	100.0	0.
47.00	461.0	911.0	110.0	.22	100.0	0.
47.50	465.5	920.5	110.0	.21	100.0	0.
48.00	470.0	930.0	110.0	.21	100.0	0.
48.50	474.5	939.5	110.0	.21	100.0	0.
49.00	479.0	949.0	110.0	.21	100.0	0.
49.50	483.5	958.5	110.0	.21	100.0	0.
50.00	488.0	968.0	110.0	.20	100.0	0.
50.50	492.5	977.5	110.0	.20	100.0	0.
51.00	497.0	987.0	110.0	.20	100.0	0.
51.50	501.5	996.5	110.0	.20	100.0	0.
52.00	506.0	1006.0	110.0	.20	100.0	0.
52.50	510.5	1015.5	110.0	.20	100.0	0.
53.00	515.0	1025.0	110.0	.19	100.0	0.
53.50	519.5	1034.5	110.0	.19	100.0	0.
54.00	524.0	1044.0	110.0	.19	100.0	0.
54.50	528.5	1053.5	110.0	.19	100.0	0.
55.00	533.0	1063.0	110.0	.19	100.0	0.
55.50	537.5	1072.5	110.0	.19	100.0	0.
56.00	542.0	1082.0	110.0	.18	100.0	0.
56.50	546.5	1091.5	110.0	.18	100.0	0.
57.00	551.0	1101.0	110.0	.18	100.0	0.
57.50	555.5	1110.5	110.0	.18	100.0	0.
58.00	560.0	1120.0	110.0	.18	100.0	0.
58.50	564.5	1129.5	110.0	.18	100.0	0.
59.00	569.0	1139.0	110.0	.18	100.0	0.
59.50	573.5	1148.5	110.0	.17	100.0	0.

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
Capacit... portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
60.00	578.0	1158.0	110.0	.17	100.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA CV03
 Capacita' portante palo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

m	Lp kN	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd
.00	0.	0.	0.	0.	0.	0.
.50	3.	0.	-13.	16.	14.	
1.00	10.	0.	-26.	37.	31.	
1.50	24.	0.	-40.	63.	51.	
2.00	42.	0.	-53.	95.	73.	
2.50	64.	0.	-66.	130.	97.	
3.00	88.	0.	-79.	167.	121.	
3.50	108.	0.	-93.	201.	144.	
4.00	129.	0.	-106.	235.	167.	
4.50	152.	0.	-119.	272.	192.	
5.00	178.	0.	-132.	310.	217.	
5.50	205.	0.	-146.	350.	243.	
6.00	234.	0.	-159.	393.	270.	
6.50	265.	0.	-172.	437.	298.	
7.00	298.	0.	-185.	483.	327.	
7.50	333.	0.	-199.	532.	357.	
8.00	370.	0.	-212.	581.	388.	
8.50	406.	0.	-225.	632.	419.	
9.00	444.	0.	-238.	683.	450.	
9.50	483.	0.	-252.	735.	482.	
10.00	523.	0.	-265.	788.	514.	
10.50	565.	0.	-278.	843.	547.	
11.00	607.	0.	-291.	899.	581.	
11.50	651.	0.	-305.	956.	615.	
12.00	692.	0.	-318.	1010.	648.	
12.50	724.	0.	-331.	1055.	676.	
13.00	759.	0.	-344.	1103.	706.	
13.50	812.	0.	-358.	1170.	744.	
14.00	871.	0.	-371.	1241.	785.	
14.50	931.	0.	-384.	1315.	827.	
15.00	993.	0.	-397.	1391.	870.	
15.50	1057.	0.	-411.	1468.	914.	
16.00	1124.	0.	-424.	1548.	959.	
16.50	1192.	0.	-437.	1629.	1005.	
17.00	1262.	0.	-450.	1712.	1051.	
17.50	1334.	0.	-464.	1798.	1099.	
18.00	1408.	0.	-477.	1885.	1147.	
18.50	1484.	0.	-490.	1974.	1197.	
19.00	1562.	0.	-503.	2065.	1247.	
19.50	1642.	0.	-517.	2158.	1298.	
20.00	1724.	0.	-530.	2254.	1351.	
20.50	1808.	0.	-543.	2351.	1404.	
21.00	1893.	0.	-556.	2450.	1458.	
21.50	1981.	0.	-570.	2550.	1513.	
22.00	2071.	0.	-583.	2653.	1569.	
22.50	2162.	0.	-596.	2758.	1626.	
23.00	2256.	0.	-609.	2865.	1683.	
23.50	2351.	0.	-623.	2974.	1742.	
24.00	2449.	0.	-636.	3085.	1802.	
24.50	2548.	0.	-649.	3197.	1862.	
25.00	2650.	0.	-662.	3312.	1924.	
25.50	2753.	0.	-675.	3428.	1986.	
26.00	2853.	0.	-689.	3541.	2047.	
26.50	2921.	0.	-702.	3623.	2093.	
27.00	2985.	0.	-715.	3701.	2137.	
27.50	3050.	0.	-728.	3779.	2181.	
28.00	3117.	0.	-742.	3858.	2226.	
28.50	3184.	0.	-755.	3939.	2271.	
29.00	3252.	0.	-768.	4020.	2317.	
29.50	3321.	0.	-781.	4103.	2363.	
30.00	3392.	0.	-795.	4186.	2410.	
30.50	3463.	0.	-808.	4271.	2457.	
31.00	3535.	0.	-821.	4357.	2505.	
31.50	3609.	0.	-834.	4443.	2553.	
32.00	3683.	0.	-848.	4531.	2602.	
32.50	3759.	0.	-861.	4620.	2651.	

33.00	3835.	0.	-874.	4710.	2701.
33.50	3913.	0.	-887.	4800.	2751.
34.00	3992.	0.	-901.	4892.	2801.
34.50	4071.	0.	-914.	4985.	2853.
35.00	4152.	0.	-927.	5079.	2904.
35.50	4234.	0.	-940.	5174.	2956.
36.00	4316.	0.	-954.	5270.	3009.
36.50	4400.	0.	-967.	5367.	3062.
37.00	4485.	0.	-980.	5465.	3116.
37.50	4571.	0.	-993.	5564.	3170.
38.00	4658.	0.	-1007.	5664.	3225.
38.50	4746.	0.	-1020.	5765.	3280.
39.00	4835.	0.	-1033.	5868.	3335.
39.50	4925.	0.	-1046.	5971.	3391.
40.00	5016.	0.	-1060.	6075.	3448.
40.50	5108.	0.	-1073.	6180.	3505.
41.00	5201.	0.	-1086.	6287.	3563.
41.50	5295.	0.	-1099.	6394.	3621.
42.00	5390.	0.	-1113.	6503.	3679.
42.50	5486.	0.	-1126.	6612.	3738.
43.00	5583.	0.	-1139.	6722.	3798.
43.50	5682.	0.	-1152.	6834.	3858.
44.00	5781.	0.	-1166.	6947.	3918.
44.50	5881.	0.	-1179.	7060.	3979.
45.00	5981.	0.	-1192.	7173.	4040.
45.50	6081.	0.	-1205.	7286.	4101.
46.00	6181.	0.	-1219.	7399.	4162.
46.50	6281.	0.	-1232.	7513.	4223.
47.00	6381.	0.	-1245.	7626.	4284.
47.50	6481.	0.	-1258.	7739.	4344.
48.00	6581.	0.	-1272.	7852.	4405.
48.50	6681.	0.	-1285.	7966.	4466.
49.00	6781.	0.	-1298.	8079.	4527.
49.50	6881.	0.	-1311.	8192.	4588.
50.00	6981.	0.	-1325.	8305.	4649.
50.50	7081.	0.	-1338.	8419.	4710.
51.00	7181.	0.	-1351.	8532.	4770.
51.50	7281.	0.	-1364.	8645.	4831.
52.00	7381.	0.	-1377.	8758.	4892.
52.50	7481.	0.	-1391.	8872.	4953.
53.00	7581.	0.	-1404.	8985.	5014.
53.50	7681.	0.	-1417.	9098.	5075.
54.00	7781.	0.	-1430.	9211.	5136.
54.50	7881.	0.	-1444.	9325.	5197.
55.00	7981.	0.	-1457.	9438.	5257.
55.50	8081.	0.	-1470.	9551.	5318.
56.00	8181.	0.	-1483.	9664.	5379.
56.50	8281.	0.	-1497.	9778.	5440.
57.00	8381.	0.	-1510.	9891.	5501.
57.50	8481.	0.	-1523.	10004.	5562.
58.00	8581.	0.	-1536.	10117.	5623.
58.50	8681.	0.	-1550.	10231.	5683.
59.00	8781.	0.	-1563.	10344.	5744.
59.50	8881.	0.	-1576.	10457.	5805.
60.00	8981.	0.	-1589.	10570.	5866.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

10.5 Portata di progetto in compressione (A1+M1+R3) CV01 e CV02 – Palo di spigolo

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacità portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 1.50 m
 Quota falda da p.c. = 5.00 m
 Peso di volume del palo = 8.10 kN/m³
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.84 (FS,l)
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.16 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
 Area = 1.76600 m² Perimetro = 3.18000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
 quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
 strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
 entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
 sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 7.00 m
 $G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 50.0 a 55.0 kPa

Strato 2 "B" (Incoerente) da 7.00 a 9.00 m

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

Cu variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A "	1.00	1.00	1.00
2 "B "	1.00	1.00	-
3 "A "	1.00	1.00	1.00
4 "A "	1.00	1.00	1.00
5 "B "	1.00	1.00	-
6 "A "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
1.50	28.5	28.5	51.1	.55	15.7	488.
2.00	38.0	38.0	51.4	.55	20.9	501.
2.50	47.5	47.5	51.8	.55	26.1	514.
3.00	57.0	57.0	52.1	.55	31.3	526.
3.50	66.5	66.5	52.5	.47	31.5	539.
4.00	76.0	76.0	52.9	.42	31.7	552.
4.50	85.5	85.5	53.2	.37	31.9	564.
5.00	95.0	95.0	53.6	.34	32.1	577.

5.50	99.5	104.5	53.9	.33	32.4	590.
6.00	104.0	114.0	54.3	.31	32.6	603.
6.50	108.5	123.5	54.6	.30	32.8	615.
7.00	113.0	133.0	55.0	.42	47.4	628.
7.50	117.5	142.5	--	.55	64.3	858.
8.00	122.0	152.0	--	.55	66.7	1088.
8.50	126.5	161.5	--	.55	69.2	882.
9.00	131.0	171.0	--	.40	52.6	675.
9.50	135.5	180.5	56.3	.25	33.8	688.
10.00	140.0	190.0	56.7	.24	34.0	700.
10.50	144.5	199.5	57.0	.24	34.2	713.
11.00	149.0	209.0	57.3	.23	34.4	725.
11.50	153.5	218.5	57.7	.23	35.3	738.
12.00	158.0	228.0	58.0	.23	36.3	750.
12.50	162.5	237.5	58.3	.23	37.4	763.
13.00	167.0	247.0	58.7	.23	38.4	775.
13.50	171.5	256.5	59.0	.23	39.4	788.
14.00	176.0	266.0	59.3	.23	40.5	800.
14.50	180.5	275.5	59.7	.23	41.5	813.
15.00	185.0	285.0	60.0	.23	42.5	825.
15.50	189.5	294.5	62.0	.23	43.6	853.
16.00	194.0	304.0	64.0	.23	44.6	880.

pag. / 7

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
16.50	198.5	313.5	66.0	.23	45.7	908.
17.00	203.0	323.0	68.0	.23	46.7	935.
17.50	207.5	332.5	70.0	.23	47.7	963.
18.00	212.0	342.0	72.0	.23	48.8	990.
18.50	216.5	351.5	74.0	.23	49.8	1018.
19.00	221.0	361.0	76.0	.39	85.8	1045.
19.50	225.5	370.5	--	.55	123.3	1373.
20.00	230.0	380.0	--	.55	125.8	1702.
20.50	234.5	389.5	--	.55	128.2	2030.
21.00	239.0	399.0	--	.55	130.7	2358.
21.50	243.5	408.5	--	.55	133.2	2687.
22.00	248.0	418.0	--	.55	135.6	3015.
22.50	252.5	427.5	--	.55	138.1	3343.
23.00	257.0	437.0	--	.55	140.6	3672.
23.50	261.5	446.5	--	.55	143.0	4000.
24.00	266.0	456.0	--	.55	145.5	4000.
24.50	270.5	465.5	--	.55	147.9	4000.
25.00	275.0	475.0	--	.55	150.0	4000.
25.50	279.5	484.5	--	.54	150.0	4000.
26.00	284.0	494.0	--	.53	150.0	3729.
26.50	288.5	503.5	--	.52	150.0	3458.
27.00	293.0	513.0	--	.51	150.0	3187.
27.50	297.5	522.5	--	.50	150.0	2916.
28.00	302.0	532.0	--	.50	150.0	2644.
28.50	306.5	541.5	--	.49	150.0	2373.
29.00	311.0	551.0	--	.48	150.0	2102.
29.50	315.5	560.5	--	.48	150.0	1831.
30.00	320.0	570.0	--	.35	111.8	1560.
30.50	324.5	579.5	110.0	.23	74.6	1570.
31.00	329.0	589.0	110.0	.23	75.7	1579.

pag. / 8

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
31.50	333.5	598.5	110.0	.23	76.7	1589.
32.00	338.0	608.0	110.0	.23	77.7	1598.
32.50	342.5	617.5	110.0	.23	78.8	1608.
33.00	347.0	627.0	110.0	.23	79.8	1617.
33.50	351.5	636.5	110.0	.23	80.8	1627.
34.00	356.0	646.0	110.0	.23	81.9	1636.
34.50	360.5	655.5	110.0	.23	82.9	1646.
35.00	365.0	665.0	110.0	.23	84.0	1655.
35.50	369.5	674.5	110.0	.23	85.0	1665.
36.00	374.0	684.0	110.0	.23	86.0	1674.
36.50	378.5	693.5	110.0	.23	87.1	1684.
37.00	383.0	703.0	110.0	.23	88.1	1693.
37.50	387.5	712.5	110.0	.23	89.1	1703.
38.00	392.0	722.0	110.0	.23	90.2	1712.
38.50	396.5	731.5	110.0	.23	91.2	1722.
39.00	401.0	741.0	110.0	.23	92.2	1731.
39.50	405.5	750.5	110.0	.23	93.3	1741.
40.00	410.0	760.0	110.0	.23	94.3	1750.
40.50	414.5	769.5	110.0	.23	95.3	1760.
41.00	419.0	779.0	110.0	.23	96.4	1769.
41.50	423.5	788.5	110.0	.23	97.4	1779.
42.00	428.0	798.0	110.0	.23	98.4	1788.
42.50	432.5	807.5	110.0	.23	99.5	1798.
43.00	437.0	817.0	110.0	.23	100.0	1807.
43.50	441.5	826.5	110.0	.23	100.0	1817.
44.00	446.0	836.0	110.0	.22	100.0	1826.
44.50	450.5	845.5	110.0	.22	100.0	1836.
45.00	455.0	855.0	110.0	.22	100.0	1845.
45.50	459.5	864.5	110.0	.22	100.0	1855.
46.00	464.0	874.0	110.0	.22	100.0	1864.

pag. / 9

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
46.50	468.5	883.5	110.0	.21	100.0	1874.
47.00	473.0	893.0	110.0	.21	100.0	1883.
47.50	477.5	902.5	110.0	.21	100.0	1893.
48.00	482.0	912.0	110.0	.21	100.0	1902.
48.50	486.5	921.5	110.0	.21	100.0	1912.
49.00	491.0	931.0	110.0	.20	100.0	1921.
49.50	495.5	940.5	110.0	.20	100.0	1931.
50.00	500.0	950.0	110.0	.20	100.0	1940.

50.50	504.5	959.5	110.0	.20	100.0	1950.
51.00	509.0	969.0	110.0	.20	100.0	1959.
51.50	513.5	978.5	110.0	.19	100.0	1969.
52.00	518.0	988.0	110.0	.19	100.0	1978.
52.50	522.5	997.5	110.0	.19	100.0	1988.
53.00	527.0	1007.0	110.0	.19	100.0	1997.
53.50	531.5	1016.5	110.0	.19	100.0	2007.
54.00	536.0	1026.0	110.0	.19	100.0	2016.
54.50	540.5	1035.5	110.0	.19	100.0	2026.
55.00	545.0	1045.0	110.0	.18	100.0	2035.
55.50	549.5	1054.5	110.0	.18	100.0	2045.
56.00	554.0	1064.0	110.0	.18	100.0	2054.
56.50	558.5	1073.5	110.0	.18	100.0	2064.
57.00	563.0	1083.0	110.0	.18	100.0	2073.
57.50	567.5	1092.5	110.0	.18	100.0	2083.
58.00	572.0	1102.0	110.0	.17	100.0	2092.
58.50	576.5	1111.5	110.0	.17	100.0	2102.
59.00	581.0	1121.0	110.0	.17	100.0	2111.
59.50	585.5	1130.5	110.0	.17	100.0	2121.
60.00	590.0	1140.0	110.0	.17	100.0	2130.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	862.	0.	862.	399.
.50	29.	885.	7.	906.	418.
1.00	66.	907.	14.	959.	442.
1.50	112.	929.	21.	1020.	470.
2.00	162.	952.	29.	1085.	500.
2.50	212.	974.	36.	1151.	531.
3.00	263.	997.	43.	1217.	561.
3.50	314.	1019.	50.	1283.	592.
4.00	365.	1042.	57.	1350.	623.
4.50	417.	1064.	64.	1416.	655.
5.00	469.	1087.	72.	1484.	686.
5.50	527.	1109.	79.	1557.	721.
6.00	621.	1516.	86.	2051.	953.
6.50	725.	1922.	93.	2555.	1191.
7.00	833.	1557.	100.	2290.	1074.
7.50	938.	1192.	107.	2023.	954.
8.00	999.	1214.	114.	2099.	991.
8.50	1053.	1236.	122.	2167.	1023.
9.00	1107.	1258.	129.	2237.	1055.
9.50	1162.	1280.	136.	2306.	1088.
10.00	1217.	1302.	143.	2376.	1121.
10.50	1274.	1325.	150.	2448.	1155.
11.00	1333.	1347.	157.	2522.	1190.
11.50	1393.	1369.	165.	2597.	1226.
12.00	1455.	1391.	172.	2674.	1263.
12.50	1518.	1413.	179.	2752.	1300.
13.00	1583.	1435.	186.	2832.	1339.

13.50	1650.	1457.	193.	2914.	1378.
14.00	1719.	1506.	200.	3024.	1431.
14.50	1789.	1554.	207.	3135.	1484.

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	1861.	1603.	215.	3249.	1539.
15.50	1934.	1651.	222.	3363.	1594.
16.00	2009.	1700.	229.	3480.	1650.
16.50	2086.	1748.	236.	3598.	1707.
17.00	2164.	1797.	243.	3718.	1765.
17.50	2258.	1845.	250.	3853.	1831.
18.00	2438.	2425.	257.	4606.	2190.
18.50	2636.	3005.	265.	5377.	2559.
19.00	2838.	3585.	272.	6151.	2930.
19.50	3044.	4165.	279.	6930.	3304.
20.00	3254.	4745.	286.	7712.	3679.
20.50	3468.	5324.	293.	8499.	4056.
21.00	3685.	5904.	300.	9289.	4436.
21.50	3907.	6484.	308.	10083.	4818.
22.00	4132.	7064.	315.	10881.	5201.
22.50	4362.	7064.	322.	11104.	5319.
23.00	4595.	7064.	329.	11330.	5439.
23.50	4832.	7064.	336.	11560.	5560.
24.00	5070.	7064.	343.	11791.	5683.
24.50	5309.	6585.	350.	11544.	5583.
25.00	5547.	6106.	358.	11296.	5484.
25.50	5786.	5628.	365.	11049.	5385.
26.00	6024.	5149.	372.	10801.	5286.
26.50	6263.	4670.	379.	10554.	5187.
27.00	6501.	4191.	386.	10306.	5088.
27.50	6740.	3713.	393.	10059.	4988.
28.00	6978.	3234.	401.	9811.	4889.
28.50	7202.	2755.	408.	9549.	4782.
29.00	7335.	2772.	415.	9692.	4855.
29.50	7454.	2789.	422.	9821.	4920.

pag. / 12

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	7575.	2805.	429.	9951.	4987.
30.50	7698.	2822.	436.	10084.	5054.
31.00	7822.	2839.	443.	10218.	5122.

31.50	7949.	2856.	451.	10354.	5191.
32.00	8076.	2872.	458.	10491.	5261.
32.50	8206.	2889.	465.	10630.	5332.
33.00	8337.	2906.	472.	10771.	5404.
33.50	8469.	2923.	479.	10913.	5477.
34.00	8604.	2940.	486.	11057.	5550.
34.50	8740.	2956.	494.	11202.	5625.
35.00	8877.	2973.	501.	11350.	5700.
35.50	9016.	2990.	508.	11498.	5777.
36.00	9157.	3007.	515.	11649.	5854.
36.50	9300.	3023.	522.	11801.	5932.
37.00	9444.	3040.	529.	11955.	6011.
37.50	9590.	3057.	536.	12110.	6091.
38.00	9737.	3074.	544.	12267.	6171.
38.50	9886.	3091.	551.	12426.	6253.
39.00	10037.	3107.	558.	12587.	6336.
39.50	10190.	3124.	565.	12749.	6419.
40.00	10344.	3141.	572.	12912.	6503.
40.50	10499.	3158.	579.	13078.	6589.
41.00	10657.	3174.	586.	13245.	6675.
41.50	10815.	3191.	594.	13413.	6762.
42.00	10974.	3208.	601.	13582.	6849.
42.50	11133.	3225.	608.	13750.	6936.
43.00	11292.	3241.	615.	13919.	7023.
43.50	11451.	3258.	622.	14087.	7110.
44.00	11610.	3275.	629.	14256.	7197.
44.50	11769.	3292.	637.	14425.	7284.

pag. / 13

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	11928.	3309.	644.	14593.	7371.
45.50	12087.	3325.	651.	14762.	7458.
46.00	12246.	3342.	658.	14931.	7545.
46.50	12405.	3359.	665.	15099.	7632.
47.00	12564.	3376.	672.	15268.	7719.
47.50	12723.	3392.	679.	15436.	7806.
48.00	12882.	3409.	687.	15605.	7893.
48.50	13041.	3426.	694.	15774.	7980.
49.00	13200.	3443.	701.	15942.	8067.
49.50	13359.	3460.	708.	16111.	8154.
50.00	13518.	3476.	715.	16280.	8241.
50.50	13677.	3493.	722.	16448.	8328.
51.00	13836.	3510.	730.	16617.	8415.
51.50	13995.	3527.	737.	16785.	8502.
52.00	14154.	3543.	744.	16954.	8589.
52.50	14313.	3560.	751.	17123.	8676.
53.00	14472.	3577.	758.	17291.	8763.
53.50	14631.	3594.	765.	17460.	8850.
54.00	14790.	3611.	772.	17629.	8937.
54.50	14949.	3627.	780.	17797.	9024.
55.00	15108.	3644.	787.	17966.	9111.
55.50	15267.	3661.	794.	18134.	9198.
56.00	15426.	3678.	801.	18303.	9286.
56.50	15585.	3694.	808.	18472.	9373.
57.00	15744.	3711.	815.	18640.	9460.
57.50	15903.	3728.	823.	18809.	9547.
58.00	16062.	3745.	830.	18978.	9634.

58.50 16221. 3762. 837. 19146. 9721.

Lp = Lunghezza utile del palo
Ql1 = Portata laterale limite
Qb1 = Portata di base limite
Wp = Peso efficace del palo
Qu = Portata totale limite
Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

10.6 Portata di progetto in trazione (A1+M1+R3) CV01 e CV02 – Palo di spigolo

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 1.50 m
Quota falda da p.c. = 5.00 m
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 3.18000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 7.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 \cdot S'v$
 $\tau < .55 \cdot S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 50.0 a 55.0 kPa

Strato 2 "B" (Incoerente) da 7.00 a 9.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = K \cdot \tan(\delta) \cdot S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .50$ delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "A" (Coesivo) da 9.00 a 15.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 \cdot S'v$
 $\tau < .55 \cdot S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 56.0 a 60.0 kPa

pag. / 4

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "A" (Coesivo) da 15.00 a 19.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 \cdot S'v$
 $\tau < .55 \cdot S'v$

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 60.0 a 76.0 kPa

Strato 5 "B" (Incoerente) da 19.00 a 30.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

$\tau = K \cdot \tan(\delta) \cdot S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .50$ delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 6 "A" (Coesivo) da 30.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 110.0 a .0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A"	1.00	1.00	1.00
2 "B"	1.00	1.00	-
3 "A"	1.00	1.00	1.00
4 "A"	1.00	1.00	1.00
5 "B"	1.00	1.00	-
6 "A"	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
1.50	28.5	28.5	51.1	.55	15.7	0.
2.00	38.0	38.0	51.4	.55	20.9	0.
2.50	47.5	47.5	51.8	.55	26.1	0.
3.00	57.0	57.0	52.1	.55	31.3	0.
3.50	66.5	66.5	52.5	.47	31.5	0.
4.00	76.0	76.0	52.9	.42	31.7	0.
4.50	85.5	85.5	53.2	.37	31.9	0.
5.00	95.0	95.0	53.6	.34	32.1	0.
5.50	99.5	104.5	53.9	.33	32.4	0.
6.00	104.0	114.0	54.3	.31	32.6	0.
6.50	108.5	123.5	54.6	.30	32.8	0.
7.00	113.0	133.0	55.0	.34	38.6	0.
7.50	117.5	142.5	--	.39	45.9	0.
8.00	122.0	152.0	--	.39	47.7	0.
8.50	126.5	161.5	--	.39	49.4	0.
9.00	131.0	171.0	--	.32	42.4	0.
9.50	135.5	180.5	56.3	.25	33.8	0.
10.00	140.0	190.0	56.7	.24	34.0	0.
10.50	144.5	199.5	57.0	.24	34.2	0.
11.00	149.0	209.0	57.3	.23	34.4	0.
11.50	153.5	218.5	57.7	.23	35.3	0.
12.00	158.0	228.0	58.0	.23	36.3	0.
12.50	162.5	237.5	58.3	.23	37.4	0.
13.00	167.0	247.0	58.7	.23	38.4	0.
13.50	171.5	256.5	59.0	.23	39.4	0.
14.00	176.0	266.0	59.3	.23	40.5	0.
14.50	180.5	275.5	59.7	.23	41.5	0.
15.00	185.0	285.0	60.0	.23	42.5	0.
15.50	189.5	294.5	62.0	.23	43.6	0.
16.00	194.0	304.0	64.0	.23	44.6	0.

pag. / 7

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
16.50	198.5	313.5	66.0	.23	45.7	0.
17.00	203.0	323.0	68.0	.23	46.7	0.
17.50	207.5	332.5	70.0	.23	47.7	0.
18.00	212.0	342.0	72.0	.23	48.8	0.
18.50	216.5	351.5	74.0	.23	49.8	0.
19.00	221.0	361.0	76.0	.31	68.6	0.
19.50	225.5	370.5	--	.39	88.1	0.
20.00	230.0	380.0	--	.39	89.8	0.
20.50	234.5	389.5	--	.39	91.6	0.
21.00	239.0	399.0	--	.39	93.4	0.
21.50	243.5	408.5	--	.39	95.1	0.
22.00	248.0	418.0	--	.39	96.9	0.
22.50	252.5	427.5	--	.39	98.6	0.
23.00	257.0	437.0	--	.39	100.4	0.
23.50	261.5	446.5	--	.39	102.2	0.
24.00	266.0	456.0	--	.39	103.9	0.
24.50	270.5	465.5	--	.39	105.7	0.
25.00	275.0	475.0	--	.39	107.4	0.
25.50	279.5	484.5	--	.39	109.2	0.

26.00	284.0	494.0	--	.39	110.9	0.
26.50	288.5	503.5	--	.39	112.7	0.
27.00	293.0	513.0	--	.39	114.5	0.
27.50	297.5	522.5	--	.39	116.2	0.
28.00	302.0	532.0	--	.39	118.0	0.
28.50	306.5	541.5	--	.39	119.7	0.
29.00	311.0	551.0	--	.39	121.5	0.
29.50	315.5	560.5	--	.39	123.2	0.
30.00	320.0	570.0	--	.31	99.3	0.
30.50	324.5	579.5	108.2	.23	74.6	0.
31.00	329.0	589.0	106.3	.23	75.7	0.

pag. / 8

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
31.50	333.5	598.5	104.5	.23	76.7	0.
32.00	338.0	608.0	102.7	.23	77.7	0.
32.50	342.5	617.5	100.8	.23	78.8	0.
33.00	347.0	627.0	99.0	.23	79.8	0.
33.50	351.5	636.5	97.2	.23	80.8	0.
34.00	356.0	646.0	95.3	.23	81.9	0.
34.50	360.5	655.5	93.5	.23	82.9	0.
35.00	365.0	665.0	91.7	.23	84.0	0.
35.50	369.5	674.5	89.8	.23	85.0	0.
36.00	374.0	684.0	88.0	.23	86.0	0.
36.50	378.5	693.5	86.2	.23	87.1	0.
37.00	383.0	703.0	84.3	.23	88.1	0.
37.50	387.5	712.5	82.5	.23	89.1	0.
38.00	392.0	722.0	80.7	.23	90.2	0.
38.50	396.5	731.5	78.8	.23	91.2	0.
39.00	401.0	741.0	77.0	.23	92.2	0.
39.50	405.5	750.5	75.2	.23	93.3	0.
40.00	410.0	760.0	73.3	.23	94.3	0.
40.50	414.5	769.5	71.5	.23	95.3	0.
41.00	419.0	779.0	69.7	.23	96.4	0.
41.50	423.5	788.5	67.8	.23	97.4	0.
42.00	428.0	798.0	66.0	.23	98.4	0.
42.50	432.5	807.5	64.2	.23	99.5	0.
43.00	437.0	817.0	62.3	.23	100.0	0.
43.50	441.5	826.5	60.5	.23	100.0	0.
44.00	446.0	836.0	58.7	.22	100.0	0.
44.50	450.5	845.5	56.8	.22	100.0	0.
45.00	455.0	855.0	55.0	.22	100.0	0.
45.50	459.5	864.5	53.2	.22	100.0	0.
46.00	464.0	874.0	51.3	.22	100.0	0.

pag. / 9

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
46.50	468.5	883.5	49.5	.21	100.0	0.
47.00	473.0	893.0	47.7	.21	100.0	0.
47.50	477.5	902.5	45.8	.21	100.0	0.
48.00	482.0	912.0	44.0	.21	100.0	0.
48.50	486.5	921.5	42.2	.21	100.0	0.
49.00	491.0	931.0	40.3	.20	100.0	0.
49.50	495.5	940.5	38.5	.20	100.0	0.
50.00	500.0	950.0	36.7	.20	100.0	0.
50.50	504.5	959.5	34.8	.20	100.0	0.
51.00	509.0	969.0	33.0	.20	100.0	0.
51.50	513.5	978.5	31.2	.19	100.0	0.
52.00	518.0	988.0	29.3	.19	100.0	0.
52.50	522.5	997.5	27.5	.19	100.0	0.
53.00	527.0	1007.0	25.7	.19	100.0	0.
53.50	531.5	1016.5	23.8	.19	100.0	0.
54.00	536.0	1026.0	22.0	.19	100.0	0.
54.50	540.5	1035.5	20.2	.19	100.0	0.
55.00	545.0	1045.0	18.3	.18	100.0	0.
55.50	549.5	1054.5	16.5	.18	100.0	0.
56.00	554.0	1064.0	14.7	.18	100.0	0.
56.50	558.5	1073.5	12.8	.18	100.0	0.
57.00	563.0	1083.0	11.0	.18	100.0	0.
57.50	567.5	1092.5	9.2	.18	100.0	0.
58.00	572.0	1102.0	7.3	.17	100.0	0.
58.50	576.5	1111.5	5.5	.17	100.0	0.
59.00	581.0	1121.0	3.7	.17	100.0	0.
59.50	585.5	1130.5	1.8	.17	100.0	0.
60.00	590.0	1140.0	.0	.17	100.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacita... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	29.	0.	-13.	42.	28.
1.00	66.	0.	-26.	93.	60.
1.50	112.	0.	-40.	152.	96.
2.00	162.	0.	-53.	215.	134.
2.50	212.	0.	-66.	279.	172.
3.00	263.	0.	-79.	342.	211.
3.50	314.	0.	-93.	407.	250.
4.00	365.	0.	-106.	471.	289.
4.50	417.	0.	-119.	536.	328.
5.00	469.	0.	-132.	601.	367.
5.50	523.	0.	-146.	669.	407.
6.00	593.	0.	-159.	752.	455.
6.50	667.	0.	-172.	839.	506.

7.00	744.	0.	-185.	930.	557.
7.50	821.	0.	-199.	1019.	609.
8.00	878.	0.	-212.	1090.	651.
8.50	932.	0.	-225.	1157.	691.
9.00	986.	0.	-238.	1224.	731.
9.50	1040.	0.	-252.	1292.	772.
10.00	1096.	0.	-265.	1361.	813.
10.50	1153.	0.	-278.	1431.	854.
11.00	1211.	0.	-291.	1503.	897.
11.50	1272.	0.	-305.	1576.	940.
12.00	1333.	0.	-318.	1651.	985.
12.50	1397.	0.	-331.	1728.	1030.
13.00	1462.	0.	-344.	1806.	1075.
13.50	1529.	0.	-358.	1887.	1122.
14.00	1597.	0.	-371.	1968.	1170.
14.50	1668.	0.	-384.	2052.	1218.

pag. / 11

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	1739.	0.	-397.	2137.	1267.
15.50	1813.	0.	-411.	2223.	1317.
16.00	1888.	0.	-424.	2312.	1368.
16.50	1965.	0.	-437.	2402.	1419.
17.00	2043.	0.	-450.	2493.	1472.
17.50	2130.	0.	-464.	2593.	1529.
18.00	2262.	0.	-477.	2738.	1608.
18.50	2403.	0.	-490.	2893.	1692.
19.00	2547.	0.	-503.	3051.	1777.
19.50	2694.	0.	-517.	3211.	1864.
20.00	2844.	0.	-530.	3374.	1952.
20.50	2997.	0.	-543.	3540.	2041.
21.00	3152.	0.	-556.	3709.	2132.
21.50	3310.	0.	-570.	3880.	2225.
22.00	3471.	0.	-583.	4054.	2319.
22.50	3635.	0.	-596.	4231.	2414.
23.00	3802.	0.	-609.	4411.	2510.
23.50	3971.	0.	-623.	4594.	2608.
24.00	4144.	0.	-636.	4779.	2708.
24.50	4319.	0.	-649.	4968.	2808.
25.00	4496.	0.	-662.	5159.	2910.
25.50	4677.	0.	-675.	5352.	3014.
26.00	4860.	0.	-689.	5549.	3119.
26.50	5046.	0.	-702.	5748.	3225.
27.00	5235.	0.	-715.	5951.	3333.
27.50	5427.	0.	-728.	6156.	3442.
28.00	5622.	0.	-742.	6364.	3553.
28.50	5809.	0.	-755.	6564.	3659.
29.00	5937.	0.	-768.	6705.	3737.
29.50	6056.	0.	-781.	6838.	3810.

pag. / 12

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	6178.	0.	-795.	6972.	3884.
30.50	6300.	0.	-808.	7108.	3958.
31.00	6425.	0.	-821.	7246.	4034.
31.50	6551.	0.	-834.	7385.	4110.
32.00	6679.	0.	-848.	7526.	4187.
32.50	6808.	0.	-861.	7669.	4265.
33.00	6939.	0.	-874.	7813.	4344.
33.50	7072.	0.	-887.	7959.	4423.
34.00	7206.	0.	-901.	8107.	4504.
34.50	7342.	0.	-914.	8256.	4585.
35.00	7480.	0.	-927.	8407.	4667.
35.50	7619.	0.	-940.	8559.	4750.
36.00	7760.	0.	-954.	8713.	4833.
36.50	7902.	0.	-967.	8869.	4918.
37.00	8046.	0.	-980.	9026.	5003.
37.50	8192.	0.	-993.	9186.	5089.
38.00	8340.	0.	-1007.	9346.	5176.
38.50	8489.	0.	-1020.	9509.	5264.
39.00	8640.	0.	-1033.	9673.	5353.
39.50	8792.	0.	-1046.	9838.	5442.
40.00	8946.	0.	-1060.	10006.	5533.
40.50	9102.	0.	-1073.	10175.	5624.
41.00	9259.	0.	-1086.	10345.	5716.
41.50	9418.	0.	-1099.	10517.	5808.
42.00	9577.	0.	-1113.	10689.	5901.
42.50	9736.	0.	-1126.	10862.	5994.
43.00	9895.	0.	-1139.	11034.	6086.
43.50	10054.	0.	-1152.	11206.	6179.
44.00	10213.	0.	-1166.	11378.	6272.
44.50	10372.	0.	-1179.	11551.	6365.

pag. / 13

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacita' portante palo spigolo SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	10531.	0.	-1192.	11723.	6457.
45.50	10690.	0.	-1205.	11895.	6550.
46.00	10849.	0.	-1219.	12067.	6643.
46.50	11008.	0.	-1232.	12240.	6736.
47.00	11167.	0.	-1245.	12412.	6828.
47.50	11326.	0.	-1258.	12584.	6921.
48.00	11485.	0.	-1272.	12756.	7014.
48.50	11644.	0.	-1285.	12929.	7107.
49.00	11803.	0.	-1298.	13101.	7199.
49.50	11962.	0.	-1311.	13273.	7292.
50.00	12121.	0.	-1325.	13445.	7385.
50.50	12280.	0.	-1338.	13618.	7478.
51.00	12439.	0.	-1351.	13790.	7570.
51.50	12598.	0.	-1364.	13962.	7663.

52.00	12757.	0.	-1377.	14134.	7756.
52.50	12916.	0.	-1391.	14307.	7849.
53.00	13075.	0.	-1404.	14479.	7941.
53.50	13234.	0.	-1417.	14651.	8034.
54.00	13393.	0.	-1430.	14823.	8127.
54.50	13552.	0.	-1444.	14996.	8220.
55.00	13711.	0.	-1457.	15168.	8312.
55.50	13870.	0.	-1470.	15340.	8405.
56.00	14029.	0.	-1483.	15512.	8498.
56.50	14188.	0.	-1497.	15684.	8591.
57.00	14347.	0.	-1510.	15857.	8683.
57.50	14506.	0.	-1523.	16029.	8776.
58.00	14665.	0.	-1536.	16201.	8869.
58.50	14824.	0.	-1550.	16373.	8962.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

10.7 Portata di progetto in compressione (A1+M1+R3) CV01 e CV02 – Palo laterale

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	1.50 m
Quota falda da p.c.	=	5.00 m
Peso di volume del palo	=	8.10 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.84 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.16 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 2.00000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" " (Coesivo) da .00 a 7.00 m

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

Strato 6 "A" (Coesivo) da 30.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa
Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 110.0 a 110.0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A"	1.00	1.00	1.00
2 "B"	1.00	1.00	-
3 "A"	1.00	1.00	1.00
4 "A"	1.00	1.00	1.00
5 "B"	1.00	1.00	-
6 "A"	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
1.50	28.5	28.5	51.1	.55	15.7	488.
2.00	38.0	38.0	51.4	.55	20.9	501.
2.50	47.5	47.5	51.8	.55	26.1	514.
3.00	57.0	57.0	52.1	.55	31.3	526.
3.50	66.5	66.5	52.5	.47	31.5	539.
4.00	76.0	76.0	52.9	.42	31.7	552.
4.50	85.5	85.5	53.2	.37	31.9	564.
5.00	95.0	95.0	53.6	.34	32.1	577.
5.50	99.5	104.5	53.9	.33	32.4	590.
6.00	104.0	114.0	54.3	.31	32.6	603.
6.50	108.5	123.5	54.6	.30	32.8	615.
7.00	113.0	133.0	55.0	.42	47.4	628.
7.50	117.5	142.5	--	.55	64.3	858.
8.00	122.0	152.0	--	.55	66.7	1088.
8.50	126.5	161.5	--	.55	69.2	882.
9.00	131.0	171.0	--	.40	52.6	675.
9.50	135.5	180.5	56.3	.25	33.8	688.
10.00	140.0	190.0	56.7	.24	34.0	700.
10.50	144.5	199.5	57.0	.24	34.2	713.
11.00	149.0	209.0	57.3	.23	34.4	725.
11.50	153.5	218.5	57.7	.23	35.3	738.
12.00	158.0	228.0	58.0	.23	36.3	750.
12.50	162.5	237.5	58.3	.23	37.4	763.
13.00	167.0	247.0	58.7	.23	38.4	775.
13.50	171.5	256.5	59.0	.23	39.4	788.
14.00	176.0	266.0	59.3	.23	40.5	800.
14.50	180.5	275.5	59.7	.23	41.5	813.
15.00	185.0	285.0	60.0	.23	42.5	825.
15.50	189.5	294.5	62.0	.23	43.6	853.
16.00	194.0	304.0	64.0	.23	44.6	880.

pag. / 7

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
16.50	198.5	313.5	66.0	.23	45.7	908.
17.00	203.0	323.0	68.0	.23	46.7	935.
17.50	207.5	332.5	70.0	.23	47.7	963.
18.00	212.0	342.0	72.0	.23	48.8	990.
18.50	216.5	351.5	74.0	.23	49.8	1018.
19.00	221.0	361.0	76.0	.39	85.8	1045.
19.50	225.5	370.5	--	.55	123.3	1373.
20.00	230.0	380.0	--	.55	125.8	1702.
20.50	234.5	389.5	--	.55	128.2	2030.
21.00	239.0	399.0	--	.55	130.7	2358.
21.50	243.5	408.5	--	.55	133.2	2687.
22.00	248.0	418.0	--	.55	135.6	3015.
22.50	252.5	427.5	--	.55	138.1	3343.
23.00	257.0	437.0	--	.55	140.6	3672.
23.50	261.5	446.5	--	.55	143.0	4000.
24.00	266.0	456.0	--	.55	145.5	4000.
24.50	270.5	465.5	--	.55	147.9	4000.
25.00	275.0	475.0	--	.55	150.0	4000.

25.50	279.5	484.5	--	.54	150.0	4000.
26.00	284.0	494.0	--	.53	150.0	3729.
26.50	288.5	503.5	--	.52	150.0	3458.
27.00	293.0	513.0	--	.51	150.0	3187.
27.50	297.5	522.5	--	.50	150.0	2916.
28.00	302.0	532.0	--	.50	150.0	2644.
28.50	306.5	541.5	--	.49	150.0	2373.
29.00	311.0	551.0	--	.48	150.0	2102.
29.50	315.5	560.5	--	.48	150.0	1831.
30.00	320.0	570.0	--	.35	111.8	1560.
30.50	324.5	579.5	110.0	.23	74.6	1570.
31.00	329.0	589.0	110.0	.23	75.7	1579.

pag. / 8

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
31.50	333.5	598.5	110.0	.23	76.7	1589.
32.00	338.0	608.0	110.0	.23	77.7	1598.
32.50	342.5	617.5	110.0	.23	78.8	1608.
33.00	347.0	627.0	110.0	.23	79.8	1617.
33.50	351.5	636.5	110.0	.23	80.8	1627.
34.00	356.0	646.0	110.0	.23	81.9	1636.
34.50	360.5	655.5	110.0	.23	82.9	1646.
35.00	365.0	665.0	110.0	.23	84.0	1655.
35.50	369.5	674.5	110.0	.23	85.0	1665.
36.00	374.0	684.0	110.0	.23	86.0	1674.
36.50	378.5	693.5	110.0	.23	87.1	1684.
37.00	383.0	703.0	110.0	.23	88.1	1693.
37.50	387.5	712.5	110.0	.23	89.1	1703.
38.00	392.0	722.0	110.0	.23	90.2	1712.
38.50	396.5	731.5	110.0	.23	91.2	1722.
39.00	401.0	741.0	110.0	.23	92.2	1731.
39.50	405.5	750.5	110.0	.23	93.3	1741.
40.00	410.0	760.0	110.0	.23	94.3	1750.
40.50	414.5	769.5	110.0	.23	95.3	1760.
41.00	419.0	779.0	110.0	.23	96.4	1769.
41.50	423.5	788.5	110.0	.23	97.4	1779.
42.00	428.0	798.0	110.0	.23	98.4	1788.
42.50	432.5	807.5	110.0	.23	99.5	1798.
43.00	437.0	817.0	110.0	.23	100.0	1807.
43.50	441.5	826.5	110.0	.23	100.0	1817.
44.00	446.0	836.0	110.0	.22	100.0	1826.
44.50	450.5	845.5	110.0	.22	100.0	1836.
45.00	455.0	855.0	110.0	.22	100.0	1845.
45.50	459.5	864.5	110.0	.22	100.0	1855.
46.00	464.0	874.0	110.0	.22	100.0	1864.

pag. / 9

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
46.50	468.5	883.5	110.0	.21	100.0	1874.
47.00	473.0	893.0	110.0	.21	100.0	1883.
47.50	477.5	902.5	110.0	.21	100.0	1893.
48.00	482.0	912.0	110.0	.21	100.0	1902.
48.50	486.5	921.5	110.0	.21	100.0	1912.
49.00	491.0	931.0	110.0	.20	100.0	1921.
49.50	495.5	940.5	110.0	.20	100.0	1931.
50.00	500.0	950.0	110.0	.20	100.0	1940.
50.50	504.5	959.5	110.0	.20	100.0	1950.
51.00	509.0	969.0	110.0	.20	100.0	1959.
51.50	513.5	978.5	110.0	.19	100.0	1969.
52.00	518.0	988.0	110.0	.19	100.0	1978.
52.50	522.5	997.5	110.0	.19	100.0	1988.
53.00	527.0	1007.0	110.0	.19	100.0	1997.
53.50	531.5	1016.5	110.0	.19	100.0	2007.
54.00	536.0	1026.0	110.0	.19	100.0	2016.
54.50	540.5	1035.5	110.0	.19	100.0	2026.
55.00	545.0	1045.0	110.0	.18	100.0	2035.
55.50	549.5	1054.5	110.0	.18	100.0	2045.
56.00	554.0	1064.0	110.0	.18	100.0	2054.
56.50	558.5	1073.5	110.0	.18	100.0	2064.
57.00	563.0	1083.0	110.0	.18	100.0	2073.
57.50	567.5	1092.5	110.0	.18	100.0	2083.
58.00	572.0	1102.0	110.0	.17	100.0	2092.
58.50	576.5	1111.5	110.0	.17	100.0	2102.
59.00	581.0	1121.0	110.0	.17	100.0	2111.
59.50	585.5	1130.5	110.0	.17	100.0	2121.
60.00	590.0	1140.0	110.0	.17	100.0	2130.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacita... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	862.	0.	862.	399.
.50	18.	885.	7.	896.	412.
1.00	42.	907.	14.	934.	428.
1.50	71.	929.	21.	978.	447.
2.00	102.	952.	29.	1025.	467.
2.50	134.	974.	36.	1072.	488.
3.00	165.	997.	43.	1119.	508.
3.50	197.	1019.	50.	1167.	529.
4.00	230.	1042.	57.	1214.	550.
4.50	262.	1064.	64.	1262.	571.
5.00	295.	1087.	72.	1310.	592.
5.50	331.	1109.	79.	1362.	615.
6.00	391.	1516.	86.	1820.	828.

6.50	456.	1922.	93.	2285.	1045.
7.00	524.	1557.	100.	1981.	906.
7.50	590.	1192.	107.	1675.	765.
8.00	628.	1214.	114.	1728.	789.
8.50	662.	1236.	122.	1777.	811.
9.00	696.	1258.	129.	1826.	832.
9.50	731.	1280.	136.	1875.	854.
10.00	765.	1302.	143.	1925.	876.
10.50	801.	1325.	150.	1975.	898.
11.00	838.	1347.	157.	2027.	922.
11.50	876.	1369.	165.	2080.	945.
12.00	915.	1391.	172.	2134.	969.
12.50	955.	1413.	179.	2189.	994.
13.00	996.	1435.	186.	2245.	1020.
13.50	1038.	1457.	193.	2302.	1045.
14.00	1081.	1506.	200.	2386.	1084.
14.50	1125.	1554.	207.	2472.	1123.

pag. / 11

 NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	1170.	1603.	215.	2558.	1163.
15.50	1216.	1651.	222.	2646.	1204.
16.00	1264.	1700.	229.	2734.	1245.
16.50	1312.	1748.	236.	2824.	1286.
17.00	1361.	1797.	243.	2915.	1328.
17.50	1420.	1845.	250.	3015.	1376.
18.00	1533.	2425.	257.	3701.	1699.
18.50	1658.	3005.	265.	4399.	2028.
19.00	1785.	3585.	272.	5098.	2358.
19.50	1915.	4165.	279.	5800.	2690.
20.00	2046.	4745.	286.	6505.	3023.
20.50	2181.	5324.	293.	7212.	3357.
21.00	2318.	5904.	300.	7922.	3693.
21.50	2457.	6484.	308.	8634.	4030.
22.00	2599.	7064.	315.	9348.	4368.
22.50	2743.	7064.	322.	9485.	4439.
23.00	2890.	7064.	329.	9625.	4512.
23.50	3039.	7064.	336.	9767.	4586.
24.00	3189.	7064.	343.	9910.	4660.
24.50	3339.	6585.	350.	9574.	4513.
25.00	3489.	6106.	358.	9238.	4366.
25.50	3639.	5628.	365.	8902.	4218.
26.00	3789.	5149.	372.	8566.	4071.
26.50	3939.	4670.	379.	8230.	3924.
27.00	4089.	4191.	386.	7894.	3776.
27.50	4239.	3713.	393.	7558.	3629.
28.00	4389.	3234.	401.	7222.	3482.
28.50	4529.	2755.	408.	6877.	3329.
29.00	4613.	2772.	415.	6970.	3375.
29.50	4688.	2789.	422.	7055.	3417.

pag. / 12

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900

Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	4764.	2805.	429.	7140.	3459.
30.50	4842.	2822.	436.	7227.	3501.
31.00	4920.	2839.	443.	7315.	3545.
31.50	4999.	2856.	451.	7404.	3588.
32.00	5079.	2872.	458.	7494.	3633.
32.50	5161.	2889.	465.	7585.	3677.
33.00	5243.	2906.	472.	7677.	3723.
33.50	5327.	2923.	479.	7770.	3769.
34.00	5411.	2940.	486.	7864.	3815.
34.50	5497.	2956.	494.	7959.	3862.
35.00	5583.	2973.	501.	8056.	3910.
35.50	5671.	2990.	508.	8153.	3958.
36.00	5759.	3007.	515.	8251.	4007.
36.50	5849.	3023.	522.	8350.	4056.
37.00	5940.	3040.	529.	8451.	4106.
37.50	6031.	3057.	536.	8552.	4157.
38.00	6124.	3074.	544.	8654.	4208.
38.50	6218.	3091.	551.	8758.	4259.
39.00	6313.	3107.	558.	8862.	4311.
39.50	6409.	3124.	565.	8968.	4364.
40.00	6505.	3141.	572.	9074.	4417.
40.50	6603.	3158.	579.	9182.	4471.
41.00	6702.	3174.	586.	9290.	4526.
41.50	6802.	3191.	594.	9400.	4581.
42.00	6902.	3208.	601.	9509.	4636.
42.50	7002.	3225.	608.	9619.	4691.
43.00	7102.	3241.	615.	9729.	4745.
43.50	7202.	3258.	622.	9838.	4800.
44.00	7302.	3275.	629.	9948.	4855.
44.50	7402.	3292.	637.	10057.	4910.

pag. / 13

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	7502.	3309.	644.	10167.	4965.
45.50	7602.	3325.	651.	10277.	5020.
46.00	7702.	3342.	658.	10386.	5075.
46.50	7802.	3359.	665.	10496.	5130.
47.00	7902.	3376.	672.	10606.	5185.
47.50	8002.	3392.	679.	10715.	5240.
48.00	8102.	3409.	687.	10825.	5295.
48.50	8202.	3426.	694.	10934.	5350.
49.00	8302.	3443.	701.	11044.	5405.
49.50	8402.	3460.	708.	11154.	5460.
50.00	8502.	3476.	715.	11263.	5515.
50.50	8602.	3493.	722.	11373.	5570.
51.00	8702.	3510.	730.	11483.	5625.

51.50	8802.	3527.	737.	11592.	5680.
52.00	8902.	3543.	744.	11702.	5735.
52.50	9002.	3560.	751.	11811.	5790.
53.00	9102.	3577.	758.	11921.	5845.
53.50	9202.	3594.	765.	12031.	5900.
54.00	9302.	3611.	772.	12140.	5955.
54.50	9402.	3627.	780.	12250.	6010.
55.00	9502.	3644.	787.	12360.	6065.
55.50	9602.	3661.	794.	12469.	6120.
56.00	9702.	3678.	801.	12579.	6174.
56.50	9802.	3694.	808.	12688.	6229.
57.00	9902.	3711.	815.	12798.	6284.
57.50	10002.	3728.	823.	12908.	6339.
58.00	10102.	3745.	830.	13017.	6394.
58.50	10202.	3762.	837.	13127.	6449.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

10.8 Portata di progetto in trazione (A1+M1+R3) CV01 e CV02 – Palo laterale

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 1.50 m
Quota falda da p.c. = 5.00 m
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 2.00 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento con sezione avente:
Area = 1.76600 m2 Perimetro = 2.00000 m

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 7.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 50.0 a 55.0 kPa

Strato 2 "B" (Incoerente) da 7.00 a 9.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0$ kPa
 $K = .50$ $\delta = 38.0$ deg

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "A" (Coesivo) da 9.00 a 15.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 56.0 a 60.0 kPa

pag. / 4

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "A" (Coesivo) da 15.00 a 19.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 60.0 a 76.0 kPa

Strato 5 "B" (Incoerente) da 19.00 a 30.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0$ kPa
 $K = .50$ $\delta = 38.0$ deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 6 "A" (Coesivo) da 30.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa

Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v

Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 110.0 a .0 kPa

pag. / 5

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A"	1.00	1.00	1.00
2 "B"	1.00	1.00	-
3 "A"	1.00	1.00	1.00
4 "A"	1.00	1.00	1.00
5 "B"	1.00	1.00	-
6 "A"	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
1.50	28.5	28.5	51.1	.55	15.7	0.
2.00	38.0	38.0	51.4	.55	20.9	0.
2.50	47.5	47.5	51.8	.55	26.1	0.
3.00	57.0	57.0	52.1	.55	31.3	0.
3.50	66.5	66.5	52.5	.47	31.5	0.
4.00	76.0	76.0	52.9	.42	31.7	0.
4.50	85.5	85.5	53.2	.37	31.9	0.
5.00	95.0	95.0	53.6	.34	32.1	0.
5.50	99.5	104.5	53.9	.33	32.4	0.
6.00	104.0	114.0	54.3	.31	32.6	0.
6.50	108.5	123.5	54.6	.30	32.8	0.
7.00	113.0	133.0	55.0	.34	38.6	0.
7.50	117.5	142.5	--	.39	45.9	0.
8.00	122.0	152.0	--	.39	47.7	0.
8.50	126.5	161.5	--	.39	49.4	0.
9.00	131.0	171.0	--	.32	42.4	0.
9.50	135.5	180.5	56.3	.25	33.8	0.
10.00	140.0	190.0	56.7	.24	34.0	0.
10.50	144.5	199.5	57.0	.24	34.2	0.
11.00	149.0	209.0	57.3	.23	34.4	0.
11.50	153.5	218.5	57.7	.23	35.3	0.
12.00	158.0	228.0	58.0	.23	36.3	0.
12.50	162.5	237.5	58.3	.23	37.4	0.
13.00	167.0	247.0	58.7	.23	38.4	0.
13.50	171.5	256.5	59.0	.23	39.4	0.
14.00	176.0	266.0	59.3	.23	40.5	0.
14.50	180.5	275.5	59.7	.23	41.5	0.
15.00	185.0	285.0	60.0	.23	42.5	0.
15.50	189.5	294.5	62.0	.23	43.6	0.
16.00	194.0	304.0	64.0	.23	44.6	0.

pag. / 7

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
16.50	198.5	313.5	66.0	.23	45.7	0.
17.00	203.0	323.0	68.0	.23	46.7	0.
17.50	207.5	332.5	70.0	.23	47.7	0.
18.00	212.0	342.0	72.0	.23	48.8	0.
18.50	216.5	351.5	74.0	.23	49.8	0.
19.00	221.0	361.0	76.0	.31	68.6	0.
19.50	225.5	370.5	--	.39	88.1	0.
20.00	230.0	380.0	--	.39	89.8	0.
20.50	234.5	389.5	--	.39	91.6	0.
21.00	239.0	399.0	--	.39	93.4	0.
21.50	243.5	408.5	--	.39	95.1	0.
22.00	248.0	418.0	--	.39	96.9	0.
22.50	252.5	427.5	--	.39	98.6	0.
23.00	257.0	437.0	--	.39	100.4	0.
23.50	261.5	446.5	--	.39	102.2	0.
24.00	266.0	456.0	--	.39	103.9	0.
24.50	270.5	465.5	--	.39	105.7	0.
25.00	275.0	475.0	--	.39	107.4	0.
25.50	279.5	484.5	--	.39	109.2	0.

26.00	284.0	494.0	--	.39	110.9	0.
26.50	288.5	503.5	--	.39	112.7	0.
27.00	293.0	513.0	--	.39	114.5	0.
27.50	297.5	522.5	--	.39	116.2	0.
28.00	302.0	532.0	--	.39	118.0	0.
28.50	306.5	541.5	--	.39	119.7	0.
29.00	311.0	551.0	--	.39	121.5	0.
29.50	315.5	560.5	--	.39	123.2	0.
30.00	320.0	570.0	--	.31	99.3	0.
30.50	324.5	579.5	108.2	.23	74.6	0.
31.00	329.0	589.0	106.3	.23	75.7	0.

pag. / 8

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
31.50	333.5	598.5	104.5	.23	76.7	0.
32.00	338.0	608.0	102.7	.23	77.7	0.
32.50	342.5	617.5	100.8	.23	78.8	0.
33.00	347.0	627.0	99.0	.23	79.8	0.
33.50	351.5	636.5	97.2	.23	80.8	0.
34.00	356.0	646.0	95.3	.23	81.9	0.
34.50	360.5	655.5	93.5	.23	82.9	0.
35.00	365.0	665.0	91.7	.23	84.0	0.
35.50	369.5	674.5	89.8	.23	85.0	0.
36.00	374.0	684.0	88.0	.23	86.0	0.
36.50	378.5	693.5	86.2	.23	87.1	0.
37.00	383.0	703.0	84.3	.23	88.1	0.
37.50	387.5	712.5	82.5	.23	89.1	0.
38.00	392.0	722.0	80.7	.23	90.2	0.
38.50	396.5	731.5	78.8	.23	91.2	0.
39.00	401.0	741.0	77.0	.23	92.2	0.
39.50	405.5	750.5	75.2	.23	93.3	0.
40.00	410.0	760.0	73.3	.23	94.3	0.
40.50	414.5	769.5	71.5	.23	95.3	0.
41.00	419.0	779.0	69.7	.23	96.4	0.
41.50	423.5	788.5	67.8	.23	97.4	0.
42.00	428.0	798.0	66.0	.23	98.4	0.
42.50	432.5	807.5	64.2	.23	99.5	0.
43.00	437.0	817.0	62.3	.23	100.0	0.
43.50	441.5	826.5	60.5	.23	100.0	0.
44.00	446.0	836.0	58.7	.22	100.0	0.
44.50	450.5	845.5	56.8	.22	100.0	0.
45.00	455.0	855.0	55.0	.22	100.0	0.
45.50	459.5	864.5	53.2	.22	100.0	0.
46.00	464.0	874.0	51.3	.22	100.0	0.

pag. / 9

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
46.50	468.5	883.5	49.5	.21	100.0	0.
47.00	473.0	893.0	47.7	.21	100.0	0.
47.50	477.5	902.5	45.8	.21	100.0	0.
48.00	482.0	912.0	44.0	.21	100.0	0.
48.50	486.5	921.5	42.2	.21	100.0	0.
49.00	491.0	931.0	40.3	.20	100.0	0.
49.50	495.5	940.5	38.5	.20	100.0	0.
50.00	500.0	950.0	36.7	.20	100.0	0.
50.50	504.5	959.5	34.8	.20	100.0	0.
51.00	509.0	969.0	33.0	.20	100.0	0.
51.50	513.5	978.5	31.2	.19	100.0	0.
52.00	518.0	988.0	29.3	.19	100.0	0.
52.50	522.5	997.5	27.5	.19	100.0	0.
53.00	527.0	1007.0	25.7	.19	100.0	0.
53.50	531.5	1016.5	23.8	.19	100.0	0.
54.00	536.0	1026.0	22.0	.19	100.0	0.
54.50	540.5	1035.5	20.2	.19	100.0	0.
55.00	545.0	1045.0	18.3	.18	100.0	0.
55.50	549.5	1054.5	16.5	.18	100.0	0.
56.00	554.0	1064.0	14.7	.18	100.0	0.
56.50	558.5	1073.5	12.8	.18	100.0	0.
57.00	563.0	1083.0	11.0	.18	100.0	0.
57.50	567.5	1092.5	9.2	.18	100.0	0.
58.00	572.0	1102.0	7.3	.17	100.0	0.
58.50	576.5	1111.5	5.5	.17	100.0	0.
59.00	581.0	1121.0	3.7	.17	100.0	0.
59.50	585.5	1130.5	1.8	.17	100.0	0.
60.00	590.0	1140.0	.0	.17	100.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
 Capacita' portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	18.	0.	-13.	32.	22.
1.00	42.	0.	-26.	68.	47.
1.50	71.	0.	-40.	110.	75.
2.00	102.	0.	-53.	155.	104.
2.50	134.	0.	-66.	200.	133.
3.00	165.	0.	-79.	245.	162.
3.50	197.	0.	-93.	290.	191.
4.00	230.	0.	-106.	336.	221.
4.50	262.	0.	-119.	381.	250.
5.00	295.	0.	-132.	427.	280.
5.50	329.	0.	-146.	475.	310.
6.00	373.	0.	-159.	532.	345.
6.50	419.	0.	-172.	592.	382.

7.00	468.	0.	-185.	653.	419.
7.50	516.	0.	-199.	715.	457.
8.00	552.	0.	-212.	764.	488.
8.50	586.	0.	-225.	811.	518.
9.00	620.	0.	-238.	858.	548.
9.50	654.	0.	-252.	906.	579.
10.00	689.	0.	-265.	954.	609.
10.50	725.	0.	-278.	1003.	641.
11.00	762.	0.	-291.	1053.	672.
11.50	800.	0.	-305.	1104.	704.
12.00	839.	0.	-318.	1156.	737.
12.50	879.	0.	-331.	1210.	770.
13.00	920.	0.	-344.	1264.	804.
13.50	962.	0.	-358.	1319.	838.
14.00	1005.	0.	-371.	1376.	873.
14.50	1049.	0.	-384.	1433.	908.

pag. / 11

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	1094.	0.	-397.	1491.	944.
15.50	1140.	0.	-411.	1551.	981.
16.00	1187.	0.	-424.	1611.	1017.
16.50	1236.	0.	-437.	1673.	1055.
17.00	1285.	0.	-450.	1735.	1093.
17.50	1340.	0.	-464.	1803.	1133.
18.00	1422.	0.	-477.	1899.	1188.
18.50	1511.	0.	-490.	2001.	1246.
19.00	1602.	0.	-503.	2105.	1304.
19.50	1695.	0.	-517.	2211.	1364.
20.00	1789.	0.	-530.	2319.	1424.
20.50	1885.	0.	-543.	2428.	1485.
21.00	1983.	0.	-556.	2539.	1548.
21.50	2082.	0.	-570.	2652.	1611.
22.00	2183.	0.	-583.	2766.	1674.
22.50	2286.	0.	-596.	2882.	1739.
23.00	2391.	0.	-609.	3000.	1805.
23.50	2498.	0.	-623.	3120.	1871.
24.00	2606.	0.	-636.	3242.	1939.
24.50	2716.	0.	-649.	3365.	2007.
25.00	2828.	0.	-662.	3490.	2076.
25.50	2941.	0.	-675.	3617.	2146.
26.00	3057.	0.	-689.	3746.	2217.
26.50	3174.	0.	-702.	3876.	2289.
27.00	3293.	0.	-715.	4008.	2362.
27.50	3413.	0.	-728.	4142.	2435.
28.00	3536.	0.	-742.	4277.	2510.
28.50	3653.	0.	-755.	4408.	2582.
29.00	3734.	0.	-768.	4502.	2635.
29.50	3809.	0.	-781.	4591.	2686.

pag. / 12

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacit... portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	3885.	0.	-795.	4680.	2737.
30.50	3963.	0.	-808.	4770.	2789.
31.00	4041.	0.	-821.	4862.	2842.
31.50	4120.	0.	-834.	4955.	2894.
32.00	4200.	0.	-848.	5048.	2948.
32.50	4282.	0.	-861.	5143.	3002.
33.00	4364.	0.	-874.	5238.	3056.
33.50	4448.	0.	-887.	5335.	3111.
34.00	4532.	0.	-901.	5433.	3167.
34.50	4618.	0.	-914.	5531.	3223.
35.00	4704.	0.	-927.	5631.	3279.
35.50	4792.	0.	-940.	5732.	3336.
36.00	4880.	0.	-954.	5834.	3394.
36.50	4970.	0.	-967.	5937.	3452.
37.00	5061.	0.	-980.	6041.	3510.
37.50	5152.	0.	-993.	6146.	3570.
38.00	5245.	0.	-1007.	6252.	3629.
38.50	5339.	0.	-1020.	6359.	3689.
39.00	5434.	0.	-1033.	6467.	3750.
39.50	5530.	0.	-1046.	6576.	3811.
40.00	5626.	0.	-1060.	6686.	3873.
40.50	5724.	0.	-1073.	6797.	3935.
41.00	5823.	0.	-1086.	6909.	3998.
41.50	5923.	0.	-1099.	7022.	4061.
42.00	6023.	0.	-1113.	7136.	4124.
42.50	6123.	0.	-1126.	7249.	4187.
43.00	6223.	0.	-1139.	7362.	4251.
43.50	6323.	0.	-1152.	7475.	4314.
44.00	6423.	0.	-1166.	7589.	4377.
44.50	6523.	0.	-1179.	7702.	4440.

pag. / 13

NODO BOLOGNA CAVALCAVIA km 11+857 e km 11+900
Capacita' portante palo laterale SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	6623.	0.	-1192.	7815.	4504.
45.50	6723.	0.	-1205.	7928.	4567.
46.00	6823.	0.	-1219.	8042.	4630.
46.50	6923.	0.	-1232.	8155.	4693.
47.00	7023.	0.	-1245.	8268.	4757.
47.50	7123.	0.	-1258.	8381.	4820.
48.00	7223.	0.	-1272.	8495.	4883.
48.50	7323.	0.	-1285.	8608.	4946.
49.00	7423.	0.	-1298.	8721.	5010.
49.50	7523.	0.	-1311.	8834.	5073.
50.00	7623.	0.	-1325.	8948.	5136.
50.50	7723.	0.	-1338.	9061.	5199.
51.00	7823.	0.	-1351.	9174.	5263.
51.50	7923.	0.	-1364.	9287.	5326.

52.00	8023.	0.	-1377.	9401.	5389.
52.50	8123.	0.	-1391.	9514.	5452.
53.00	8223.	0.	-1404.	9627.	5516.
53.50	8323.	0.	-1417.	9740.	5579.
54.00	8423.	0.	-1430.	9854.	5642.
54.50	8523.	0.	-1444.	9967.	5705.
55.00	8623.	0.	-1457.	10080.	5769.
55.50	8723.	0.	-1470.	10193.	5832.
56.00	8823.	0.	-1483.	10307.	5895.
56.50	8923.	0.	-1497.	10420.	5958.
57.00	9023.	0.	-1510.	10533.	6022.
57.50	9123.	0.	-1523.	10646.	6085.
58.00	9223.	0.	-1536.	10760.	6148.
58.50	9323.	0.	-1550.	10873.	6211.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

11 APPENDICE B. ANALISI PALIFICATE DI FONDAZIONE. TABULATI DI CALCOLO MAP

11.1 Spalla – Analisi SLU statica

M A P - Matrix Analysis of Piles

Programma per l'analisi di palificate collegate da un plinto rigido

(C) G.Guiducci, S.G.I. - luglio 1994

pag. / 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

Geometria Palificata

palo	vin	X	Y	Z	axz	ayz	axy	Box	Boy
m	m	m	deg	deg	deg	m	m		
1	0	.675	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
2	0	-1.325	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
3	0	-3.325	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
4	0	.675	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
5	0	-1.325	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
6	0	-3.325	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
7	0	.000	2.375	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
8	0	.000	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
9	0	.000	-2.375	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
10	0	.675	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
11	0	-1.325	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
12	0	-3.325	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
13	0	.675	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
14	0	-1.325	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
15	0	-3.325	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00

vin = 0 - incastro; 1 - cerniera; 2 - appoggio

X, Y, Z = Coordinate testa pali

axz = Inclinazione palo nel piano Xp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Xp positivo)

ayz = Inclinazione palo nel piano Yp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Yp positivo)

axy = Rotazione assi Xp Yp (positiva se antioraria)

Box = Lato dell'elemento parallelo all'asse Xp

Boy = Lato dell'elemento parallelo all'asse Yp

se Boy = 0 D = Box: diametro

altrimenti D = $\sqrt{\text{Box} * \text{Boy} * 1.273}$: diametro equivalente

pag. / 3

 Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi assiali e torsionali
 (uguali per tutti i pali)

palo	AK kN/m	TK kN*m/rad
1	250000.	.0

 AK = Rigidezza assiale palo-terreno
 TK = Rigidezza torsionale palo-terreno

 Baricentro palificata: Xg = -1.060 m Yg = .000 m
 Rotazione direzioni princip. di inerzia: .00 deg

Caratterizzazione del terreno per pali soggetti a carichi trasversali

Terreno tipo 1

Prof. m	E kN/m2
.00	27500.0
3.00	28500.0
3.10	45000.0
8.00	120000.0
8.10	30000.0
13.00	40000.0
13.10	120000.0
26.00	120000.0
26.10	60500.0
60.00	60500.0

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi trasversali

palo	Lp m	EJx kN*m2	Itx	Ridx	EJy kN*m2	Ity	Ridy
1	47.00	7455147.	1	.230	7455147.	1	.240
2	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.120
3	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.230
4	47.00	7455147.	1	.170	7455147.	1	.130
5	47.00	7455147.	1	.080	7455147.	1	.060
6	47.00	7455147.	1	.090	7455147.	1	.140
7	47.00	7455147.	1	.210	7455147.	1	.120
8	47.00	7455147.	1	.410	7455147.	1	.170
9	47.00	7455147.	1	.210	7455147.	1	.150
10	47.00	7455147.	1	.230	7455147.	1	.150
11	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.070
12	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.150
13	47.00	7455147.	1	.170	7455147.	1	.140
14	47.00	7455147.	1	.080	7455147.	1	.070
15	47.00	7455147.	1	.090	7455147.	1	.160

 Lp = Lunghezza palo (compreso eventuale tratto fuori terra)
 EJ = Rigidezza flessionale del palo
 It = Tipo di terreno
 Rid = Moltiplicatore del modulo di reazione orizzontale

pag. / 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 1 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m
27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.042 m Yv = .022 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz
	mm	mm	mRad	mm	mRad
7.480	.152	.025	1.796	.037	.558

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	1936.7	-286.8	1174.1	161.1	-604.4	.0	1320.5
2	1924.2	-183.4	868.6	43.5	-170.5	.0	885.2
3	1911.8	-183.4	868.6	-16.1	99.9	.0	874.4
4	1918.2	-163.2	721.1	104.2	-441.9	.0	845.7
5	1905.7	-97.2	511.4	25.9	-113.8	.0	523.9
6	1893.3	-105.3	539.2	-12.3	86.9	.0	546.1
7	1892.0	-92.5	401.7	79.9	-338.6	.0	525.3
8	1870.1	7.3	1.3	102.6	-406.0	.0	406.0
9	1848.1	99.8	-384.6	93.8	-380.4	.0	541.0
10	1830.3	208.6	-813.1	115.4	-475.7	.0	942.0
11	1817.9	132.1	-590.3	29.1	-124.7	.0	603.3
12	1805.4	132.1	-590.3	-12.8	88.6	.0	596.9
13	1811.8	238.8	-1000.2	109.9	-459.1	.0	1100.5
14	1799.4	140.4	-692.5	29.1	-124.7	.0	703.7
15	1786.9	152.5	-733.1	-13.2	90.2	.0	738.6

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 5

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 2
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 2 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	55899.9	.0	-60657.7	504.0	-16426.4	7669.8

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
55899.9	.0	-60657.7	504.0	-16426.4	7669.8	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.085 m Yv = -.294 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.841	-.239	-.062	.442	-.120	.335	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	3496.9	-173.7	637.6	91.1	-478.3	.0	797.0
2	3527.7	-108.7	451.7	27.3	-226.0	.0	505.0
3	3558.6	-108.7	451.7	-14.5	-56.9	.0	455.2
4	3557.1	-98.0	364.3	63.1	-388.2	.0	532.3
5	3587.9	-56.1	237.4	19.7	-192.4	.0	305.6
6	3618.7	-61.2	254.0	-7.3	-70.7	.0	263.7
7	3638.9	-56.7	173.9	49.1	-326.7	.0	370.1
8	3710.3	-2.3	-59.1	59.9	-364.3	.0	369.1
9	3781.8	58.6	-297.4	55.8	-350.3	.0	459.5
10	3842.8	123.3	-553.6	68.7	-407.3	.0	687.3
11	3873.6	80.4	-422.9	21.1	-199.3	.0	467.5
12	3904.4	80.4	-422.9	-8.1	-69.1	.0	428.5
13	3902.9	143.0	-667.6	66.0	-398.0	.0	777.2
14	3933.7	86.3	-484.3	21.1	-199.3	.0	523.7
15	3964.6	93.3	-508.7	-9.0	-67.5	.0	513.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 3
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 3 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.130 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz
	mm	mm	mRad	mm	mRad
11.551	.063	.004	1.560	-.016	.558

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2861.6	-287.2	1156.0	159.1	-647.3	.0	1324.9
2	2859.5	-183.0	849.8	43.9	-216.4	.0	876.9
3	2857.4	-183.0	849.8	-17.9	56.6	.0	851.7
4	2869.6	-163.2	702.6	104.4	-487.6	.0	855.2
5	2867.5	-96.6	492.6	27.4	-159.9	.0	517.9
6	2865.4	-104.8	520.4	-12.3	41.3	.0	522.0
7	2878.3	-92.8	383.5	80.3	-384.5	.0	543.0
8	2887.8	5.5	-14.9	102.0	-450.8	.0	451.1
9	2897.2	99.4	-402.7	93.6	-425.7	.0	586.0
10	2907.4	208.1	-830.9	115.3	-520.9	.0	980.7
11	2905.3	132.4	-608.9	30.5	-171.0	.0	632.4
12	2903.2	132.4	-608.9	-13.0	43.2	.0	610.4
13	2915.3	238.7	-1018.5	109.9	-504.6	.0	1136.6
14	2913.2	140.9	-711.1	30.5	-171.0	.0	731.4
15	2911.1	153.0	-751.7	-13.6	45.0	.0	753.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 7

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLU statica

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico 3 AlSTR

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-287.2	1156.0	159.1	-647.3	328.3	1324.9
1.47	-252.9	759.4	140.3	-427.5	289.2	871.5
2.94	-220.6	412.1	122.5	-234.9	252.4	474.3
4.41	-171.1	119.0	95.0	-72.2	195.7	139.2
5.88	-108.4	-87.2	60.3	42.4	124.0	97.0
7.34	-44.0	-198.8	24.6	104.5	50.4	224.6
8.81	-12.6	-231.3	7.2	122.8	14.5	261.8
10.28	-.8	-240.6	.7	128.3	1.1	272.6
11.75	8.4	-234.8	-4.4	125.4	9.5	266.2
14.10	18.3	-204.7	-9.8	109.4	20.8	232.2
16.45	25.2	-149.7	-13.6	79.7	28.6	169.6
18.80	22.6	-91.8	-12.1	48.5	25.6	103.8
21.15	16.3	-45.6	-8.7	23.8	18.5	51.5
23.50	9.1	-15.3	-4.8	7.7	10.3	17.2
27.42	2.1	4.2	-1.1	-2.4	2.4	4.8
31.33	.0	7.5	.0	-4.0	.0	8.5
35.25	-.7	5.6	.4	-2.9	.8	6.3
41.12	-.5	1.6	.3	-.8	.6	1.8
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 8

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLU statica

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico 4 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.130 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz
	mm	mm	mRad	mm	mRad
11.551	.063	.004	1.560	-.016	.558

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2861.6	-287.2	1156.0	159.1	-647.3	.0	1324.9
2	2859.5	-183.0	849.8	43.9	-216.4	.0	876.9
3	2857.4	-183.0	849.8	-17.9	56.6	.0	851.7
4	2869.6	-163.2	702.6	104.4	-487.6	.0	855.2
5	2867.5	-96.6	492.6	27.4	-159.9	.0	517.9
6	2865.4	-104.8	520.4	-12.3	41.3	.0	522.0
7	2878.3	-92.8	383.5	80.3	-384.5	.0	543.0
8	2887.8	5.5	-14.9	102.0	-450.8	.0	451.1
9	2897.2	99.4	-402.7	93.6	-425.7	.0	586.0
10	2907.4	208.1	-830.9	115.3	-520.9	.0	980.7
11	2905.3	132.4	-608.9	30.5	-171.0	.0	632.4
12	2903.2	132.4	-608.9	-13.0	43.2	.0	610.4
13	2915.3	238.7	-1018.5	109.9	-504.6	.0	1136.6
14	2913.2	140.9	-711.1	30.5	-171.0	.0	731.4
15	2911.1	153.0	-751.7	-13.6	45.0	.0	753.1

$$Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^{0.5}$$

pag. / 9

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 5
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 5 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.042 m Yv = .022 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
7.480	.152	.025	1.796	.037	.558	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	1936.7	-286.8	1174.1	161.1	-604.4	.0	1320.5
2	1924.2	-183.4	868.6	43.5	-170.5	.0	885.2
3	1911.8	-183.4	868.6	-16.1	99.9	.0	874.4
4	1918.2	-163.2	721.1	104.2	-441.9	.0	845.7
5	1905.7	-97.2	511.4	25.9	-113.8	.0	523.9
6	1893.3	-105.3	539.2	-12.3	86.9	.0	546.1
7	1892.0	-92.5	401.7	79.9	-338.6	.0	525.3
8	1870.1	7.3	1.3	102.6	-406.0	.0	406.0
9	1848.1	99.8	-384.6	93.8	-380.4	.0	541.0
10	1830.3	208.6	-813.1	115.4	-475.7	.0	942.0
11	1817.9	132.1	-590.3	29.1	-124.7	.0	603.3
12	1805.4	132.1	-590.3	-12.8	88.6	.0	596.9
13	1811.8	238.8	-1000.2	109.9	-459.1	.0	1100.5
14	1799.4	140.4	-692.5	29.1	-124.7	.0	703.7
15	1786.9	152.5	-733.1	-13.2	90.2	.0	738.6

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 6
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 6 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	55899.9	.0	-60657.7	504.0	-16426.4	7669.8

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
55899.9	.0	-60657.7	504.0	-16426.4	7669.8	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.085 m Yv = -.294 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.841	-.239	-.062	.442	-.120	.335	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	3496.9	-173.7	637.6	91.1	-478.3	.0	797.0
2	3527.7	-108.7	451.7	27.3	-226.0	.0	505.0
3	3558.6	-108.7	451.7	-14.5	-56.9	.0	455.2
4	3557.1	-98.0	364.3	63.1	-388.2	.0	532.3
5	3587.9	-56.1	237.4	19.7	-192.4	.0	305.6
6	3618.7	-61.2	254.0	-7.3	-70.7	.0	263.7
7	3638.9	-56.7	173.9	49.1	-326.7	.0	370.1
8	3710.3	-2.3	-59.1	59.9	-364.3	.0	369.1
9	3781.8	58.6	-297.4	55.8	-350.3	.0	459.5
10	3842.8	123.3	-553.6	68.7	-407.3	.0	687.3
11	3873.6	80.4	-422.9	21.1	-199.3	.0	467.5
12	3904.4	80.4	-422.9	-8.1	-69.1	.0	428.5
13	3902.9	143.0	-667.6	66.0	-398.0	.0	777.2
14	3933.7	86.3	-484.3	21.1	-199.3	.0	523.7
15	3964.6	93.3	-508.7	-9.0	-67.5	.0	513.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 11

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 7
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 7 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.130 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
11.551	.063	.004	1.560	-.016	.558	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2861.6	-287.2	1156.0	159.1	-647.3	.0	1324.9
2	2859.5	-183.0	849.8	43.9	-216.4	.0	876.9
3	2857.4	-183.0	849.8	-17.9	56.6	.0	851.7
4	2869.6	-163.2	702.6	104.4	-487.6	.0	855.2
5	2867.5	-96.6	492.6	27.4	-159.9	.0	517.9
6	2865.4	-104.8	520.4	-12.3	41.3	.0	522.0
7	2878.3	-92.8	383.5	80.3	-384.5	.0	543.0
8	2887.8	5.5	-14.9	102.0	-450.8	.0	451.1
9	2897.2	99.4	-402.7	93.6	-425.7	.0	586.0
10	2907.4	208.1	-830.9	115.3	-520.9	.0	980.7
11	2905.3	132.4	-608.9	30.5	-171.0	.0	632.4
12	2903.2	132.4	-608.9	-13.0	43.2	.0	610.4
13	2915.3	238.7	-1018.5	109.9	-504.6	.0	1136.6
14	2913.2	140.9	-711.1	30.5	-171.0	.0	731.4
15	2911.1	153.0	-751.7	-13.6	45.0	.0	753.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 8
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 8 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	-840.0	-24986.9	-12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	-840.0	-24986.9	-12783.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.577 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
11.546	-.045	.000	-2.718	-.244	-.558	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2475.1	287.3	-1152.6	-169.1	436.2	.0	1232.4
2	2475.2	183.0	-846.2	-41.8	-9.0	.0	846.3
3	2475.3	183.0	-846.2	8.9	-269.2	.0	888.0
4	2597.0	163.2	-699.1	-103.3	263.1	.0	746.9
5	2597.1	96.5	-489.0	-19.9	-66.3	.0	493.5
6	2597.2	104.7	-516.8	12.4	-264.9	.0	580.7
7	2741.8	92.9	-380.0	-78.2	159.1	.0	411.9
8	2886.6	-5.1	18.1	-104.9	230.6	.0	231.3
9	3031.4	-99.4	406.3	-94.5	203.2	.0	454.3
10	3176.2	-208.1	834.5	-116.2	298.4	.0	886.2
11	3176.2	-132.5	612.6	-23.7	-56.0	.0	615.1
12	3176.3	-132.5	612.6	12.1	-265.7	.0	667.8
13	3298.1	-238.8	1022.2	-109.8	281.1	.0	1060.1
14	3298.2	-141.1	714.9	-23.7	-56.0	.0	717.1
15	3298.2	-153.1	755.5	11.7	-266.4	.0	801.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 13

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLU statica

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico 8 AlSTR

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	287.3	-1152.6	-169.1	436.2	333.4	1232.4
1.47	252.9	-755.9	-140.8	209.3	289.5	784.4
2.94	220.5	-408.7	-116.4	21.2	249.3	409.3
4.41	170.9	-115.9	-82.1	-127.8	189.6	172.5
5.88	108.1	90.0	-42.0	-218.9	116.0	236.7
7.34	43.7	201.1	-4.2	-252.1	43.9	322.5
8.81	12.3	233.1	12.8	-240.5	17.7	334.9
10.28	.5	241.9	18.2	-217.4	18.2	325.2
11.75	-8.7	235.8	21.7	-187.8	23.4	301.4
14.10	-18.5	205.1	23.4	-133.9	29.8	245.0
16.45	-25.3	149.7	20.5	-80.8	32.6	170.2
18.80	-22.6	91.7	14.6	-39.2	26.9	99.7
21.15	-16.3	45.5	8.7	-12.1	18.5	47.0
23.50	-9.1	15.2	3.7	2.4	9.9	15.4
27.42	-2.1	-4.3	.0	7.8	2.1	8.9
31.33	.0	-7.5	-.7	5.9	.7	9.5
35.25	.7	-5.6	-.6	3.1	.9	6.4
41.12	.5	-1.6	-.2	.5	.6	1.6
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 14

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLU statica

 CONDIZIONE DI CARICO 9
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico 9 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
27951.8	.0	-29121.3	840.0	611.5	12783.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.042 m Yv = .022 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
7.480	.152	.025	1.796	.037	.558	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	1936.7	-286.8	1174.1	161.1	-604.4	.0	1320.5
2	1924.2	-183.4	868.6	43.5	-170.5	.0	885.2
3	1911.8	-183.4	868.6	-16.1	99.9	.0	874.4
4	1918.2	-163.2	721.1	104.2	-441.9	.0	845.7
5	1905.7	-97.2	511.4	25.9	-113.8	.0	523.9
6	1893.3	-105.3	539.2	-12.3	86.9	.0	546.1
7	1892.0	-92.5	401.7	79.9	-338.6	.0	525.3
8	1870.1	7.3	1.3	102.6	-406.0	.0	406.0
9	1848.1	99.8	-384.6	93.8	-380.4	.0	541.0
10	1830.3	208.6	-813.1	115.4	-475.7	.0	942.0
11	1817.9	132.1	-590.3	29.1	-124.7	.0	603.3
12	1805.4	132.1	-590.3	-12.8	88.6	.0	596.9
13	1811.8	238.8	-1000.2	109.9	-459.1	.0	1100.5
14	1799.4	140.4	-692.5	29.1	-124.7	.0	703.7
15	1786.9	152.5	-733.1	-13.2	90.2	.0	738.6

 $Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^{0.5}$

pag. / 15

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLU statica

 CONDIZIONE DI CARICO 9
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico 9 AlSTR

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 15
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	152.5	-733.1	-13.2	90.2	153.1	738.6
1.47	138.3	-519.6	-12.7	71.1	138.9	524.4
2.94	124.7	-326.5	-11.9	52.9	125.2	330.8
4.41	102.9	-156.9	-10.4	36.3	103.4	161.0
5.88	73.7	-26.5	-8.1	22.5	74.1	34.8
7.34	41.5	58.4	-5.3	12.6	41.8	59.7
8.81	24.5	102.2	-3.8	6.3	24.8	102.4
10.28	17.4	132.7	-3.1	1.3	17.6	132.7
11.75	10.9	153.6	-2.4	-2.7	11.2	153.6
14.10	1.4	170.7	-1.3	-7.4	1.9	170.9
16.45	-10.3	157.7	.1	-8.6	10.3	158.0
18.80	-14.7	126.6	.7	-7.5	14.8	126.8
21.15	-14.6	91.1	.9	-5.5	14.6	91.3
23.50	-11.7	59.4	.7	-3.5	11.7	59.5
27.42	-6.4	24.7	.4	-1.3	6.4	24.8
31.33	-3.3	6.2	.2	-.2	3.3	6.2
35.25	-1.0	-1.9	.0	.2	1.0	1.9
41.12	.4	-2.4	.0	.2	.4	2.4
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 16

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 10
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 10 AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	55899.9	.0	-60657.7	-504.0	-28044.3	-7669.8

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
55899.9	.0	-60657.7	-504.0	-28044.3	-7669.8	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.085 m Yv = -.502 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.839	-.304	-.064	-2.125	-.257	-.335	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	3265.0	171.0	-747.6	-105.8	171.8	.0	767.1
2	3297.1	110.9	-566.0	-24.2	-101.5	.0	575.0
3	3329.2	110.9	-566.0	1.6	-252.3	.0	619.7
4	3393.5	97.9	-476.8	-61.5	62.2	.0	480.8
5	3425.7	59.7	-351.5	-8.7	-136.3	.0	377.0
6	3457.8	64.5	-368.3	7.5	-254.4	.0	447.6
7	3557.0	54.8	-284.2	-46.0	-.6	.0	284.2
8	3709.6	-8.7	-39.3	-64.2	44.5	.0	59.4
9	3862.3	-60.7	187.9	-57.1	27.1	.0	189.9
10	4004.1	-126.4	445.6	-70.1	84.3	.0	453.5
11	4036.2	-78.6	310.0	-11.4	-130.4	.0	336.3
12	4068.3	-78.6	310.0	6.9	-254.5	.0	401.1
13	4132.6	-143.5	556.8	-65.9	73.5	.0	561.6
14	4164.7	-82.9	371.3	-11.4	-130.4	.0	393.6
15	4196.8	-90.3	395.7	6.3	-254.4	.0	470.4

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 17

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 10
CV03 - spalla varo _Combinazione carico 10 AlSTR

Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 15
(riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-90.3	395.7	6.3	-254.4	90.5	470.4
1.47	-81.2	269.8	11.7	-240.8	82.0	361.6
2.94	-72.5	157.0	15.2	-220.7	74.1	270.9
4.41	-59.0	58.9	18.4	-196.1	61.8	204.7
5.88	-41.1	-15.1	20.3	-167.2	45.9	167.9
7.34	-21.7	-61.4	19.9	-137.3	29.4	150.4
8.81	-11.7	-83.1	18.6	-109.2	22.0	137.2
10.28	-7.5	-97.0	17.5	-82.6	19.0	127.4
11.75	-3.8	-105.3	16.0	-57.9	16.4	120.2
14.10	1.5	-109.4	12.6	-22.9	12.7	111.8
16.45	7.7	-97.1	6.8	-.7	10.2	97.1
18.80	9.7	-75.7	2.7	9.9	10.1	76.4
21.15	9.1	-53.1	.3	13.0	9.1	54.6
23.50	7.0	-33.6	-.9	11.9	7.1	35.6
27.42	3.7	-13.1	-1.2	7.3	3.8	15.0
31.33	1.8	-2.6	-.8	3.3	2.0	4.2
35.25	.5	1.7	-.4	.9	.6	1.9
41.12	-.3	1.6	.0	-.1	.3	1.6
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 18

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 11
CV03 - spalla varo _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	840.0	-5623.7	12783.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.130 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
11.551	.063	.004	1.560	-.016	.558	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2861.6	-287.2	1156.0	159.1	-647.3	.0	1324.9
2	2859.5	-183.0	849.8	43.9	-216.4	.0	876.9
3	2857.4	-183.0	849.8	-17.9	56.6	.0	851.7
4	2869.6	-163.2	702.6	104.4	-487.6	.0	855.2
5	2867.5	-96.6	492.6	27.4	-159.9	.0	517.9
6	2865.4	-104.8	520.4	-12.3	41.3	.0	522.0
7	2878.3	-92.8	383.5	80.3	-384.5	.0	543.0
8	2887.8	5.5	-14.9	102.0	-450.8	.0	451.1
9	2897.2	99.4	-402.7	93.6	-425.7	.0	586.0
10	2907.4	208.1	-830.9	115.3	-520.9	.0	980.7
11	2905.3	132.4	-608.9	30.5	-171.0	.0	632.4
12	2903.2	132.4	-608.9	-13.0	43.2	.0	610.4
13	2915.3	238.7	-1018.5	109.9	-504.6	.0	1136.6
14	2913.2	140.9	-711.1	30.5	-171.0	.0	731.4
15	2911.1	153.0	-751.7	-13.6	45.0	.0	753.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 19

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLU statica

CONDIZIONE DI CARICO 12
CV03 - spalla varo _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	-45852.7	-840.0	-24986.9	-12783.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m
43299.9	.0	-45852.7	-840.0	-24986.9	-12783.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.059 m Yv = -.577 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz
	mm	mm	mRad	mm	mRad
11.546	-.045	.000	-2.718	-.244	-.558

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2475.1	287.3	-1152.6	-169.1	436.2	.0	1232.4
2	2475.2	183.0	-846.2	-41.8	-9.0	.0	846.3
3	2475.3	183.0	-846.2	8.9	-269.2	.0	888.0
4	2597.0	163.2	-699.1	-103.3	263.1	.0	746.9
5	2597.1	96.5	-489.0	-19.9	-66.3	.0	493.5
6	2597.2	104.7	-516.8	12.4	-264.9	.0	580.7
7	2741.8	92.9	-380.0	-78.2	159.1	.0	411.9
8	2886.6	-5.1	18.1	-104.9	230.6	.0	231.3
9	3031.4	-99.4	406.3	-94.5	203.2	.0	454.3
10	3176.2	-208.1	834.5	-116.2	298.4	.0	886.2
11	3176.2	-132.5	612.6	-23.7	-56.0	.0	615.1
12	3176.3	-132.5	612.6	12.1	-265.7	.0	667.8
13	3298.1	-238.8	1022.2	-109.8	281.1	.0	1060.1
14	3298.2	-141.1	714.9	-23.7	-56.0	.0	717.1
15	3298.2	-153.1	755.5	11.7	-266.4	.0	801.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 20

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 13
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmin

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	7751.8	.0	-5386.8	4029.0	28082.4	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
7751.8	.0	-5386.8	4029.0	28082.4	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -.695 m Yv = 3.623 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
2.204	.602	.129	7.331	.391	.573	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	kN*m		
1	1232.2	-291.8	1294.2	490.3	-1570.1	.0	2034.8
2	1167.7	-189.7	984.6	234.1	-758.4	.0	1242.8
3	1103.1	-189.7	984.6	297.8	-820.4	.0	1281.6
4	1036.8	-167.3	831.9	308.8	-1072.2	.0	1357.1
5	972.3	-102.6	618.2	134.7	-450.8	.0	765.1
6	907.7	-110.7	646.8	201.5	-564.4	.0	858.4
7	783.0	-93.3	502.5	271.4	-930.9	.0	1057.8
8	551.0	16.5	82.3	354.3	-1167.0	.0	1169.9
9	319.0	104.0	-304.3	322.3	-1077.2	.0	1119.3
10	108.7	216.5	-744.7	344.5	-1174.9	.0	1391.0
11	44.2	133.9	-512.3	152.6	-509.4	.0	722.4
12	-20.4	133.9	-512.3	212.9	-596.0	.0	785.9
13	-86.7	245.2	-934.3	327.0	-1124.6	.0	1462.1
14	-151.2	141.1	-617.1	152.6	-509.4	.0	800.2
15	-215.7	153.9	-658.7	224.1	-626.6	.0	909.1

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 21

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

 CONDIZIONE DI CARICO 13
 CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmin

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-291.8	1294.2	490.3	-1570.1	570.6	2034.8
1.47	-260.9	888.1	418.3	-904.1	493.0	1267.3
2.94	-230.6	527.3	354.1	-338.6	422.6	626.7
4.41	-182.7	218.4	261.0	122.4	318.6	250.3
5.88	-120.5	-5.5	148.5	423.9	191.3	423.9
7.34	-55.1	-134.4	38.9	559.8	67.4	575.8
8.81	-22.5	-182.0	-12.2	564.0	25.6	592.6
10.28	-9.8	-205.2	-29.8	532.0	31.4	570.2
11.75	.4	-212.0	-42.3	478.4	42.3	523.3
14.10	12.4	-199.1	-52.1	366.9	53.6	417.5
16.45	22.6	-153.6	-52.1	239.1	56.8	284.2
18.80	22.1	-99.0	-40.3	128.7	45.9	162.3
21.15	16.8	-52.7	-25.9	51.1	30.8	73.3
23.50	9.9	-20.7	-12.5	5.8	16.0	21.5
27.42	2.7	1.6	-1.4	-16.3	3.0	16.4
31.33	.3	6.7	1.2	-15.1	1.3	16.5
35.25	-.6	5.7	1.5	-9.0	1.6	10.6
41.12	-.5	1.7	.7	-1.8	.9	2.5
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 22

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 14
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 23

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

 CONDIZIONE DI CARICO 14
 CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Nmax

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	541.7	3842.1
1.47	-291.8	3052.4	419.1	-1030.9	510.6	3221.8
2.94	-317.5	2600.5	358.5	-461.3	478.9	2641.1
4.41	-325.6	2124.7	269.0	8.6	422.4	2124.7
5.88	-305.3	1655.2	159.3	324.3	344.3	1686.7
7.34	-251.6	1240.4	50.6	477.1	256.6	1329.0
8.81	-211.6	908.9	-.9	498.3	211.6	1036.5
10.28	-188.0	615.1	-19.1	482.5	188.9	781.8
11.75	-161.8	356.9	-32.6	444.1	165.1	569.8
14.10	-113.6	16.0	-44.5	353.9	122.0	354.3
16.45	-41.0	-155.4	-48.3	239.1	63.4	285.2
18.80	.1	-195.3	-39.0	134.3	39.0	237.0
21.15	17.9	-168.7	-25.9	57.9	31.5	178.3
23.50	20.8	-119.8	-13.2	11.6	24.6	120.4
27.42	13.3	-50.9	-2.0	-13.3	13.5	52.6
31.33	6.8	-12.0	.8	-14.0	6.8	18.4
35.25	1.8	4.1	1.4	-8.9	2.3	9.8
41.12	-.8	4.5	.8	-2.0	1.1	4.9
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 24

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 15
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Tlmax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 25

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 16
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Tlmin

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 26

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 17
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mlmax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 27

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 18
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mlmin

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	10464.9	.0	-7272.2	4029.0	28796.4	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
10464.9	.0	-7272.2	4029.0	28796.4	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -.695 m Yv = 2.752 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
2.975	.793	.173	7.358	.397	.573	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	1442.6	-290.9	1333.0	490.6	-1565.3	.0	2055.9
2	1355.8	-190.5	1024.9	234.1	-753.1	.0	1271.8
3	1269.1	-190.5	1024.9	298.0	-815.3	.0	1309.7
4	1244.2	-167.3	871.5	308.8	-1067.0	.0	1377.7
5	1157.4	-103.9	658.4	134.5	-445.5	.0	794.9
6	1070.7	-111.8	687.1	201.5	-559.1	.0	885.8
7	979.3	-92.6	541.4	271.4	-925.6	.0	1072.3
8	743.6	20.4	117.0	354.4	-1161.9	.0	1167.7
9	508.0	104.8	-265.6	322.3	-1072.0	.0	1104.5
10	301.7	217.5	-706.5	344.5	-1169.8	.0	1366.6
11	214.9	133.3	-472.4	152.5	-504.1	.0	690.9
12	128.2	133.3	-472.4	212.9	-590.7	.0	756.4
13	103.3	245.4	-895.1	327.0	-1119.5	.0	1433.3
14	16.5	139.9	-577.2	152.5	-504.1	.0	766.4
15	-70.2	152.8	-618.7	224.2	-621.3	.0	876.9

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 28

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 19
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Ttmax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 29

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 20
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Ttmin

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	3021.0	-880.8	-5598.9

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	3021.0	-880.8	-5598.9	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = -.020 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.298	11.177	2.596	4.116	.107	-.088	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4192.8	105.0	2063.1	288.9	-1044.5	.0	2312.4
2	2895.0	-11.3	2207.2	183.8	-761.1	.0	2334.7
3	1597.1	-11.3	2207.2	307.3	-1130.2	.0	2479.8
4	4139.4	30.2	2195.5	185.6	-752.6	.0	2320.9
5	2841.6	-57.7	2266.1	110.5	-522.4	.0	2325.5
6	1543.7	-48.7	2264.4	215.3	-869.9	.0	2425.8
7	3637.9	56.1	2206.7	178.0	-734.5	.0	2325.8
8	3574.5	226.0	2031.8	229.1	-885.4	.0	2216.4
9	3511.1	25.7	2331.1	209.4	-828.2	.0	2473.9
10	3885.7	26.7	2377.5	206.0	-813.2	.0	2512.7
11	2587.8	-61.2	2438.0	123.8	-568.6	.0	2503.4
12	1290.0	-61.2	2438.0	226.3	-902.4	.0	2599.7
13	3832.3	-33.4	2467.8	196.0	-783.6	.0	2589.2
14	2534.4	-95.3	2456.5	123.8	-568.6	.0	2521.5
15	1236.6	-89.5	2465.7	237.1	-933.8	.0	2636.6

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 30

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 21
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	105958.6	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	105958.6	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = 2.447 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	mRad
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	10.287	1.052	.582	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	5788.2	-239.8	3448.7	517.1	-1037.8	.0	3601.4
2	4489.1	-231.0	3225.1	228.7	-184.5	.0	3230.4
3	3189.9	-231.0	3225.1	319.1	-273.3	.0	3236.7
4	5262.4	-165.7	3036.7	306.8	-504.7	.0	3078.4
5	3963.3	-173.6	2855.2	115.4	125.1	.0	2857.9
6	2664.1	-174.4	2886.9	200.2	9.2	.0	2886.9
7	4199.6	-55.4	2665.0	266.5	-359.6	.0	2689.1
8	3575.2	232.3	2012.1	362.2	-609.1	.0	2102.2
9	2950.8	145.0	1845.6	325.1	-513.4	.0	1915.7
10	2764.9	276.5	1378.0	347.7	-612.6	.0	1508.0
11	1465.8	97.7	1704.9	135.4	68.4	.0	1706.3
12	166.6	97.7	1704.9	214.0	-24.7	.0	1705.1
13	2239.1	253.2	1243.1	327.6	-559.7	.0	1363.3
14	940.0	73.9	1600.7	135.4	68.4	.0	1602.1
15	-359.2	94.3	1561.1	227.8	-58.1	.0	1562.2

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 31

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

 CONDIZIONE DI CARICO 21
 CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-239.8	3448.7	517.1	-1037.8	570.0	3601.4
1.47	-291.9	3052.7	420.5	-351.9	511.9	3072.9
2.94	-317.6	2600.7	339.5	203.2	464.9	2608.6
4.41	-325.7	2124.7	229.0	630.7	398.1	2216.4
5.88	-305.3	1655.2	102.5	873.5	322.1	1871.6
7.34	-251.6	1240.3	-12.8	936.1	251.9	1553.9
8.81	-211.6	908.8	-63.0	864.5	220.8	1254.3
10.28	-188.0	615.0	-78.0	759.6	203.5	977.4
11.75	-161.8	356.9	-86.4	638.0	183.5	731.0
14.10	-113.6	15.9	-86.6	430.1	142.8	430.4
16.45	-41.0	-155.5	-69.9	242.4	81.0	288.0
18.80	.1	-195.3	-46.7	105.2	46.7	221.9
21.15	17.9	-168.7	-25.9	21.4	31.5	170.0
23.50	20.8	-119.9	-9.8	-19.9	23.0	121.5
27.42	13.3	-50.9	1.4	-30.0	13.4	59.1
31.33	6.8	-12.0	2.9	-20.0	7.4	23.3
35.25	1.8	4.1	2.2	-9.4	2.8	10.2
41.12	-.8	4.5	.7	-1.1	1.0	4.7
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 32

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

 CONDIZIONE DI CARICO 21
 CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmax

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 15
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	94.3	1561.1	227.8	-58.1	246.5	1562.2
1.47	45.4	1661.4	178.2	238.4	183.9	1678.4
2.94	8.0	1698.7	137.9	469.0	138.1	1762.3
4.41	-37.8	1680.2	84.3	636.6	92.4	1796.8
5.88	-85.0	1588.8	23.8	715.4	88.2	1742.4
7.34	-121.7	1434.6	-30.4	708.8	125.4	1600.1
8.81	-134.5	1241.6	-53.5	639.7	144.8	1396.7
10.28	-135.9	1042.3	-60.1	555.5	148.6	1181.1
11.75	-133.6	843.7	-63.4	464.3	147.9	963.0
14.10	-120.7	537.5	-61.5	314.3	135.5	622.6
16.45	-89.3	290.1	-49.2	182.3	102.0	342.6
18.80	-59.2	116.7	-33.9	84.5	68.2	144.1
21.15	-34.2	8.7	-20.0	22.0	39.6	23.6
23.50	-14.3	-47.9	-8.6	-11.5	16.7	49.3
27.42	1.4	-65.9	.1	-23.9	1.4	70.0
31.33	4.8	-51.6	1.9	-18.6	5.2	54.9
35.25	4.9	-31.5	1.9	-10.6	5.2	33.3
41.12	2.7	-8.0	.9	-2.3	2.9	8.3
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 33

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 22
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Mtmin

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	26882.4	.0	2373.1	3021.0	-14835.0	-5598.9

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
26882.4	.0	2373.1	3021.0	-14835.0	-5598.9	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .088 m Yv = -.552 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
8.635	5.953	1.383	3.584	-.012	-.093	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2372.6	79.4	1005.3	283.7	-1138.3	.0	1518.7
2	1681.0	8.9	1107.2	184.8	-864.1	.0	1404.5
3	989.4	8.9	1107.2	303.9	-1230.2	.0	1655.0
4	2378.4	29.4	1112.9	185.7	-853.2	.0	1402.3
5	1686.8	-22.9	1167.7	114.0	-625.8	.0	1324.8
6	995.1	-17.4	1164.5	215.9	-974.2	.0	1518.3
7	2151.9	37.5	1145.0	178.7	-836.2	.0	1417.8
8	2158.7	120.0	1084.3	227.5	-984.6	.0	1464.6
9	2165.6	5.6	1275.5	208.8	-928.5	.0	1577.7
10	2405.9	-2.8	1335.2	205.2	-912.7	.0	1617.3
11	1714.3	-43.5	1349.3	126.9	-672.2	.0	1507.5
12	1022.6	-43.5	1349.3	226.5	-1006.4	.0	1683.3
13	2411.7	-37.3	1398.6	195.6	-883.6	.0	1654.4
14	1720.1	-62.3	1367.5	126.9	-672.2	.0	1523.8
15	1028.4	-60.2	1375.7	236.8	-1037.3	.0	1722.9

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 34

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
CV03 spalla varo - SLU FASE SPINTA

CONDIZIONE DI CARICO 23
CV03 - Combinazione carico Fase di spinta _Tormax

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
43299.9	.0	12018.3	4029.0	10737.1	9740.7	

Punto di applic. carico verticale: Xv = .278 m Yv = .248 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
14.301	11.242	2.598	6.684	.244	.581	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	4424.7	-239.6	3448.2	485.8	-1694.6	.0	3842.1
2	3125.6	-230.9	3224.8	235.2	-885.6	.0	3344.2
3	1826.4	-230.9	3224.8	291.2	-934.8	.0	3357.6
4	4302.9	-165.6	3036.5	310.2	-1203.0	.0	3266.1
5	3003.8	-173.5	2855.0	138.9	-578.6	.0	2913.1
6	1704.7	-174.4	2886.7	200.5	-686.3	.0	2967.1
7	3719.8	-55.3	2664.8	273.1	-1060.7	.0	2868.2
8	3575.2	232.3	2012.1	353.2	-1294.3	.0	2392.4
9	3430.6	145.0	1845.8	322.3	-1205.6	.0	2204.6
10	3724.4	276.4	1378.3	344.9	-1304.8	.0	1897.9
11	2425.3	97.7	1705.1	156.3	-637.6	.0	1820.4
12	1126.1	97.7	1705.1	211.3	-717.1	.0	1849.8
13	3602.6	253.1	1243.4	327.9	-1255.0	.0	1766.7
14	2303.5	73.9	1600.9	156.3	-637.6	.0	1723.2
15	1004.3	94.2	1561.4	221.9	-746.9	.0	1730.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

11.2 Spalla – Analisi SLE

M A P - Matrix Analysis of Piles
Programma per l'analisi di palificate collegate da un plinto rigido

(C) G.Guiducci, S.G.I. - luglio 1994

pag. / 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

Geometria Palificata

palo	vin	X	Y	Z	axz	ayz	axy	Box	Boy
m	m	deg	deg	deg	m	m			
1	0	.675	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
2	0	-1.325	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
3	0	-3.325	6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
4	0	.675	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
5	0	-1.325	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
6	0	-3.325	4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
7	0	.000	2.375	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
8	0	.000	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
9	0	.000	-2.375	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
10	0	.675	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
11	0	-1.325	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
12	0	-3.325	-4.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
13	0	.675	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
14	0	-1.325	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
15	0	-3.325	-6.750	.000	.00	.00	.00	1.50	.00

vin = 0 - incastro; 1 - cerniera; 2 - appoggio

X, Y, Z = Coordinate testa pali

axz = Inclinazione palo nel piano Xp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Xp positivo)

ayz = Inclinazione palo nel piano Yp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Yp positivo)

axy = Rotazione assi Xp Yp (positiva se antioraria)

Box = Lato dell'elemento parallelo all'asse Xp

Boy = Lato dell'elemento parallelo all'asse Yp

se Boy = 0 D = Box: diametro

altrimenti D = $\sqrt{\text{Box} * \text{Boy} * 1.273}$: diametro equivalente

pag. / 3

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi assiali e torsionali
(uguali per tutti i pali)

palo	AK kN/m	TK kN*m/rad
1	250000.	.0

AK = Rigidezza assiale palo-terreno
TK = Rigidezza torsionale palo-terreno

Baricentro palificata: Xg = -1.060 m Yg = .000 m
Rotazione direzioni princip. di inerzia: .00 deg

Caratterizzazione del terreno per pali soggetti a carichi trasversali

Terreno tipo 1

Prof. m	E kN/m2
.00	27500.0
3.00	28500.0
3.10	45000.0
8.00	120000.0
8.10	30000.0
13.00	40000.0
13.10	120000.0
26.00	120000.0
26.10	60500.0
60.00	60500.0

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi trasversali

palo	Lp m	EJx kN*m2	Itx	Ridx	EJy kN*m2	Ity	Ridy
1	47.00	7455147.	1	.230	7455147.	1	.240
2	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.120
3	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.230
4	47.00	7455147.	1	.170	7455147.	1	.130
5	47.00	7455147.	1	.080	7455147.	1	.060
6	47.00	7455147.	1	.090	7455147.	1	.140
7	47.00	7455147.	1	.210	7455147.	1	.120
8	47.00	7455147.	1	.410	7455147.	1	.170
9	47.00	7455147.	1	.210	7455147.	1	.150
10	47.00	7455147.	1	.230	7455147.	1	.150
11	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.070
12	47.00	7455147.	1	.120	7455147.	1	.150
13	47.00	7455147.	1	.170	7455147.	1	.140
14	47.00	7455147.	1	.080	7455147.	1	.070
15	47.00	7455147.	1	.090	7455147.	1	.160

Lp = Lunghezza palo (compreso eventuale tratto fuori terra)
EJ = Rigidezza flessionale del palo
It = Tipo di terreno
Rid = Moltiplicatore del modulo di reazione orizzontale

pag. / 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	31151.8	.0	-32881.3	560.0	-4375.6	8522.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
31151.8	.0	-32881.3	560.0	-4375.6	8522.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.056 m Yv = -.140 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
8.315	.063	.008	1.016	-.016	.372	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2053.3	-191.4	774.9	105.8	-435.9	.0	889.1
2	2049.4	-122.1	571.0	29.3	-148.9	.0	590.1
3	2045.6	-122.1	571.0	-12.1	33.4	.0	572.0
4	2061.2	-108.8	472.8	69.6	-329.6	.0	576.4
5	2057.4	-64.5	332.8	18.4	-111.2	.0	350.9
6	2053.5	-70.0	351.4	-8.2	23.0	.0	352.1
7	2069.4	-61.8	260.0	53.6	-260.9	.0	368.3
8	2078.8	4.1	-6.1	67.9	-305.1	.0	305.1
9	2088.3	66.4	-264.2	62.4	-288.4	.0	391.1
10	2099.0	138.9	-549.7	76.8	-351.9	.0	652.7
11	2095.2	88.2	-401.5	20.4	-118.6	.0	418.7
12	2091.3	88.2	-401.5	-8.7	24.2	.0	402.2
13	2107.0	159.2	-674.6	73.3	-341.0	.0	755.9
14	2103.1	93.8	-469.7	20.4	-118.6	.0	484.4
15	2099.3	101.9	-496.7	-9.1	25.5	.0	497.4

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 5

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-191.4	774.9	105.8	-435.9	218.7	889.1
1.47	-168.7	510.6	93.5	-289.5	192.9	586.9
2.94	-147.3	278.8	81.8	-161.0	168.4	322.0
4.41	-114.3	83.1	63.6	-52.2	130.8	98.2
5.88	-72.6	-54.8	40.6	24.6	83.2	60.1
7.34	-29.7	-129.8	16.8	66.7	34.2	145.9
8.81	-8.8	-152.0	5.2	79.5	10.2	171.5
10.28	-.9	-158.7	.9	83.7	1.2	179.5
11.75	5.3	-155.4	-2.6	82.4	5.9	175.9
14.10	12.0	-136.1	-6.3	72.5	13.5	154.2
16.45	16.7	-99.8	-8.9	53.1	18.9	113.1
18.80	15.0	-61.4	-8.0	32.5	17.0	69.5
21.15	10.9	-30.7	-5.8	16.1	12.3	34.6
23.50	6.1	-10.4	-3.2	5.3	6.9	11.7
27.42	1.4	2.7	-.7	-1.5	1.6	3.1
31.33	.0	4.9	.0	-2.6	.0	5.6
35.25	-.5	3.8	.2	-1.9	.5	4.2
41.12	-.3	1.0	.2	-.5	.4	1.2
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 2
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	39551.8	.0	-42751.3	336.0	-11577.4	5113.2

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
39551.8	.0	-42751.3	336.0	-11577.4	5113.2	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.081 m Yv = -.293 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
10.509	-.138	-.036	.271	-.086	.223	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	2476.8	-115.7	429.3	60.5	-323.2	.0	537.4
2	2494.9	-72.6	305.5	18.2	-155.2	.0	342.7
3	2513.0	-72.6	305.5	-9.9	-42.3	.0	308.5
4	2519.5	-65.3	247.2	42.1	-263.4	.0	361.2
5	2537.6	-37.5	162.7	13.3	-132.9	.0	210.1
6	2555.7	-40.9	173.8	-4.9	-51.7	.0	181.3
7	2576.4	-37.7	120.2	32.7	-222.4	.0	252.8
8	2627.2	-1.1	-35.5	39.9	-247.4	.0	249.9
9	2678.0	39.1	-194.0	37.2	-238.1	.0	307.1
10	2722.6	82.3	-364.9	45.8	-276.1	.0	457.6
11	2740.7	53.5	-277.5	14.2	-137.5	.0	309.7
12	2758.8	53.5	-277.5	-5.4	-50.6	.0	282.1
13	2765.4	95.4	-440.7	44.0	-269.9	.0	516.8
14	2783.5	57.4	-318.4	14.2	-137.5	.0	346.9
15	2801.6	62.1	-334.7	-6.0	-49.6	.0	338.3

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 7

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 3
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	31151.8	.0	-32881.3	-560.0	-17284.4	-8522.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
31151.8	.0	-32881.3	-560.0	-17284.4	-8522.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.056 m Yv = -.555 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
8.312	-.009	.005	-1.836	-.168	-.372	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	1795.6	191.6	-764.1	-113.0	286.5	.0	816.1
2	1793.2	121.9	-559.7	-27.8	-10.6	.0	559.8
3	1790.8	121.9	-559.7	5.8	-183.8	.0	589.1
4	1879.5	108.8	-461.7	-68.8	170.8	.0	492.3
5	1877.1	64.2	-321.6	-13.1	-48.8	.0	325.2
6	1874.7	69.7	-340.1	8.3	-181.1	.0	385.3
7	1978.4	62.0	-249.0	-52.1	101.4	.0	268.9
8	2078.1	-3.0	15.9	-70.0	149.2	.0	150.0
9	2177.7	-66.2	275.1	-63.0	130.9	.0	304.7
10	2278.2	-138.6	560.5	-77.5	194.4	.0	593.3
11	2275.8	-88.4	412.8	-15.7	-42.0	.0	414.9
12	2273.4	-88.4	412.8	8.0	-181.7	.0	451.0
13	2362.2	-159.2	685.8	-73.2	182.8	.0	709.7
14	2359.8	-94.2	481.0	-15.7	-42.0	.0	482.8
15	2357.4	-102.2	508.1	7.8	-182.1	.0	539.7

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 8

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 3
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	121.9	-559.7	5.8	-183.8	122.0	589.1
1.47	109.8	-389.6	10.3	-171.7	110.3	425.7
2.94	98.3	-236.9	13.1	-154.2	99.1	282.7
4.41	79.8	-104.1	15.3	-133.4	81.3	169.2
5.88	55.5	-4.1	16.1	-110.0	57.8	110.1
7.34	29.0	58.1	14.8	-86.9	32.6	104.6
8.81	15.4	86.9	13.3	-66.6	20.3	109.5
10.28	9.7	105.2	12.1	-47.9	15.6	115.6
11.75	4.8	115.9	10.8	-31.0	11.8	120.0
14.10	-1.9	121.0	8.0	-8.0	8.2	121.3
16.45	-9.5	105.6	3.5	5.0	10.1	105.7
18.80	-11.6	79.6	.8	9.5	11.6	80.1
21.15	-10.5	52.9	-.6	9.4	10.5	53.7
23.50	-7.7	31.0	-1.0	7.2	7.8	31.8
27.42	-3.6	9.6	-.8	3.4	3.7	10.2
31.33	-1.5	.0	-.4	1.0	1.6	1.0
35.25	-.2	-3.2	-.1	-.1	.3	3.2
41.12	.4	-1.8	.0	-.2	.4	1.9
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 9

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 1
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	191.6	-764.1	-113.0	286.5	222.5	816.1
1.47	168.6	-499.7	-93.9	135.0	192.9	517.6
2.94	146.9	-268.4	-77.4	9.8	166.0	268.5
4.41	113.6	-73.5	-54.5	-89.3	126.0	115.6
5.88	71.7	63.3	-27.6	-149.6	76.8	162.4
7.34	28.8	136.8	-2.4	-171.1	28.9	219.0
8.81	7.8	157.6	8.9	-162.8	11.9	226.5
10.28	.0	162.9	12.5	-146.7	12.5	219.3
11.75	-6.1	158.3	14.8	-126.5	16.1	202.6
14.10	-12.6	137.2	15.9	-89.8	20.3	163.9
16.45	-17.0	99.8	13.8	-53.9	21.9	113.4
18.80	-15.1	60.9	9.8	-25.9	18.0	66.2
21.15	-10.9	30.1	5.8	-7.8	12.3	31.1
23.50	-6.1	9.9	2.5	1.8	6.5	10.1
27.42	-1.4	-2.9	.0	5.3	1.4	6.1
31.33	.0	-5.0	-5	4.0	.5	6.4
35.25	.5	-3.8	-4	2.1	.6	4.3
41.12	.3	-1.0	-2	.3	.4	1.1
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 4
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	39551.8	.0	-42751.3	-336.0	-19322.7	-5113.2

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
39551.8	.0	-42751.3	-336.0	-19322.7	-5113.2	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.081 m Yv = -.489 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
10.507	-.181	-.038	-1.441	-.177	-.223	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	2322.2	114.1	-494.1	-70.7	110.2	.0	506.2
2	2341.1	73.8	-372.9	-16.1	-72.3	.0	379.8
3	2360.1	73.8	-372.9	.9	-172.6	.0	410.9
4	2410.5	65.3	-313.5	-41.0	36.9	.0	315.6
5	2429.5	39.7	-229.9	-5.7	-95.5	.0	248.9
6	2448.4	42.9	-241.1	5.0	-174.1	.0	297.4
7	2521.8	36.6	-185.2	-30.6	-5.0	.0	185.2
8	2626.7	-5.4	-22.4	-42.8	25.1	.0	33.6
9	2731.6	-40.4	129.6	-38.1	13.5	.0	130.3
10	2830.2	-84.2	301.3	-46.7	51.6	.0	305.7
11	2849.1	-52.4	211.1	-7.4	-91.5	.0	230.1
12	2868.1	-52.4	211.1	4.6	-174.2	.0	273.7
13	2918.5	-95.6	375.5	-43.9	44.4	.0	378.1
14	2937.5	-55.4	252.0	-7.4	-91.5	.0	268.1
15	2956.4	-60.3	268.2	4.1	-174.1	.0	319.8

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

pag. / 11

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
 SPALLA di varo CV03 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE RARA

 Sollecitazioni Taglienti e Flettenti lungo il fusto del palo 15
 (riferimento locale)

profond. m	Txp kN	Mxp kN*m	Typ kN	Myp kN*m	Tris kN	Mris kN*m
.00	-60.3	268.2	4.1	-174.1	60.5	319.8
1.47	-54.3	184.0	7.9	-165.0	54.9	247.2
2.94	-48.6	108.5	10.3	-151.4	49.7	186.3
4.41	-39.6	42.8	12.6	-134.6	41.5	141.3
5.88	-27.7	-7.0	13.9	-115.0	31.0	115.2
7.34	-14.8	-38.3	13.6	-94.5	20.1	101.9
8.81	-8.1	-53.2	12.8	-75.2	15.1	92.1
10.28	-5.3	-62.9	12.0	-56.9	13.1	84.9
11.75	-2.8	-68.9	11.0	-40.0	11.3	79.7
14.10	.8	-72.2	8.7	-15.9	8.7	74.0
16.45	5.0	-64.5	4.7	-.6	6.8	64.5
18.80	6.4	-50.5	1.9	6.7	6.6	51.0
21.15	6.1	-35.5	.2	8.9	6.1	36.6
23.50	4.7	-22.6	-.6	8.2	4.7	24.0
27.42	2.5	-8.9	-.8	5.0	2.6	10.2
31.33	1.2	-1.8	-.6	2.3	1.3	2.9
35.25	.3	1.1	-.3	.6	.4	1.3
41.12	-.2	1.0	.0	-.1	.2	1.0
47.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0

$$\text{Tris} = (\text{Txp}^2 + \text{Typ}^2)^{0.5}$$

$$\text{Mris} = (\text{Mxp}^2 + \text{Myp}^2)^{0.5}$$

pag. / 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA
SPALLA di varo CV03 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 5
CV03 - spalla varo _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc	Yc	Zc	Alfc
m	m	m	deg	
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc	Fxc	Mxc	Fyc	Myc	Mzc
kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m	
1	31151.8	.0	-32881.3	.0	-10830.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz	Fx	Mx	Fy	My	Mz	
	kN	kN	kN*m	kN	kN*m	kN*m
31151.8	.0	-32881.3	.0	-10830.0	.0	

Punto di applic. carico verticale: Xv = -1.056 m Yv = -.348 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz	dx	rx	dy	ry	rz	
	mm	mm	mRad	mm	mRad	mRad
8.314	.027	.006	-.410	-.092	.000	

Sollecitazioni in Sommita' ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp	Fxp	Mxp	Fyp	Myp	Mzp	Mris
kN	kN	kN	kN*m	kN*m	kN*m	kN*m	
1	1924.4	.1	5.4	-3.6	-74.7	.0	74.9
2	1921.3	-.1	5.6	.7	-79.7	.0	79.9
3	1918.2	-.1	5.6	-3.2	-75.2	.0	75.4
4	1970.4	.0	5.6	.4	-79.4	.0	79.6
5	1967.2	-.2	5.6	2.7	-80.0	.0	80.2
6	1964.1	-.2	5.7	.0	-79.1	.0	79.3
7	2023.9	.1	5.5	.7	-79.7	.0	79.9
8	2078.4	.5	4.9	-1.0	-77.9	.0	78.1
9	2133.0	.1	5.5	-.3	-78.7	.0	78.9
10	2188.6	.1	5.4	-.3	-78.7	.0	78.9
11	2185.5	-.1	5.6	2.4	-80.3	.0	80.5
12	2182.4	-.1	5.6	-.3	-78.7	.0	78.9
13	2234.6	.0	5.6	.0	-79.1	.0	79.3
14	2231.4	-.2	5.7	2.4	-80.3	.0	80.5
15	2228.3	-.2	5.7	-.7	-78.3	.0	78.5

Mris = (Mxp^2 + Myp^2)^0.5

12 APPENDICE C. ANALISI FONDAZIONI DIRETTE. TABULATI DI CALCOLO FOND

12.1 Pila 4.5 x 4.5 m – Analisi SLU STR e analisi SLE

pag. 1

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X	Box =	4.50	m
Profondita' piano di posa	Dfx =	1.00	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwx =	5.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qox =	19.00	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Betx =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfx =	.00	gradi

Lato parallelo asse Y	Boy =	4.50	m
Profondita' piano di posa	Dfy =	1.00	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwy =	5.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qoy =	19.00	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Bety =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfy =	.00	gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale	Gn =	19.00	kN/mc
Peso di volume efficace	Gef =	19.00	kN/mc
Angolo di resistenza al taglio	Fi =	26.00	gradi
Coesione	C =	.00	kPa
Coesione di adesione	Ca =	.00	kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
 Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 G_e q_B N_g S_g D_g I_g G_g B_g + C N_c S_c D_c I_c G_c B_c + q_o N_q S_q D_q I_q G_q B_q$$

Parameters for settlements evaluation

Vertical:	$E_v =$	10000. kPa	$\nu =$.30	$Def =$.00 m
Horizontal:	$E_h =$	10000. kPa	$\nu =$.30	$Def =$.00 m
Rotation:	$E_r =$	10000. kPa	$\nu =$.30	$Def =$.00 m

E = elastic modulus
 ν = Poisson coeff.
 Def = depth inside elastic half-space

pag. 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	-182.1	-1183.7	-91.1	-591.8
2	197.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2654.	-182.	-1184.	-91.	-592.	

Dimensioni efficaci

Bx = 3.61 m

By = 4.05 m

Area efficace

Aef = 14.63 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 3

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.681	-3.888	-4.728	-1.944	-2.364

C	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	34.277		
qo		.000	19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.644	1.474	1.390
D	1.000	1.089	1.068
I	.842	.874	.885
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	147.556	.000	296.046

Pressione limite $q_{lim} = 443.60$ kPa
Carico limite $F_{zlim} = 6488.78$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 2.61$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

$q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$

pag. 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3194.4	182.1	1183.7	91.1	591.8
2	197.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3391.	182.	1184.	91.	592.	

Dimensioni efficaci

Bx = 3.80 m
 By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 15.78 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc
 Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 5

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	58.368	3.888	4.728	1.944	2.364

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	36.119		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.634	1.488	1.402
D	1.000	1.089	1.068
I	.875	.901	.909
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	158.933	.000	306.609

Pressione limite $q_{lim} = 465.54$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 7347.17$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.30$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx}); \quad \text{se Betx} > 0.$

pag. 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 3
CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2998.6	182.1	1183.7	91.1	591.8
2	197.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3196.	182.	1184.	91.	592.	

Dimensioni efficaci	Bx = 3.76 m
	By = 4.13 m
Area efficace	Aef = 15.52 m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx = 19.00 kN/mc
	Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 7

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	54.998	3.888	4.728	1.944	2.364

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	35.712		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.636	1.485	1.399
D	1.000	1.089	1.068
I	.867	.895	.904
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	156.385	.000	304.264

Pressione limite $q_{lim} = 460.65 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 7151.11 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 2.36$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx}); \quad \text{se Betx} > 0.$

pag. 8

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2653.1	-182.1	-1183.7	-91.1	-591.8
2	197.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2850.	-182.	-1184.	-91.	-592.	

Dimensioni efficaci

Bx = 3.67 m
 By = 4.08 m

Area efficace

Aef = 14.99 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc
 Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 9

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - PP1 _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.051	-3.888	-4.728	-1.944	-2.364

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	34.859		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.641	1.479	1.394
D	1.000	1.089	1.068
I	.852	.883	.893
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	151.105	.000	299.366

 Pressione limite qlim = 450.47 kPa
 Carico limite Fzlim = 6751.83 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 2.52
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qox * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$

pag. 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 5
CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	-121.4	-789.1	-60.7	-394.5
2	152.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2609.	-121.	-789.	-61.	-395.	

Dimensioni efficaci

Bx = 3.90 m
By = 4.20 m

Area efficace

Aef = 16.35 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc
Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 11

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria Pp1 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 5
 CV03 - Pp1 _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.907	-2.592	-3.152	-1.296	-1.576

	g (x)	c (x)	q (x)
C	0.5 Geq Bx	37.004	
	qo	.000	19.000
	N	7.941	22.255
	S	.629	1.494
	D	1.000	1.089
	I	.891	.914
	G	1.000	1.000
	B	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	164.559	.000	311.748

 Pressione limite qlim = 476.31 kPa
 Carico limite Fzlim = 7787.73 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 3.25
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qox * \cos(\text{Betx}); \text{ se Betx} > 0.$

pag. 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 6
CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	121.4	789.1	60.7	394.5
2	152.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2609.	121.	789.	61.	395.	

Dimensioni efficaci

Bx = 3.90 m
By = 4.20 m

Area efficace

Aef = 16.35 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc
Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 13

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.907	2.592	3.152	1.296	1.576

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	37.004		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.629	1.494	1.407
D	1.000	1.089	1.068
I	.891	.914	.921
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	164.559	.000	311.748

 Pressione limite qlim = 476.31 kPa
 Carico limite Fzlim = 7787.73 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 3.25
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qox * \cos(\text{Betx}); \text{ se Betx} > 0.$

pag. 14

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 7
CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	-72.8	-473.5	-36.4	-236.7
2	152.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2609.	-73.	-473.	-36.	-237.	

Dimensioni efficaci

Bx = 4.14 m
By = 4.32 m

Area efficace

Aef = 17.87 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc
Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 15

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.907	-1.555	-1.891	-.778	-.946

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	39.302		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.617	1.510	1.420
D	1.000	1.089	1.068
I	.933	.948	.952
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	179.658	.000	325.283

 Pressione limite qlim = 504.94 kPa
 Carico limite Fzlim = 9021.41 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 3.82
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qox * \cos(\text{Betx}); \text{ se Betx} > 0.$

pag. 16

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP1 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	72.8	473.5	36.4	236.7
2	152.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2609.	73.	473.	36.	237.	

Dimensioni efficaci	Bx =	4.14	m
	By =	4.32	m
Area efficace	Aef =	17.87	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 17

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.907	1.555	1.891	.778	.946

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	39.302		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.617	1.510	1.420
D	1.000	1.089	1.068
I	.933	.948	.952
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	179.658	.000	325.283

Pressione limite $q_{lim} = 504.94 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 9021.41 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 3.82$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx}); \quad \text{se Betx} > 0.$

pag. 18

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 9
CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000
2	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2457.3	.0	.0	.0	.0
2	152.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2609.	0.	0.	0.	0.	

Dimensioni efficaci	Bx =	4.50	m
	By =	4.50	m
Area efficace	Aef =	20.25	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 19

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP1 SLE

CONDIZIONE DI CARICO 9
CV03 - PP1 _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.907	.000	.000	.000	.000

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	42.750		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.600	1.533	1.438
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	203.687	.000	346.119

Pressione limite qlim = 549.81 kPa
 Pressione ammissibile qamm = 195.94 kPa
 Carico limite Fzlim = 11133.57 kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza FS = 4.83
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

qo = qox * cos(Betx); se Betx > 0.

12.2 Pila 7.5 x 4.5 m – Analisi SLU STR

pag. 1

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X	Box =	7.50 m
Profondita' piano di posa	Dfx =	1.00 m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwx =	5.00 m
Pressione efficace laterale di confinamento	qox =	19.00 kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Betx =	.00 gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfx =	.00 gradi

Lato parallelo asse Y	Boy =	4.50 m
Profondita' piano di posa	Dfy =	1.00 m

Profondita' falda (dal p.c.) Dwy = 5.00 m
 Pressione efficace laterale di confinamento qoy = 19.00 kPa
 Angolo di inclinazione del p.c. Bety = .00 gradi
 Angolo di inclinazione del piano di posa Alfy = .00 gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale Gn = 19.00 kN/mc
 Peso di volume efficace Gef = 19.00 kN/mc
 Angolo di resistenza al taglio Fi = 26.00 gradi
 Coesione C = .00 kPa
 Coesione di adesione Ca = .00 kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
 Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 \text{ Geq } B \text{ Ng } Sg \text{ Dg } Ig \text{ Gg } Bg + C \text{ Nc } Sc \text{ Dc } Ic \text{ Gc } Bc + \\
 + q_0 \text{ Nq } Sq \text{ Dq } Iq \text{ Gq } Bq$$

Parameters for settlements evaluation

Vertical: Ev = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Horizontal: Eh = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Rotation: Er = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m

E = elastic modulus
 v = Poisson coeff.
 Def = depth inside elastic half-space

pag. 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3456.3	155.1	3269.3	97.3	968.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3456.	155.	3269.	97.	968.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.61 m

By = 3.94 m

Area efficace

Aef = 22.09 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 3

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.480	2.566	4.024	1.540	2.523

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.427		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.719	1.374	1.308
D	1.000	1.089	1.068
I	.933	.947	.952
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	199.318	.000	299.503

Pressione limite $q_{lim} = 498.82$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11021.17$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.49$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 2
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5259.9	-314.2	-1557.7	-126.6	-1613.2

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5260.	-314.	-1558.	-127.	-1613.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.91 m

By = 3.89 m

Area efficace

Aef = 26.85 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 5

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	69.213	-5.197	-1.917	-2.004	-4.203

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.923		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.775	1.300	1.247
D	1.000	1.089	1.068
I	.942	.955	.959
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	214.098	.000	287.538

Pressione limite $q_{lim} = 501.64$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13467.67$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.73$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 3
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3573.1	202.6	3576.2	127.0	1583.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3573.	203.	3576.	127.	1584.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.50 m

By = 3.61 m

Area efficace

Aef = 19.87 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 7

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	47.017	3.351	4.402	2.010	4.126

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.328		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.737	1.350	1.288
D	1.000	1.089	1.068
I	.916	.934	.939
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	183.980	.000	291.105

Pressione limite	qlim =	475.08	kPa	
Carico limite	Fzlim =	9438.95	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	2.84		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

 $qo = qoy * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 8

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 4
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5073.	-416.	-2649.	-131.	-1677.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.46	m
	By =	3.84	m
Area efficace	Aef =	24.78	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 9

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	66.748	-6.884	-3.260	-2.078	-4.370

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.467		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.317	1.261
D	1.000	1.089	1.068
I	.938	.951	.955
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	207.031	.000	289.839

Pressione limite $q_{lim} = 496.87 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 12313.00 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 2.57$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 5
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4057.8	149.1	3926.6	97.3	968.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4058.	149.	3927.	97.	968.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.56 m

By = 4.02 m

Area efficace

Aef = 22.39 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 11

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 5
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	53.395	2.465	4.834	1.540	2.523

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	38.216		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.711	1.385	1.317
D	1.000	1.089	1.068
I	.942	.955	.959
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	203.313	.000	303.792

Pressione limite $q_{lim} = 507.11 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 11351.62 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 3.01$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4313.9	-375.1	-3068.8	-127.4	-1587.5

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4314.	-375.	-3069.	-127.	-1587.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.08	m
	By =	3.76	m
Area efficace	Aef =	22.87	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 13

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	56.765	-6.204	-3.778	-2.016	-4.136

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	35.758		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.752	1.330	1.272
D	1.000	1.089	1.068
I	.929	.945	.949
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	198.547	.000	290.444

Pressione limite $q_{lim} = 488.99$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11185.60$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.77$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 14

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3671.4	179.6	3227.4	131.3	1677.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3671.	180.	3227.	131.	1677.	

Dimensioni efficaci	Bx =	5.74	m
	By =	3.59	m
Area efficace	Aef =	20.59	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 15

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	48.310	2.971	3.973	2.078	4.370

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.069		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.750	1.333	1.274
D	1.000	1.089	1.068
I	.915	.933	.939
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	185.725	.000	287.764

Pressione limite	qlim =	473.49	kPa	
Carico limite	Fzlim =	9749.79	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	2.85		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

 $qo = qoy * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 16

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5073.	-416.	-2649.	-131.	-1677.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.46 m

By = 3.84 m

Area efficace

Aef = 24.78 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 17

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	66.748	-6.884	-3.260	-2.078	-4.370

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.467		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.317	1.261
D	1.000	1.089	1.068
I	.938	.951	.955
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	207.031	.000	289.839

 Pressione limite qlim = 496.87 kPa
 Carico limite Fzlim = 12313.00 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 2.57
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 18

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 9
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3671.4	179.6	3227.4	131.3	1677.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3671.	180.	3227.	131.	1677.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.74 m

By = 3.59 m

Area efficace

Aef = 20.59 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 19

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 9
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	48.310	2.971	3.973	2.078	4.370

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.069	.000	
C qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.750	1.333	1.274
D	1.000	1.089	1.068
I	.915	.933	.939
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	185.725	.000	287.764

Pressione limite qlim = 473.49 kPa
Carico limite Fzlim = 9749.79 kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza FS = 2.85
FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

qo = qoy * cos(Bety); se Bety > 0.

pag. 20

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 10
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5072.6	-416.3	-2648.6	-131.3	-1677.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5073.	-416.	-2649.	-131.	-1677.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.46 m

By = 3.84 m

Area efficace

Aef = 24.78 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 21

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 10
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	66.748	-6.884	-3.260	-2.078	-4.370

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	36.467		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.317	1.261
D	1.000	1.089	1.068
I	.938	.951	.955
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	207.031	.000	289.839

Pressione limite $q_{lim} = 496.87$ kPa
Carico limite $F_{zlim} = 12313.00$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 2.57$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

$q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

pag. 22

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 11
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4682.5	180.2	3780.6	127.0	1583.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4683.	180.	3781.	127.	1584.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.89 m

By = 3.82 m

Area efficace

Aef = 22.50 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 23

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 11
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	61.615	2.980	4.654	2.010	4.126

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.324		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.740	1.346	1.285
D	1.000	1.089	1.068
I	.935	.949	.953
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	199.636	.000	294.739

 Pressione limite qlim = 494.37 kPa
 Carico limite Fzlim = 11124.65 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 2.51
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 24

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

CONDIZIONE DI CARICO 12
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3823.1	-352.0	-2213.9	-127.0	-1583.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3823.	-352.	-2214.	-127.	-1584.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.34 m

By = 3.67 m

Area efficace

Aef = 23.28 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 25

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 12
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico A1STR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.307	-5.822	-2.725	-2.010	-4.126

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.879		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.768	1.308	1.254
D	1.000	1.089	1.068
I	.921	.938	.943
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	196.013	.000	284.525

Pressione limite $q_{lim} = 480.54$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11188.81$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.18$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 26

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 13
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2903.7	-58.3	-2779.0	-38.5	-612.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2904.	-58.	-2779.	-39.	-612.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.59 m

By = 4.08 m

Area efficace

Aef = 22.78 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 27

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 13
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.208	-.963	-3.421	-.610	-1.595

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	38.743		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.708	1.389	1.320
D	1.000	1.089	1.068
I	.968	.975	.977
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	210.807	.000	310.327

Pressione limite $q_{lim} = 521.13$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11871.48$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.63$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 28

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 14
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5242.8	289.2	2666.1	87.1	1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5243.	289.	2666.	87.	1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.48 m

By = 3.86 m

Area efficace

Aef = 25.00 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 29

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 14
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	68.988	4.783	3.282	1.379	4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.629		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.317	1.261
D	1.000	1.089	1.068
I	.960	.969	.971
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	212.779	.000	294.638

Pressione limite $q_{lim} = 507.42$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12683.46$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.56$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 30

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 15
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	5242.8	289.2	2666.1	87.1	1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
5243.	289.	2666.	87.	1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.48 m

By = 3.86 m

Area efficace

Aef = 25.00 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 31

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 15
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	68.988	4.783	3.282	1.379	4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.629		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.317	1.261
D	1.000	1.089	1.068
I	.960	.969	.971
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	212.779	.000	294.638

 Pressione limite $q_{lim} = 507.42$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12683.46$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

 Fattore di sicurezza $FS = 2.56$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$
 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

pag. 32

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 16
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3353.3	-76.2	-2535.6	-86.5	-1670.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3353.	-76.	-2536.	-87.	-1671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.99 m

By = 3.50 m

Area efficace

Aef = 20.98 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 33

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 16
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.124	-1.261	-3.121	-1.370	-4.353

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	33.283		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.766	1.312	1.256
D	1.000	1.089	1.068
I	.938	.951	.956
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	189.927	.000	288.916

 Pressione limite $q_{lim} = 478.84$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 10044.91$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

 Fattore di sicurezza $FS = 3.26$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$
 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

pag. 34

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 17
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4508.9	261.3	2676.1	87.1	1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4509.	261.	2676.	87.	1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.31 m

By = 3.75 m

Area efficace

Aef = 23.68 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 35

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 17
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	59.331	4.321	3.294	1.379	4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	35.633		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.316	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.953	.964	.967
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	205.671	.000	293.173

Pressione limite $q_{lim} = 498.84 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 11811.90 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 2.80$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se } \text{Bety} > 0.$

pag. 36

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 18
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3349.8	-49.3	-3368.0	-38.5	-612.4

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3350.	-49.	-3368.	-39.	-612.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.49 m

By = 4.13 m

Area efficace

Aef = 22.69 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 37

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 18
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.079	-.816	-4.146	-.610	-1.595

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.276	.000	
C			19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.699	1.401	1.330
D	1.000	1.089	1.068
I	.972	.978	.980
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	211.845	.000	313.684

Pressione limite $q_{lim} = 525.53 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 11926.26 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 3.94$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se Bety} > 0.$

pag. 38

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 19
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4508.9	261.3	2676.1	87.1	1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4509.	261.	2676.	87.	1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.31 m

By = 3.75 m

Area efficace

Aef = 23.68 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 39

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 19
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	59.331	4.321	3.294	1.379	4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	35.633	.000	
C qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.316	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.953	.964	.967
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	205.671	.000	293.173

 Pressione limite qlim = 498.84 kPa
 Carico limite Fzlim = 11811.90 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 2.80
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 40

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 20
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4536.3	-24.6	-1766.2	-87.1	-1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4536.	-25.	-1766.	-87.	-1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.72 m

By = 3.76 m

Area efficace

Aef = 25.24 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 41

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 20
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	59.691	-.408	-2.174	-1.379	-4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	35.675		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.777	1.298	1.245
D	1.000	1.089	1.068
I	.954	.964	.967
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	209.807	.000	289.620

Pressione limite $q_{lim} = 499.43$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12605.85$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.99$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 42

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 21
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4063.0	258.4	2547.4	87.1	1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4063.	258.	2547.	87.	1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.25 m

By = 3.67 m

Area efficace

Aef = 22.91 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 43

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 21
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	53.464	4.273	3.136	1.379	4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.852		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.765	1.313	1.257
D	1.000	1.089	1.068
I	.948	.960	.963
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	200.819	.000	291.385

Pressione limite $q_{lim} = 492.20$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11278.44$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 2.99$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 44

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 22
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4982.1	-21.7	-1637.4	-87.1	-1689.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4982.	-22.	-1637.	-87.	-1689.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.84 m

By = 3.82 m

Area efficace

Aef = 26.15 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 45

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 22
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	65.557	-.359	-2.016	-1.379	-4.400

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.309		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.777	1.298	1.245
D	1.000	1.089	1.068
I	.958	.967	.970
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	214.462	.000	290.483

Pressione limite $q_{lim} = 504.94$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13205.53$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 2.83$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 46

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 23
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4049.1	228.6	1744.8	86.5	1670.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4049.	229.	1745.	87.	1671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.64 m

By = 3.67 m

Area efficace

Aef = 24.39 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 47

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 CV03 - plinto portale dx

 CONDIZIONE DI CARICO 23
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	53.281	3.781	2.148	1.370	4.353

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	34.910		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.779	1.295	1.243
D	1.000	1.089	1.068
I	.949	.960	.963
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	204.742	.000	287.991

Pressione limite	qlim =	492.73	kPa	
Carico limite	Fzlim =	12019.38	kN	(qlim * Aef)

Fattore di sicurezza	FS =	3.22	
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)	

$$q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se Bety} > 0.$$

pag. 48

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 24
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico A1STR

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3950.9	-56.8	-2802.2	-86.5	-1670.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3951.	-57.	-2802.	-87.	-1671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.08 m

By = 3.65 m

Area efficace

Aef = 22.22 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 49

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
CV03 - plinto portale dx

CONDIZIONE DI CARICO 24
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico AlSTR

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.988	-.939	-3.449	-1.370	-4.353

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	34.715		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.760	1.320	1.263
D	1.000	1.089	1.068
I	.947	.959	.962
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	198.389	.000	292.521

Pressione limite qlim = 490.91 kPa
Carico limite Fzlim = 10909.34 kN (qlim * Aef)
Fattore di sicurezza FS = 2.97
FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

qo = qoy * cos(Bety); se Bety > 0.

12.3 Pila 7.5 x 4.5 m (portale sinistro)– Analisi SLE

pag. 1

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X	Box =	7.50 m
Profondita' piano di posa	Dfx =	1.00 m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwx =	5.00 m
Pressione efficace laterale di confinamento	qox =	19.00 kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Betx =	.00 gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfx =	.00 gradi

Lato parallelo asse Y	Boy =	4.50 m
Profondita' piano di posa	Dfy =	1.00 m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwy =	5.00 m
Pressione efficace laterale di confinamento	qoy =	19.00 kPa

Angolo di inclinazione del p.c. Bety = .00 gradi
 Angolo di inclinazione del piano di posa Alfy = .00 gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale Gn = 19.00 kN/mc
 Peso di volume efficace Gef = 19.00 kN/mc
 Angolo di resistenza al taglio Fi = 26.00 gradi
 Coesione C = .00 kPa
 Coesione di adesione Ca = .00 kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
 Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 G_{eq} B N_q S_q D_q I_q G_q B_q + C N_c S_c D_c I_c G_c B_c + q_0 N_q S_q D_q I_q G_q B_q$$

Parameters for settlements evaluation

Vertical: Ev = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Horizontal: Eh = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Rotation: Er = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m

E = elastic modulus
 v = Poisson coeff.
 Def = depth inside elastic half-space

pag. 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 1
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3467.9	93.4	2766.8	64.8	645.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3468.	93.	2767.	65.	646.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.90 m

By = 4.13 m

Area efficace

Aef = 24.37 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 3

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.633	1.545	3.406	1.026	1.682

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.213		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.720	1.372	1.306
D	1.000	1.089	1.068
I	.955	.965	.968
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	214.205	.000	304.209

 Pressione limite qlim = 518.41 kPa
 Carico limite Fzlim = 12634.44 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.05
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(\text{Bety}); \text{ se Bety} > 0.$

pag. 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 2
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4037.8	-218.1	-972.2	-84.4	-1075.5

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4038.	-218.	-972.	-84.	-1075.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.02 m

By = 3.97 m

Area efficace

Aef = 27.84 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 5

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	53.131	-3.608	-1.197	-1.336	-2.802
			g (γ)	c (γ)	q (γ)
C	0.5 Geq By	37.689	.000		19.000
	qo				
	N	7.941	22.255	11.854	
	S	.774	1.301	1.248	
	D	1.000	1.089	1.068	
	I	.950	.961	.964	
	G	1.000	1.000	1.000	
	B	1.000	1.000	1.000	
		-----	-----	-----	
		219.975	.000	289.421	

Pressione limite $q_{lim} = 509.40$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 14183.72$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.89$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 3
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3614.8	110.2	2611.2	84.7	1055.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3615.	110.	2611.	85.	1056.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.06 m

By = 3.92 m

Area efficace

Aef = 23.71 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 7

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	47.565	1.822	3.214	1.340	2.751

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.200		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.741	1.344	1.283
D	1.000	1.089	1.068
I	.944	.956	.960
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	206.684	.000	296.374

Pressione limite $q_{lim} = 503.06$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11928.15$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.63$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 8

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 4
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3889.	-291.	-1732.	-88.	-1118.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.61	m
	By =	3.92	m
Area efficace	Aef =	25.94	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 9

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.286		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.316	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.946	.958	.961
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	213.552	.000	291.499

Pressione limite $q_{lim} = 505.05 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 13100.86 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 3.71$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 5
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3467.9	93.4	2766.8	64.8	645.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3468.	93.	2767.	65.	646.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.90 m

By = 4.13 m

Area efficace

Aef = 24.37 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 11

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 5
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.633	1.545	3.406	1.026	1.682

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.213		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.720	1.372	1.306
D	1.000	1.089	1.068
I	.955	.965	.968
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	214.205	.000	304.209

Pressione limite $q_{lim} = 518.41$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12634.44$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.05$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3826.4	-279.6	-1974.1	-84.9	-1058.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3826.	-280.	-1974.	-85.	-1058.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.47 m

By = 3.95 m

Area efficace

Aef = 25.53 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 13

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.350	-4.624	-2.430	-1.344	-2.757

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	37.495		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.756	1.325	1.267
D	1.000	1.089	1.068
I	.947	.958	.962
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	213.071	.000	293.316

Pressione limite $q_{lim} = 506.39$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12927.45$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.72$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 14

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 7
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3714.8	85.5	2235.5	87.5	1118.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3715.	85.	2236.	88.	1118.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.30 m

By = 3.90 m

Area efficace

Aef = 24.54 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 15

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	48.882	1.414	2.752	1.385	2.913
			g (γ)	c (γ)	q (γ)
C	0.5 Geq By	37.030	.000		19.000
	qo				
	N	7.941	22.255	11.854	
	S	.752	1.330	1.271	
	D	1.000	1.089	1.068	
	I	.943	.956	.959	
	G	1.000	1.000	1.000	
	B	1.000	1.000	1.000	
		-----	-----	-----	
		208.734	.000	293.508	

Pressione limite $q_{lim} = 502.24$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12326.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 16

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 8
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3889.	-291.	-1732.	-88.	-1118.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.61 m

By = 3.92 m

Area efficace

Aef = 25.94 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 17

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.286		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.316	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.946	.958	.961
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	213.552	.000	291.499

Pressione limite $q_{lim} = 505.05 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 13100.86 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 3.71$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 18

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 9
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3714.8	85.5	2235.5	87.5	1118.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3715.	85.	2236.	88.	1118.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.30 m

By = 3.90 m

Area efficace

Aef = 24.54 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 19

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 9
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	48.882	1.414	2.752	1.385	2.913

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	37.030		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.752	1.330	1.271
D	1.000	1.089	1.068
I	.943	.956	.959
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	208.734	.000	293.508

Pressione limite $q_{lim} = 502.24$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 12326.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 20

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 10
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3888.6	-291.2	-1732.2	-87.5	-1118.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3889.	-291.	-1732.	-88.	-1118.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.61 m

By = 3.92 m

Area efficace

Aef = 25.94 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 21

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 10
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.169	-4.817	-2.132	-1.385	-2.913

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.286		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.762	1.316	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.946	.958	.961
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	213.552	.000	291.499

 Pressione limite qlim = 505.05 kPa
 Carico limite Fzlim = 13100.86 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 3.71
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 22

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 11
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3614.8	110.2	2611.2	84.7	1055.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3615.	110.	2611.	85.	1056.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.06 m

By = 3.92 m

Area efficace

Aef = 23.71 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 23

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 11
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	47.565	1.822	3.214	1.340	2.751

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.200		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.741	1.344	1.283
D	1.000	1.089	1.068
I	.944	.956	.960
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	206.684	.000	296.374

Pressione limite $q_{lim} = 503.06$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 11928.15$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.63$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 24

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 12
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3781.5	-259.6	-1248.9	-84.7	-1055.8

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3781.	-260.	-1249.	-85.	-1056.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.84 m

By = 3.94 m

Area efficace

Aef = 26.96 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 25

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 12
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.759	-4.293	-1.537	-1.340	-2.751

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.445		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.769	1.307	1.253
D	1.000	1.089	1.068
I	.946	.958	.961
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	216.499	.000	289.779

 Pressione limite qlim = 506.28 kPa
 Carico limite Fzlim = 13648.37 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.02
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 26

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 13
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3477.2	44.0	2364.8	38.9	387.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3477.	44.	2365.	39.	387.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.14 m

By = 4.28 m

Area efficace

Aef = 26.26 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 27

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 13
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.755	.728	2.911	.616	1.009

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	40.634		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.721	1.371	1.305
D	1.000	1.089	1.068
I	.973	.979	.981
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	226.439	.000	308.009

Pressione limite $q_{lim} = 534.45$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 14035.36$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.55$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 28

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 14
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4016.2	-156.8	-384.5	-50.6	-645.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4016.	-157.	-385.	-51.	-645.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.31 m

By = 4.18 m

Area efficace

Aef = 30.54 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 29

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 14
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.847	-2.594	-.473	-.802	-1.681

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.697		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.771	1.305	1.251
D	1.000	1.089	1.068
I	.969	.976	.978
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	235.713	.000	294.356

Pressione limite $q_{lim} = 530.07$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 16188.16$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.54$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 30

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 15
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3502.2	50.1	2080.3	48.8	588.2

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3502.	50.	2080.	49.	588.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.31 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 26.28 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 31

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 15
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	46.084	.828	2.561	.772	1.532

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.559		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.736	1.351	1.289
D	1.000	1.089	1.068
I	.966	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	223.451	.000	302.731

Pressione limite $q_{lim} = 526.18$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13830.02$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.44$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 32

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 16
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3854.	-216.	-939.	-53.	-671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.01 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 29.12 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 33

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 16
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.711	-3.571	-1.155	-.831	-1.748

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.442		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.763	1.315	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.967	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	231.155	.000	295.919

Pressione limite $q_{lim} = 527.07$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15346.28$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.48$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 34

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 17
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3477.2	44.0	2364.8	38.9	387.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3477.	44.	2365.	39.	387.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.14 m

By = 4.28 m

Area efficace

Aef = 26.26 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 35

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 17
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.755	.728	2.911	.616	1.009

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	40.634		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.721	1.371	1.305
D	1.000	1.089	1.068
I	.973	.979	.981
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	226.439	.000	308.009

Pressione limite $q_{lim} = 534.45 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 14035.36 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 4.55$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 36

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 18
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3793.1	-205.5	-1201.3	-51.0	-635.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3793.	-205.	-1201.	-51.	-635.	

Dimensioni efficaci

Area efficace

Peso di volume equivalente del terreno

Bx =	6.87	m
By =	4.17	m
Aef =	28.60	m ²
Gegx =	19.00	kN/mc
Gegy =	19.00	kN/mc

pag. 37

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 18
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.911	-3.398	-1.479	-.807	-1.654

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.569		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.757	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.967	.975	.977
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	230.238	.000	297.517

Pressione limite $q_{lim} = 527.76$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15094.15$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.48$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 38

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 19
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3749.6	10.1	1442.0	52.5	671.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3750.	10.	1442.	53.	671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.73 m

By = 4.14 m

Area efficace

Aef = 27.88 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 39

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 19
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.339	.168	1.775	.831	1.748

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.350		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.754	1.328	1.270
D	1.000	1.089	1.068
I	.966	.973	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	227.579	.000	298.126

 Pressione limite $q_{lim} = 525.70$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 14656.63$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

 Fattore di sicurezza $FS = 4.39$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$
 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

pag. 40

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 20
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3854.	-216.	-939.	-53.	-671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.01 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 29.12 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 41

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 20
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.711	-3.571	-1.155	-.831	-1.748

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.442		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.763	1.315	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.967	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	231.155	.000	295.919

Pressione limite $q_{lim} = 527.07$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15346.28$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.48$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 42

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 21
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3749.6	10.1	1442.0	52.5	671.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3750.	10.	1442.	53.	671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.73 m

By = 4.14 m

Area efficace

Aef = 27.88 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 43

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 21
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.339	.168	1.775	.831	1.748

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.350		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.754	1.328	1.270
D	1.000	1.089	1.068
I	.966	.973	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	227.579	.000	298.126

 Pressione limite qlim = 525.70 kPa
 Carico limite Fzlim = 14656.63 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.39
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 44

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 22
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3853.9	-215.9	-938.7	-52.5	-671.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3854.	-216.	-939.	-53.	-671.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.01 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 29.12 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 45

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 22
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.711	-3.571	-1.155	-.831	-1.748

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.442		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.763	1.315	1.260
D	1.000	1.089	1.068
I	.967	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	231.155	.000	295.919

Pressione limite $q_{lim} = 527.07$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15346.28$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.48$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 46

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 23
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3648.1	36.2	1839.2	50.8	633.5

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3648.	36.	1839.	51.	634.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.49 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 26.96 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 47

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 23
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	48.004	.599	2.264	.804	1.650

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.451		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.744	1.341	1.280
D	1.000	1.089	1.068
I	.966	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	225.261	.000	300.668

Pressione limite	qlim =	525.93	kPa	
Carico limite	Fzlim =	14178.02	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	4.36		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

$$q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se } \text{Bety} > 0.$$

pag. 48

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 24
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3748.1	-185.6	-476.9	-50.8	-633.5

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3748.	-186.	-477.	-51.	-634.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.25 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 30.16 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 49

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 24
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.320	-3.070	-.587	-.804	-1.650

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.539		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.770	1.306	1.252
D	1.000	1.089	1.068
I	.967	.974	.976
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	233.900	.000	294.141

Pressione limite $q_{lim} = 528.04$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15923.43$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.83$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 50

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 25
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3491.1	-30.0	1761.7	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3491.	-30.	1762.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.49 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 29.21 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 51

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 25
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.938	-.497	2.169	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.723	1.369	1.304
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	245.335	.000	313.766

Pressione limite	qlim =	559.10	kPa	
Carico limite	Fzlim =	16330.38	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	5.37		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

 $qo = qoy * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se Bety} > 0.$

pag. 52

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 26
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3983.7	-64.8	497.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3984.	-65.	497.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.25 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 32.63 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 53

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 26
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.420	-1.073	.612	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.752	1.331	1.272
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	255.200	.000	306.102

Pressione limite $q_{lim} = 561.30$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 18313.72$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 5.26$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 54

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 27
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3743.1	-94.3	-42.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3743.	-94.	-42.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.48 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 33.65 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 55

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 27
 CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.254	-1.560	-.052	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.759	1.321	1.264
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	257.759	.000	304.114

 Pressione limite qlim = 561.87 kPa
 Carico limite Fzlim = 18906.41 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.89
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 56

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 28
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3801.7	-102.9	251.6	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3802.	-103.	252.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.37 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 33.15 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 57

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 28
CV03 - plinto portale sx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.025	-1.702	.310	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.756	1.325	1.268
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	256.540	.000	305.061

Pressione limite $q_{lim} = 561.60$ kPa
 Carico limite $Fz_{lim} = 18619.47$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 5.67$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (Fz/A_{ef} - q_o)$

$q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

12.4 Pila 7.5 x 4.5 m (portale destro)- Analisi SLE

pag. 1

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X $Box = 7.50$ m
 Profondita' piano di posa $Dfx = 1.00$ m
 Profondita' falda (dal p.c.) $Dwx = 5.00$ m
 Pressione efficace laterale di confinamento $qox = 19.00$ kPa
 Angolo di inclinazione del p.c. $Betx = .00$ gradi
 Angolo di inclinazione del piano di posa $Alfx = .00$ gradi

Lato parallelo asse Y $Boy = 4.50$ m
 Profondita' piano di posa $Dfy = 1.00$ m
 Profondita' falda (dal p.c.) $Dwy = 5.00$ m
 Pressione efficace laterale di confinamento $qoy = 19.00$ kPa

Angolo di inclinazione del p.c. Bety = .00 gradi
 Angolo di inclinazione del piano di posa Alfz = .00 gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale Gn = 19.00 kN/mc
 Peso di volume efficace Gef = 19.00 kN/mc
 Angolo di resistenza al taglio Fi = 26.00 gradi
 Coesione C = .00 kPa
 Coesione di adesione Ca = .00 kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
 Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 G_{eq} B N_q S_q D_q I_q G_q B_q + C N_c S_c D_c I_c G_c B_c + q_0 N_q S_q D_q I_q G_q B_q$$

Parameters for settlements evaluation

Vertical: Ev = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Horizontal: Eh = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m
 Rotation: Er = 10000. kPa v = .30 Def = .00 m

E = elastic modulus
 v = Poisson coeff.
 Def = depth inside elastic half-space

pag. 2

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 1
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2926.9	-25.7	-2364.1	-25.7	-408.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2927.	-26.	-2364.	-26.	-408.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.88 m

By = 4.22 m

Area efficace

Aef = 24.84 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 3

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.514	-.424	-2.910	-.407	-1.064

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	40.100		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.713	1.382	1.314
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	222.219	.000	311.465

Pressione limite $q_{lim} = 533.68$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13256.00$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 5.21$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 4

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4020.	207.	1830.	58.	1126.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.59	m
	By =	3.94	m
Area efficace	Aef =	25.96	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 5

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 2
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.892	3.416	2.253	.919	2.933
			g (y)	c (y)	q (y)
C	0.5 Geq By	37.427	.000		19.000
	qo				
	N	7.941	22.255	11.854	
	S	.761	1.318	1.262	
	D	1.000	1.089	1.068	
	I	.965	.973	.975	
	G	1.000	1.000	1.000	
	B	1.000	1.000	1.000	
		-----	-----	-----	
		218.227	.000	296.091	

Pressione limite $q_{lim} = 514.32$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13351.89$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 6

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4020.	207.	1830.	58.	1126.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.59	m
	By =	3.94	m
Area efficace	Aef =	25.96	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 7

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 3
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.892	3.416	2.253	.919	2.933

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.427		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.761	1.318	1.262
D	1.000	1.089	1.068
I	.965	.973	.975
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	218.227	.000	296.091

Pressione limite $q_{lim} = 514.32$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13351.89$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \text{ se Bety} > 0.$

pag. 8

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3394.9	-25.9	-1843.6	-57.7	-1113.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3395.	-26.	-1844.	-58.	-1114.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.41 m

By = 3.84 m

Area efficace

Aef = 24.65 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 9

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.672	-.429	-2.269	-.913	-2.902

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.516		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.760	1.319	1.263
D	1.000	1.089	1.068
I	.959	.968	.971
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	211.419	.000	294.909

Pressione limite $q_{lim} = 506.33 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 12482.78 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 4.11$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 10

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 5
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4020.	207.	1830.	58.	1126.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.59 m

By = 3.94 m

Area efficace

Aef = 25.96 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 11

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 5
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.892	3.416	2.253	.919	2.933

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.427		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.761	1.318	1.262
D	1.000	1.089	1.068
I	.965	.973	.975
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	218.227	.000	296.091

Pressione limite $q_{lim} = 514.32$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13351.89$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 12

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 6
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2926.9	-25.7	-2364.1	-25.7	-408.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2927.	-26.	-2364.	-26.	-408.	

Dimensioni efficaci

Bx = 5.88 m

By = 4.22 m

Area efficace

Aef = 24.84 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 13

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 6
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.514	-.424	-2.910	-.407	-1.064

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	40.100		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.713	1.382	1.314
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	222.219	.000	311.465

 Pressione limite qlim = 533.68 kPa
 Carico limite Fzlim = 13256.00 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.21
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 14

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4020.	207.	1830.	58.	1126.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.59	m
	By =	3.94	m
Area efficace	Aef =	25.96	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 15

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 7
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.892	3.416	2.253	.919	2.933

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.427		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.761	1.318	1.262
D	1.000	1.089	1.068
I	.965	.973	.975
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	218.227	.000	296.091

 Pressione limite qlim = 514.32 kPa
 Carico limite Fzlim = 13351.89 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 3.65
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 16

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3845.8	-.8	-1038.9	-58.1	-1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3846.	-1.	-1039.	-58.	-1126.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.96 m

By = 3.91 m

Area efficace

Aef = 27.24 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 17

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 8
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.605	-.013	-1.279	-.919	-2.933

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	37.187		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.775	1.300	1.247
D	1.000	1.089	1.068
I	.963	.971	.974
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	220.509	.000	292.108

 Pressione limite qlim = 512.62 kPa
 Carico limite Fzlim = 13965.35 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.04
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(\text{Bety}); \text{ se Bety} > 0.$

pag. 18

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 9
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	4019.6	206.5	1830.2	58.1	1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
4020.	207.	1830.	58.	1126.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.59 m

By = 3.94 m

Area efficace

Aef = 25.96 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 19

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 9
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.892	3.416	2.253	.919	2.933

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.427		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.761	1.318	1.262
D	1.000	1.089	1.068
I	.965	.973	.975
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	218.227	.000	296.091

Pressione limite $q_{lim} = 514.32$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13351.89$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 3.65$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 20

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 10
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3845.8	-.8	-1038.9	-58.1	-1126.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3846.	-1.	-1039.	-58.	-1126.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.96 m

By = 3.91 m

Area efficace

Aef = 27.24 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 21

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 10
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	50.605	-.013	-1.279	-.919	-2.933

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	37.187		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.775	1.300	1.247
D	1.000	1.089	1.068
I	.963	.971	.974
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	220.509	.000	292.108

Pressione limite $q_{lim} = 512.62$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 13965.35$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 4.04$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 22

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 11
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3561.6	175.4	924.2	57.7	1113.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3562.	175.	924.	58.	1114.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.98	m
	By =	3.87	m
Area efficace	Aef =	27.05	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 23

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 11
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	46.866	2.900	1.138	.913	2.902

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.808		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.778	1.296	1.243
D	1.000	1.089	1.068
I	.961	.969	.972
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	218.504	.000	290.782

Pressione limite	qlim =	509.29	kPa	
Carico limite	Fzlim =	13775.16	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	4.35		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

$$q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se Bety} > 0.$$

pag. 24

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 12
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3394.9	-25.9	-1843.6	-57.7	-1113.9

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3395.	-26.	-1844.	-58.	-1114.	

Dimensioni efficaci

Area efficace

Peso di volume equivalente del terreno

Bx =	6.41	m
By =	3.84	m
Aef =	24.65	m ²
Geqx =	19.00	kN/mc
Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 25

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 12
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE RARA

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	44.672	-.429	-2.269	-.913	-2.902

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	36.516		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.760	1.319	1.263
D	1.000	1.089	1.068
I	.959	.968	.971
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	211.419	.000	294.909

Pressione limite $q_{lim} = 506.33 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 12482.78 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 4.11$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se } \text{Bety} > 0.$

pag. 26

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 13
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2941.4	2.5	-1984.6	-11.8	-149.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2941.	2.	-1985.	-12.	-150.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.15 m

By = 4.40 m

Area efficace

Aef = 27.05 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 27

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 13
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.704	.041	-2.443	-.186	-.390

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	41.784		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.714	1.381	1.313
D	1.000	1.089	1.068
I	.990	.992	.993
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	234.586	.000	313.862

Pressione limite	qlim =	548.45	kPa	
Carico limite	Fzlim =	14836.78	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	5.90		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

 $qo = qoy * \cos(\text{Bety}); \quad \text{se Bety} > 0.$

pag. 28

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 14
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3985.	165.	1256.	35.	676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.87 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 28.58 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 29

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 14
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.435	2.730	1.547	.552	1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.529		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.758	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	232.787	.000	299.891

Pressione limite $q_{lim} = 532.68$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15225.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 4.27$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 30

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 15
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3985.	165.	1256.	35.	676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.87 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 28.58 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 31

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 15
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.435	2.730	1.547	.552	1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.529		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.758	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	232.787	.000	299.891

Pressione limite $q_{lim} = 532.68$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15225.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.27$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad se \ Bety > 0.$

pag. 32

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 16
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2945.5	.4	-2032.3	-15.4	-245.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2945.	0.	-2032.	-15.	-245.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.12 m

By = 4.33 m

Area efficace

Aef = 26.52 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 33

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 16
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.758	.007	-2.502	-.244	-.638

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	41.170		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.717	1.377	1.310
D	1.000	1.089	1.068
I	.987	.990	.991
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	231.338	.000	312.448

 Pressione limite qlim = 543.79 kPa
 Carico limite Fzlim = 14422.48 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.70
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 34

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 17
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3985.	165.	1256.	35.	676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.87 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 28.58 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 35

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 17
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.435	2.730	1.547	.552	1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.529		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.758	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	232.787	.000	299.891

Pressione limite $q_{lim} = 532.68$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15225.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 4.27$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 36

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 18
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2945.5	.4	-2032.3	-15.4	-245.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2945.	0.	-2032.	-15.	-245.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.12 m

By = 4.33 m

Area efficace

Aef = 26.52 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 37

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 18
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.758	.007	-2.502	-.244	-.638

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	41.170		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.717	1.377	1.310
D	1.000	1.089	1.068
I	.987	.990	.991
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	231.338	.000	312.448

 Pressione limite qlim = 543.79 kPa
 Carico limite Fzlim = 14422.48 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.70
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 38

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 19
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3985.	165.	1256.	35.	676.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.87	m
	By =	4.16	m
Area efficace	Aef =	28.58	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 39

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 19
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.435	2.730	1.547	.552	1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.529		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.758	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	232.787	.000	299.891

 Pressione limite $q_{lim} = 532.68$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 15225.56$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

 Fattore di sicurezza $FS = 4.27$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$
 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety);$ se $Bety > 0.$

pag. 40

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 20
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3880.5	40.7	-465.1	-34.8	-675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3881.	41.	-465.	-35.	-676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.26 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 30.14 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 41

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 20
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.062	.673	-.572	-.552	-1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.442		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.771	1.305	1.251
D	1.000	1.089	1.068
I	.978	.983	.984
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	236.293	.000	296.251

Pressione limite $q_{lim} = 532.54$ kPa
 Carico limite $F_{zlim} = 16052.62$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)
 Fattore di sicurezza $FS = 4.68$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 42

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 21
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3984.8	165.1	1256.4	34.8	675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3985.	165.	1256.	35.	676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.87 m

By = 4.16 m

Area efficace

Aef = 28.58 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 43

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 21
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	52.435	2.730	1.547	.552	1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.529		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.758	1.323	1.266
D	1.000	1.089	1.068
I	.979	.983	.985
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	232.787	.000	299.891

 Pressione limite qlim = 532.68 kPa
 Carico limite Fzlim = 15225.56 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.27
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 44

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 22
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3880.5	40.7	-465.1	-34.8	-675.6

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3881.	41.	-465.	-35.	-676.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.26 m

By = 4.15 m

Area efficace

Aef = 30.14 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 45

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 22
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.062	.673	-.572	-.552	-1.760

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.442		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.771	1.305	1.251
D	1.000	1.089	1.068
I	.978	.983	.984
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	236.293	.000	296.251

Pressione limite $q_{lim} = 532.54 \text{ kPa}$
 Carico limite $F_{zlim} = 16052.62 \text{ kN} \quad (q_{lim} * A_{ef})$
 Fattore di sicurezza $FS = 4.68$
 $FS = (q_{lim} - q_o) / (F_z/A_{ef} - q_o)$

 $q_o = q_{oy} * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 46

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 23
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3528.3	135.1	370.6	34.6	668.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3528.	135.	371.	35.	668.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.29 m

By = 4.12 m

Area efficace

Aef = 30.04 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 47

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 23
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	46.427	2.235	.456	.548	1.741

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.151		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.774	1.301	1.248
D	1.000	1.089	1.068
I	.976	.981	.983
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	234.862	.000	295.143

Pressione limite	qlim =	530.01	kPa	
Carico limite	Fzlim =	15922.86	kN	(qlim * Aef)
Fattore di sicurezza	FS =	5.19		
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)		

 $qo = qoy * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$

pag. 48

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 24
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3428.3	14.3	-1290.1	-34.6	-668.3

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3428.	14.	-1290.	-35.	-668.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.75 m

By = 4.11 m

Area efficace

Aef = 27.73 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 49

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 24
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE FREQ

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	45.111	.237	-1.588	-.548	-1.741

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	39.046		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.756	1.324	1.267
D	1.000	1.089	1.068
I	.975	.981	.982
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	228.766	.000	299.536

 Pressione limite qlim = 528.30 kPa
 Carico limite Fzlim = 14651.07 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 4.87
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 50

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 25
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2955.3	30.0	-1684.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2955.	30.	-1684.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 6.36 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 28.62 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Gegx = 19.00 kN/mc

Gegy = 19.00 kN/mc

pag. 51

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 25
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.887	.497	-2.073	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.717	1.377	1.310
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	243.405	.000	315.264

 Pressione limite qlim = 558.67 kPa
 Carico limite Fzlim = 15990.07 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 6.41
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 52

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 26
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3932.7	102.9	395.6	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3933.	103.	396.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Area efficace

Peso di volume equivalente del terreno

Bx =	7.30	m
By =	4.50	m
Aef =	32.84	m ²
Geqx =	19.00	kN/mc
Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 53

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 26
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	51.748	1.702	.487	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	19.000
qo			
N	7.941	22.255	11.854
S	.753	1.328	1.270
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	255.758	.000	305.669

 Pressione limite qlim = 561.43 kPa
 Carico limite Fzlim = 18439.80 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.38
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(Bety); \text{ se } Bety > 0.$

pag. 54

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 27
CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3743.1	-94.3	-42.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
3743.	-94.	-42.	0.	0.	

Dimensioni efficaci

Bx = 7.48 m

By = 4.50 m

Area efficace

Aef = 33.65 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 19.00 kN/mc

Geqy = 19.00 kN/mc

pag. 55

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 27
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	49.254	-1.560	-.052	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750		
C		.000	
qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.759	1.321	1.264
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	257.759	.000	304.114

 Pressione limite qlim = 561.87 kPa
 Carico limite Fzlim = 18906.41 kN (qlim * Aef)

 Fattore di sicurezza FS = 5.89
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $qo = qoy * \cos(\text{Bety}); \text{ se Bety} > 0.$

pag. 56

NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacita' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

CONDIZIONE DI CARICO 28
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	2955.3	30.0	-1684.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz	Fx kN	Mx kN	Fy kN*m	My kN	kN*m
2955.	30.	-1684.	0.	0.	

Dimensioni efficaci	Bx =	6.36	m
	By =	4.50	m
Area efficace	Aef =	28.62	m ²
Peso di volume equivalente del terreno	Geqx =	19.00	kN/mc
	Geqy =	19.00	kN/mc

pag. 57

 NODO DI BOLOGNA CAVALCAVIA FERROVIARIO CV03
 capacit' portante pila provvisoria PP2 SX SLE

 CONDIZIONE DI CARICO 28
 CV03 - plinto portale dx _Combinazione carico SLE QP

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz	dx mm	rx mm	dy mRad	ry mm	mRad
	38.887	.497	-2.073	.000	.000

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	42.750	.000	
C qo			19.000
N	7.941	22.255	11.854
S	.717	1.377	1.310
D	1.000	1.089	1.068
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	243.405	.000	315.264

Pressione limite qlim = 558.67 kPa
 Carico limite Fzlim = 15990.07 kN (qlim * Aef)
 Fattore di sicurezza FS = 6.41
 FS = (qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

$$qo = qoy * \cos(Bety); \quad \text{se } Bety > 0.$$

12.5 Fondazione ponte Bologna – Analisi SLU

pag. 1

PONTE BOLOGNA
 capacita' portante SLU statica A1+M1+R3

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X	Box =	3.30	m
Profondita' piano di posa	Dfx =	.20	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwx =	5.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qox =	4.00	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Betx =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfx =	.00	gradi

Lato parallelo asse Y	Boy =	3.03	m
Profondita' piano di posa	Dfy =	.20	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwy =	5.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qoy =	4.00	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Bety =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfy =	.00	gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale	Gn =	20.00	kN/mc
Peso di volume efficace	Gef =	10.00	kN/mc
Angolo di resistenza al taglio	Fi =	35.00	gradi
Coesione	C =	.00	kPa
Coesione di adesione	Ca =	.00	kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
 Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 G_{eq} B N_g S_g D_g I_g G_g B_g + C N_c S_c D_c I_c G_c B_c + q_0 N_q S_q D_q I_q G_q B_q$$

pag. 2

 PONTE BOLOGNA
 capacita' portante SLU statica A1+M1+R3

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 SLU

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	3340.0	.0	.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
3340.	0.	0.	0.	0.

Dimensioni efficaci

Area efficace

Peso di volume equivalente del terreno

Bx =	3.30	m
By =	3.03	m
Aef =	10.00	m ²
Geqx =	20.00	kN/mc
Geqy =	20.00	kN/mc

	g (γ)	c (γ)	q (γ)
0.5 Geq By	30.300		
C		.000	
qo			4.000
N	33.921	46.124	33.297
S	.633	1.663	1.527
D	1.000	1.026	1.017
I	1.000	1.000	1.000
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	650.330	.000	206.746

Pressione limite	qlim =	857.08	kPa
Pressione ammissibile	qamm =	288.36	kPa
Carico limite	Fzlim =	8569.90	kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza	FS =	2.58
	FS =	(qlim - qo) / (Fz/Aef - qo)

 $q_o = q_{oy} * \cos(\text{Bety}); \text{ se Bety} > 0.$

13 APPENDICE D. CARICHI AGENTI IN FONDAZIONE

13.1 Spalla

Nel foglio seguente sono contenute le **CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE** (e non reazioni vincolari) riportate in corrispondenza dell'intradosso del plinto di fondazione

Le azioni riportate nelle tabelle sono orientate **SECONDO GLI ASSI PRINCIPALI DEL VIADOTTO (RETTILINEO)**. Si riepilogano qui di seguito i significati delle sollecitazioni riportate in tabella:

N: azione assiale sulla fondazione;

V2: azione di taglio in direzione longitudinale rispetto all'asse della struttura;

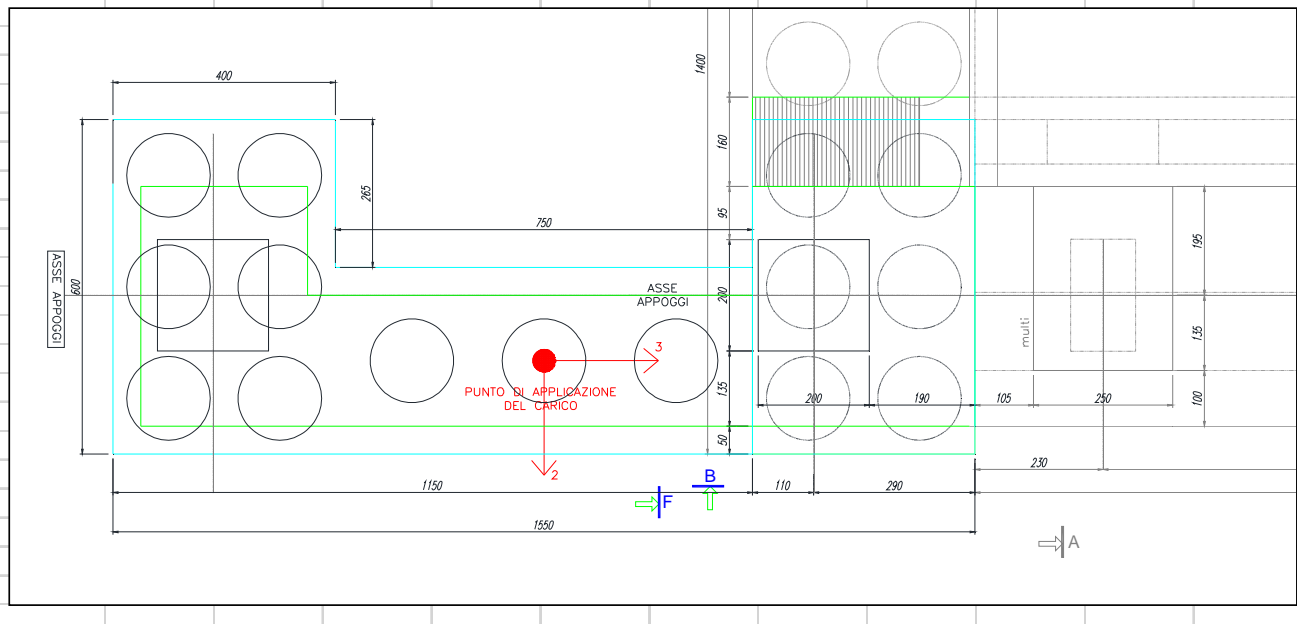
M3: momento flettente longitudinale rispetto all'asse della struttura (ovvero con asse vettore che giace su asse trasv.);

V3: azione di taglio in direzione trasversale rispetto all'asse della struttura;

M2: momento flettente trasversale rispetto all'asse della struttura (ovvero con asse vettore che giace su asse long.);

T: momento torcente sulla fondazione (ovvero con asse vettore che giace su asse verticale);

Nota: forze in [kN], momenti in [kN cm].



Load combination A1STR

Load combination A1STR - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-27952	0	-2912133	840	61155	1278300
1	-55900	0	-6065767	504	-1642636	766980
Load combination A1STR - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	-4585267	840	-562372	1278300
1	-43300	0	-4585267	840	-562372	1278300
Load combination A1STR - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-27952	0	-2912133	840	61155	1278300
1	-55900	0	-6065767	504	-1642636	766980
Load combination A1STR - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	-4585267	840	-562372	1278300
1	-43300	0	-4585267	-840	-2498692	-1278300
Load combination A1STR - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-27952	0	-2912133	840	61155	1278300
1	-55900	0	-6065767	-504	-2804428	-766980
Load combination A1STR - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	-4585267	840	-562372	1278300
1	-43300	0	-4585267	-840	-2498692	-1278300

Load combination RARA

Load combination RARA - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-39552	0	-4275133	336	-1157741	511320
Load combination RARA - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
Load combination RARA - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-39552	0	-4275133	336	-1157741	511320
Load combination RARA - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-31152	0	-3288133	-560	-1728445	-852200
Load combination RARA - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-39552	0	-4275133	-336	-1932269	-511320
Load combination RARA - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	560	-437565	852200
1	-31152	0	-3288133	-560	-1728445	-852200

Load combination QP

Load combination QP - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
Load combination QP - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
Load combination QP - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
Load combination QP - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
Load combination QP - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
Load combination QP - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0
1	-31152	0	-3288133	0	-1083005	0

Load combination Fase di Spinta

Load combination SPINTA - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-7752	0	-538683	4029	2808241	974074
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
Load combination SPINTA - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
Load combination SPINTA - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
1	-10465	0	-727222	4029	2879639	974074
Load combination SPINTA - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
1	-43300	0	1201834	3021	-88078	-559886
Load combination SPINTA - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	10595864	974074
1	-26882	0	237306	3021	-1483498	-559886
Load combination SPINTA - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-43300	0	1201834	4029	1073714	974074
1	-43300	0	1201834	3021	-88078	-559886

13.2 Pila plinto singolo

Load combination A1STR	Load combination A1STR - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	-182	-118365	-91	-59182	0
	1	-3194	182	118365	91	59182	0
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	182	118365	91	59182	0
	1	-3194	-182	-118365	-91	-59182	0
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	182	118365	91	59182	0
	1	-3194	-182	-118365	-91	-59182	0
	Load combination A1STR - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2999	182	118365	91	59182	0	
1	-2653	-182	-118365	-91	-59182	0	
Load combination A1STR - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-3194	182	118365	91	59182	0	
1	-2457	-182	-118365	-91	-59182	0	
Load combination A1STR - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-3194	-182	-118365	-91	-59182	0	
1	-2457	182	118365	91	59182	0	

Load combination RARA	Load combination RARA - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0
	1	-2457	121	78910	61	39455	0
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	121	78910	61	39455	0
	1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	1	-2457	121	78910	61	39455	0
	1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0
	Load combination RARA - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	121	78910	61	39455	0	
1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0	
Load combination RARA - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-2457	121	78910	61	39455	0	
1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0	
Load combination RARA - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
1	-2457	-121	-78910	-61	-39455	0	
1	-2457	121	78910	61	39455	0	

Load combination FREQUENTE

Load combination FREQ - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
1	-2457	73	47346	36	23673	0
Load combination FREQ - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	73	47346	36	23673	0
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
Load combination FREQ - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	73	47346	36	23673	0
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
Load combination FREQ - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	73	47346	36	23673	0
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
Load combination FREQ - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	73	47346	36	23673	0
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
Load combination FREQ - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	-73	-47346	-36	-23673	0
1	-2457	73	47346	36	23673	0

Load combination QP

Load combination QP - Max and Min vertical force						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0
Load combination QP - Max and Min longitudinal shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0
Load combination QP - Max and Min longitudinal moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0
Load combination QP - Max and Min transverse shear						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0
Load combination QP - Max and Min transverse moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0
Load combination QP - Max and Min torsional moment						
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
1	-2457	0	0	0	0	0
1	-2457	0	0	0	0	0

13.3 Pila portale (destro e sinistro)

Nel foglio seguente sono contenute le **CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE** (e non reazioni vincolari) riportate in corrispondenza dell'intradosso del plinto di fondazione

Le azioni riportate nelle tabelle sono orientate **SECONDO GLI ASSI PRINCIPALI DEL PORTALE (RETTILINEO)**. Si riepilogano qui di seguito i significati delle sollecitazioni riportate in tabella:

N: azione assiale sulla fondazione;

V2: azione di taglio in direzione longitudinale rispetto all'asse della struttura;

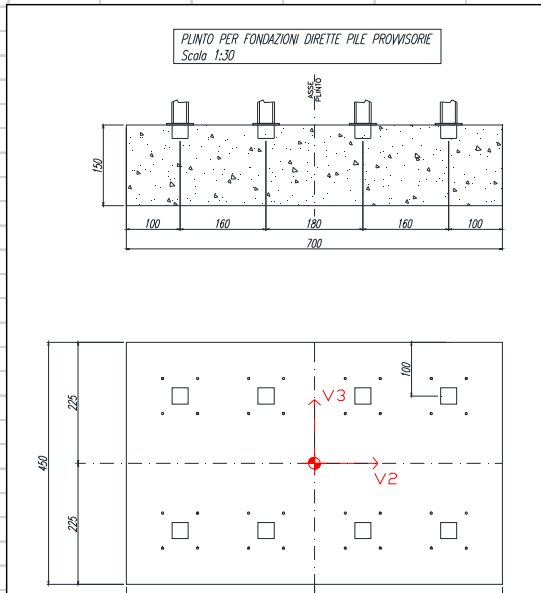
M3: momento flettente longitudinale rispetto all'asse della struttura (ovvero con asse vettore che giace su asse trasv.);

V3: azione di taglio in direzione trasversale rispetto all'asse della struttura;

M2: momento flettente trasversale rispetto all'asse della struttura (ovvero con asse vettore che giace su asse long.);

T: momento torcente sulla fondazione (ovvero con asse vettore che giace su asse verticale);

Nota: forze in [kN], momenti in [kN cm].



Portale sinistro

Load combination A1STR - Max and Min vertical force							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3456	155	326932	97	96836	4525	
51	-5260	-314	-155768	-127	-161322	5093	
Load combination A1STR - Max and Min longitudinal shear							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3573	203	357622	127	158378	18773	
51	-5073	-416	-264865	-131	-167741	-16733	
Load combination A1STR - Max and Min longitudinal moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-4058	149	392656	97	96836	4525	
51	-4314	-375	-306882	-127	-158746	-18709	
Load combination A1STR - Max and Min transverse shear							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3671	180	322745	131	167741	16733	
51	-5073	-416	-264865	-131	-167741	-16733	
Load combination A1STR - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3671	180	322745	131	167741	16733	
51	-5073	-416	-264865	-131	-167741	-16733	
Load combination A1STR - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-4683	180	378056	127	158378	18773	
51	-3823	-352	-221389	-127	-158378	-18773	

Load combination RARA	Load combination RARA - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3468	93	276679	65	64557	3016
	51	-4038	-218	-97219	-84	-107548	3395
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3615	110	261120	85	105585	12515
	51	-3889	-291	-173221	-88	-111828	-11155
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3468	93	276679	65	64557	3016
	51	-3826	-280	-197408	-85	-105831	-12472
	Load combination RARA - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
51	-3715	85	223552	88	111828	11155	
51	-3889	-291	-173221	-88	-111828	-11155	
Load combination RARA - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3715	85	223552	88	111828	11155	
51	-3889	-291	-173221	-88	-111828	-11155	
Load combination RARA - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3615	110	261120	85	105585	12515	
51	-3781	-260	-124887	-85	-105585	-12515	
Load combination FREQUENTE	Load combination FREQ - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3477	44	236476	39	38734	1810
	51	-4016	-157	-38452	-51	-64529	2037
	Load combination FREQ - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3502	50	208033	49	58821	-930
	51	-3854	-216	-93867	-53	-67097	-6693
	Load combination FREQ - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3477	44	236476	39	38734	1810
	51	-3793	-205	-120127	-51	-63498	-7483
	Load combination FREQ - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
51	-3750	10	144197	53	67097	6693	
51	-3854	-216	-93867	-53	-67097	-6693	
Load combination FREQ - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3750	10	144197	53	67097	6693	
51	-3854	-216	-93867	-53	-67097	-6693	
Load combination FREQ - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3648	36	183918	51	63351	7509	
51	-3748	-186	-47686	-51	-63351	-7509	
Load combination QP	Load combination QP - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3491	-30	176172	0	0	0
	51	-3984	-65	49699	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3491	-30	176172	0	0	0
	51	-3802	-103	25165	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	51	-3491	-30	176172	0	0	0
	51	-3743	-94	-4205	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
51	-3984	-65	49699	0	0	0	
51	-3802	-103	25165	0	0	0	
Load combination QP - Max and Min transverse moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3984	-65	49699	0	0	0	
51	-3802	-103	25165	0	0	0	
Load combination QP - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
51	-3802	-103	25165	0	0	0	
51	-3984	-65	49699	0	0	0	

Load combination A1STR	Load combination A1STR - Max and Min vertical force						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-2904	-58	-277898	-39	-61244	10482
	52	-5243	289	266612	87	168904	13814
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal shear						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-5243	289	266612	87	168904	13814
	52	-3353	-76	-253559	-87	-167087	-15350
	Load combination A1STR - Max and Min longitudinal moment						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-4509	261	267615	87	168904	13814
	52	-3350	-49	-336804	-39	-61244	10482
	Load combination A1STR - Max and Min transverse shear						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
52	-4509	261	267615	87	168904	13814	
52	-4536	-25	-176616	-87	-168904	-13814	
Load combination A1STR - Max and Min transverse moment							
<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-4063	258	254742	87	168904	13814	
52	-4982	-22	-163743	-87	-168904	-13814	
Load combination A1STR - Max and Min torsional moment							
<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-4049	229	174485	87	167087	15350	
52	-3951	-57	-280224	-87	-167087	-15350	

Load combination RARA	Load combination RARA - Max and Min vertical force						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-2927	-26	-236413	-26	-40829	6988
	52	-4020	207	183016	58	112603	9209
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal shear						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-4020	207	183016	58	112603	9209
	52	-3395	-26	-184364	-58	-111392	-10233
	Load combination RARA - Max and Min longitudinal moment						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-4020	207	183016	58	112603	9209
	52	-2927	-26	-236413	-26	-40829	6988
	Load combination RARA - Max and Min transverse shear						
	<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
52	-4020	207	183016	58	112603	9209	
52	-3846	-1	-103887	-58	-112603	-9209	
Load combination RARA - Max and Min transverse moment							
<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-4020	207	183016	58	112603	9209	
52	-3846	-1	-103887	-58	-112603	-9209	
Load combination RARA - Max and Min torsional moment							
<i>Elem</i>	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-3562	175	92417	58	111392	10233	
52	-3395	-26	-184364	-58	-111392	-10233	

Load combination FREQUENTE	Load combination FREQ - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-2941	2	-198455	-12	-14955	2631
	52	-3985	165	125636	35	67562	5526
	Load combination FREQ - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3985	165	125636	35	67562	5526
	52	-2945	0	-203226	-15	-24497	4193
	Load combination FREQ - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3985	165	125636	35	67562	5526
	52	-2945	0	-203226	-15	-24497	4193
	Load combination FREQ - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3985	165	125636	35	67562	5526
	52	-3881	41	-46506	-35	-67562	-5526
	Load combination FREQ - Max and Min transverse moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
52	-3985	165	125636	35	67562	5526	
52	-3881	41	-46506	-35	-67562	-5526	
Load combination FREQ - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-3528	135	37061	35	66835	6140	
52	-3428	14	-129008	-35	-66835	-6140	

Load combination QP	Load combination QP - Max and Min vertical force						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-2955	30	-168397	0	0	0
	52	-3933	103	39565	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min longitudinal shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3933	103	39565	0	0	0
	52	-2955	30	-168397	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min longitudinal moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3933	103	39565	0	0	0
	52	-2955	30	-168397	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min transverse shear						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
	52	-3044	65	-117391	0	0	0
	52	-3933	103	39565	0	0	0
	Load combination QP - Max and Min transverse moment						
	Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]
52	-3044	65	-117391	0	0	0	
52	-3933	103	39565	0	0	0	
Load combination QP - Max and Min torsional moment							
Elem	N [kN]	V2 [kN]	M33 [kNcm]	V3 [kN]	M22 [kNcm]	T [kNcm]	
52	-3933	103	39565	0	0	0	
52	-3044	65	-117391	0	0	0	