

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

VI07 – VIADOTTO SATANO

Relazione di calcolo pile

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	D.Guerci	Genn.2018	A.Ferri	Genn.2018	P. Caresimo	Genn.2018	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angela Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783	A. Vittozzi Genn.2018

File: RS2S02D09CLVI0705001A.docx

n. Ed.: 2031

INDICE

1	INTRODUZIONE	6
2	DOCUMENTI CORRELATI.....	6
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
5	ANALISI DEI CARICHI	9
5.1	PESI PROPRI E PERMANENTI PORTATI	9
6	MODELLO DI CALCOLO.....	11
6.1	NOTE	11
6.2	LIMITI TENSIONALI	12
6.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	12
6.4	LEGENDA.....	12
7	CALCOLO E VERIFICA PILA 2.....	13
7.1	AZIONE SISMICA	13
7.2	DATI GENERALI	14
7.3	ANALISI SISMICA	15
7.4	CARICHI DA TRAFFICO	17
7.5	VENTO.....	18
7.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	20
7.7	COMBINAZIONI DI CARICO	21
7.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	22
7.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	24
7.10	CARICHI SUI PALI.....	28
7.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	29
7.11.1	Capacità portante orizzontale (Broms).....	29



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 3 di 103

7.11.2	Resistenza strutturale	30
7.11.3	Taglio strutturale.....	31
7.12	VERIFICA PLINTO	32
8	CALCOLO E VERIFICA PILA 8.....	34
8.1	AZIONE SISMICA	34
8.2	DATI GENERALI	34
8.3	ANALISI SISMICA	35
8.4	CARICHI DA TRAFFICO	37
8.5	VENTO.....	38
8.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	40
8.7	COMBINAZIONI DI CARICO	41
8.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	41
8.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	43
8.10	CARICHI SUI PALI.....	44
8.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	45
8.11.1	Capacità portante orizzontale (Broms).....	45
8.12	VERIFICA PLINTO	46
9	CALCOLO E VERIFICA PILA 3.....	47
9.1	AZIONE SISMICA	47
9.2	DATI GENERALI	47
9.3	ANALISI SISMICA	48
9.4	CARICHI DA TRAFFICO	50
9.5	VENTO.....	51
9.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	53
9.7	COMBINAZIONI DI CARICO	54



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 4 di 103

9.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	54
9.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	56
9.10	CARICHI SUI PALI.....	60
9.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	61
9.11.1	<i>Capacità portante orizzontale (Broms)</i>	61
9.11.2	<i>Resistenza strutturale</i>	62
9.11.3	<i>Taglio strutturale</i>	63
9.12	VERIFICA PLINTO.....	64
10	CALCOLO E VERIFICA PILA 4.....	65
10.1	AZIONE SISMICA	65
10.2	DATI GENERALI	65
10.3	ANALISI SISMICA	66
10.4	CARICHI DA TRAFFICO	68
10.5	VENTO.....	69
10.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	71
10.7	COMBINAZIONI DI CARICO	72
10.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	72
10.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	74
10.10	CARICHI SUI PALI.....	75
10.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	76
10.11.1	<i>Capacità portante orizzontale (Broms)</i>	76
10.11.2	<i>Resistenza strutturale</i>	77
10.11.3	<i>Taglio strutturale</i>	78
10.12	VERIFICA PLINTO.....	79
11	CALCOLO E VERIFICA PILA 1.....	81



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 5 di 103

11.1	AZIONE SISMICA	81
11.2	DATI GENERALI	81
11.3	ANALISI SISMICA	82
11.4	CARICHI DA TRAFFICO	84
11.5	VENTO.....	85
11.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	87
11.7	COMBINAZIONI DI CARICO	88
11.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	88
11.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	90
11.10	CARICHI SUI PALI.....	94
11.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	95
	11.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms).....	95
11.12	VERIFICA PLINTO.....	96
12	VERIFICA CAPACITA' PORTANTE VERTICALE PALO	98
13	ESCURSIONE APPOGGI E GIUNTI.....	100
14	CARICHI ORIZZONTALI APPOGGI.....	103



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 6 di 103

1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica strutturale delle pile del Viadotto Satano VI07, nell'ambito del progetto raddoppio della tratta Giampilieri – Fiumefreddo.

Gli impalcati presenti sono tutti a doppio binario e piattaforma da 13.70m. Sono presenti un impalcato in acciaio – calcestruzzo di luce 50m in asse pila e un impalcato in CAP di luce 25 m in asse pila. Tutti gli impalcati sono in semplice appoggio.

Le pile sono tutte a sezione scatolare bi-cellulare con dimensioni fuori tutto 11.80x3.20m. L'altezza massima delle pile è di 12.80m. Il pulvino è uguale per tutte le pile, con spessore di 2m e dimensioni pari a quelle del fusto pila.

Tutte le pile sono fondate su pali Φ 1500.

Il calcolo effettuato per la pila 4 è valido anche per le pile 5,6,e7

L'approccio utilizzato per la verifica delle fondazioni è l'approccio 2.

2 DOCUMENTI CORRELATI

[C1] **RS2S-02-D-09-RB-VI07-03-001:** Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni;

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [N1] **Legge 05/01/1971 n°1086:** *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- [N2] **Legge 02/02/1974 n°64:** *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- [N3] **D.M. del 14 Gennaio 2008:** *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*
- [N4] **C.M. 02/02/2009 n.617:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- [N5] **RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016:** *Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;*
- [N6] **RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;*
- [N7] **UNI EN 1991-1-4:2005:** *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;*
- [N8] **UNI EN 1992-1-1:2005:** *Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;*
- [N9] **UNI EN 1992-2:2006:** *Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;*



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 7 di 103

- [N10] **UNI EN 1993-1-1:2005:** *Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;*
- [N11] **UNI EN 1993-2:2007:** *Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;*
- [N12] **UNI EN 1998-1:2005:** *Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;*
- [N13] **UNI EN 1998-2:2006:** *Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;*
- [N14] **STI 2014 – REGOLAMENTO UE N.1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014** *relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea.*

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GETTI IN OPERA

CALCESTRUZZO MAGRO E GETTO DI LIVELLAMENTO

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I±V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

CALCESTRUZZO PALI/DIAFRAMMI DI FONDAZIONE

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C35/45
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.45
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XA3
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

CALCESTRUZZO FONDAZIONE PILE, SPALLE E SOLETTONI

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C35/45
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.45
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XA3
- COPRIFERRO = 40 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE PILE (COMPRESI PULVINI, BAGGIOLI E RITEGNI), SPALLE E STRUTTURE SCATOLARI

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO = 40 mm (*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

CALCESTRUZZO SOLETTE IMPALCATO

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM I±V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO = 40 mm (*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 20 mm

ACCIAIO ORDINARIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

- IN BARRE E RETI ELETTRICALI
B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :
- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

(*) : I VALORI DI COPRIFERRO RIPORTATI SI RIFERISCONO AD OPERE CON VITA NOMINALE DI 75 ANNI. PER COSTRUZIONI CON VITA NOMINALE DI 100 ANNI TALI VALORI DOVRANNO ESSERE AUMENTATI DI 5 mm.

5 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta solo il dettaglio dei permanenti portati. Tutti gli altri carichi sono definiti nei paragrafi successivi.

5.1 Pesì propri e permanenti portati

Impalcato in c.a.p.

Travi impalcato									
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore(m)	Larghezza(m)	Area(mq)	Lunghezza(m)	Volume(m3)	p(KN/mc-mq)	Peso (kN)
Sezione corrente	4				1.0932	19.2	83.96	25	2098.9
Sezione in testata					1.9730	0.0	0.00	25	0.0
Sezione media	4				1.5331	5.10	31.28	25	781.9
sommano							24.30	115.23	2880.8
Trasversi									
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore(m)	Larghezza(m)	Area(mq)	Lunghezza(m)	Volume(m3)	p(KN/mc-mq)	Peso (kN)
Trasversi interni	2		0.325	1.825		9.64	11.44	25	285.9
Trasversi di testata	2		0.425	1.6		9.64	13.11	25	327.8
Fori a detrarre trasversi interni	-4	2	0.325		0.5473		-1.42	25	-35.6
Fori a detrarre trasversi di testata	-4	2	0.425		0.5473		-1.86	25	-46.5
sommano							21.26	531.6	
Soletta									
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore(m)	Larghezza(m)	Area(mq)	Lunghezza(m)	Volume(m3)	p(KN/mc-mq)	Peso (kN)
Soletta	1	1	0.355	13.7		25.00	121.59	25	3039.7
sommano							121.59	3039.7	
Riepilogo									
	Peso (kN)	ez (m)	Sz (kNm/m)	L(m)	Peso (kN/ml)				
Travi	2880.8	0.00	0.0	25.00	115.23				
Trasversi	531.6	0.00	0.0	25.00	21.26				
Soletta	3039.7	0.00	0.0	25.00	121.59				
sommano	6452.1	0.00	0.0	258.08	258.1				
	≈	6452.0							
Lunghezza	25.00 m								
Larghezza	13.70 m								
Peso a metro/lineare	258.08 kN/ml								
Peso a metro/quadro	18.84 kN/mq								

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 10 di 103

Pesi propri	<i>Ripetizioni</i>	<i>Spessore</i>	<i>Larghezza</i>	<i>Area</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Volume</i>	<i>p</i>	<i>Peso</i>	<i>L</i>	<i>Ptot</i>
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Impalcato CAP (travi+soletta)	1					1.0000	258.1	258.1	25	6 453
						Totale pesi propri G1		258.1		6 453
Permanenti portati	<i>Ripetizioni</i>	<i>Spessore</i>	<i>Larghezza</i>	<i>Area</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Volume</i>	<i>p</i>	<i>Peso</i>	<i>L</i>	<i>Ptot</i>
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Muri parballast	0			0.1433		0.0000	25	0.0	25	0
Muri banchina FFPP - in sx	1			0.4000		0.4000	25	10.0	25	250
Muri banchina FFPP - in dx	1			0.5000		0.5000	25	12.5	25	313
Muri banchina stazione	0			1.8100		0.0000	25	0.0	25	0
Cordolo in sx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	25	72
Cordolo in dx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	25	72
Velette	2			0.09		0.1800	25	4.5	25	113
Ballast+ impermab. sottoballast + armamento	1	0.8	7.9			6.3200	18	113.8	25	2 844
Incremento per rialzo in curva	2			0.250		0.5000	20	10.0	25	250
Canalette	2			0.085		0.1700	25	4.3	25	106
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	25	89
Impermeabilizzazione banchina stazione	0	0.05	4.47			0.0000	20	0.0	25	0
Impermeabilizzazione soletta sotto banchina	0	0.05	3.67			0.0000	20	0.0	25	0
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	25	800
Telaio FFPP	2					2.0000	1.5	3.0	25	75
Impianti	2					2.0000	1.5	3.0	25	75
Impianti banchina stazione	0					0.0000	3	0.0	25	0
						Totale permanenti portati G2		202.3		5 058
						Totale permanenti G		460.4		11 510

Impalcato in acciaio – cls

Pesi propri	<i>Ripetizioni</i>	<i>Spessore</i>	<i>Larghezza</i>	<i>Area</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Volume</i>	<i>p</i>	<i>Peso</i>	<i>L</i>	<i>Ptot</i>
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Carpenteria metallica	1					1.0000	65	65.0	50	3 250
Soletta	1	0.365	13.7			5.0005	25	125.0	50	6 251
						Totale pesi propri G1		190.0		9 501
Permanenti portati	<i>Ripetizioni</i>	<i>Spessore</i>	<i>Larghezza</i>	<i>Area</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Volume</i>	<i>p</i>	<i>Peso</i>	<i>L</i>	<i>Ptot</i>
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Muri parballast	0			0.1433		0.0000	25	0.0	50	0
Muri banchina FFPP - in sx	1			0.4000		0.4000	25	10.0	50	500
Muri banchina FFPP - in dx	1			0.5000		0.5000	25	12.5	50	625
Muri banchina stazione	0			1.8100		0.0000	25	0.0	50	0
Cordolo in sx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	50	144
Cordolo in dx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	50	144
Velette	2			0.09		0.1800	25	4.5	50	225
Ballast+ impermab. sottoballast + armamento	1	0.8	7.9			6.3200	18	113.8	50	5 688
Incremento per rialzo in curva	2			0.250		0.5000	20	10.0	50	500
Canalette	2			0.085		0.1700	25	4.3	50	213
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	50	178
Impermeabilizzazione banchina stazione	0	0.05	4.47			0.0000	20	0.0	50	0
Impermeabilizzazione soletta sotto banchina	0	0.05	3.67			0.0000	20	0.0	50	0
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	50	1 600
Telaio FFPP	2					2.0000	1.5	3.0	50	150
Impianti	2					2.0000	1.5	3.0	50	150
Impianti banchina stazione	0					0.0000	3	0.0	50	0
						Totale permanenti portati G2		202.3		10 116
						Totale permanenti G		392.3		19 616



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA–CATANIA–PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI– FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 11 di 103

6 MODELLO DI CALCOLO

Per il calcolo della pila è stato impostato un foglio di calcolo elettronico che analizza tutte le condizioni di carico necessarie.

Il foglio elettronico contiene tutte le informazioni necessarie ai fini del calcolo della pila e della palificata, sia dal punto di vista della geometria che delle azioni.

L'analisi sismica è stata effettuata con l'analisi statica lineare semplificata (7.9.4.1.di [N3]), sostituita dall'analisi dinamica modale qualora le ipotesi di calcolo necessaria per l'analisi semplificata non fossero soddisfatte.

6.1 Note

Vengono evidenziati alcuni punti facilitare la comprensione delle tabelle successive

- Nella verifica a pressoflessione della pila viene riportata la sezione di calcolo con l'armatura inserita, e vengono riepilogati i risultati. L'output completo della verifica viene omesso per brevità.
- I carichi da traffico sono stati calcolati a parte mediante modello FEM in SAP2000 nel quale vengono fatti transitare tutti i treni di carico con analisi "moving load". Vengono poi riepilogate solo le azioni caratteristiche. Si omette la descrizione del modello.
- Per il vento a ponte scarico, la superficie investita dal vento è pari all'impronta della struttura, più due volte l'altezza della barriera
- L'attrito considerato in condizioni statiche è pari al 3%. In condizione sismica tale valore viene ridotto al 50%
- I fattori di struttura utilizzati sono
 - $q=1.5$ per verifiche a presso-flessione fusto pila
 - $q=1.5/1.1=1.36$ per verifica a capacità portante verticale dei pali e verifica a flessione plinto
 - $q=1$ per verifiche a taglio elementi strutturali (vedi anche punto successivo), verifiche a capacità portante orizzontale dei pali, reazioni agli appoggi, denti di arresto e ritegni sismici.
 - Solo per la verifica a taglio dello spiccato della pila, il criterio adottato è quello della gerarchia delle resistenze così come indicato al punto 7.9.5 di [N3].

6.2 Limiti tensionali

Materiale	SLE qp	SLE rara
C32/40	$\sigma_c \leq 0.40 * f_{ck} = 12.8 \text{ MPa}$	$\sigma_c \leq 0.55 * f_{ck} = 17.6 \text{ MPa}$
C35/45	$\sigma_c \leq 0.40 * f_{ck} = 14.0 \text{ MPa}$	$\sigma_c \leq 0.55 * f_{ck} = 19.25 \text{ MPa}$
acciaio c.a.		$\sigma_s \leq 0.75 * f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$

6.3 Verifica a fessurazione

Si riportano i limiti fessurativi considerati

Elemento	Classe di esposizione	Condizione	Classe di resistenza	Copriferro minimo	Limite fessurativo SLE rara
Elevazione	XC4	Aggressiva	C32/40	40+10=50 mm	w1=0.200 mm
Plinti	XA3	Molto aggressiva	C35/45	40+20=60 mm	w1=0.200 mm
Pali di fondazione	XA3	Molto aggressiva	C35/45	60 mm	w1=0.200 mm

Ad eccezione dei pali, il copriferro degli elementi che ricadono in condizioni aggressive o molto aggressive, è stato aumentato, rispettivamente, di 10 o 20mm.

6.4 Legenda

- Verifica a pressoflessione pila: la tensione dell'armatura è di trazione se negativa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 13 di 103

7 CALCOLO E VERIFICA PILA 2

7.1 Azione sismica

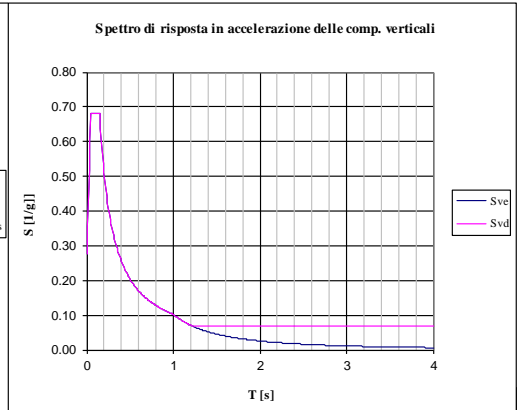
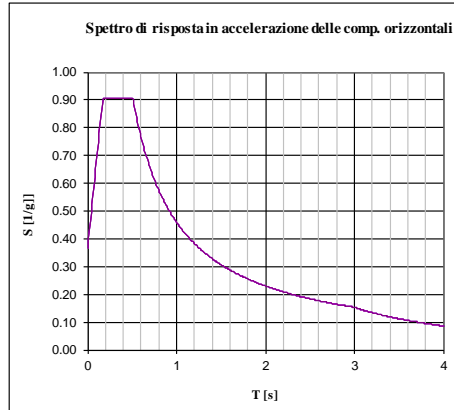
Terr. Tipo	b				
Cat. Topog.	1				
ξ	5%				
η	1				
a_{g0}	0.348 g				
F_0	2.458				
T_{C^*}	0.381 s				
γ_1	1				
a_g	0.348 g				
q	1				
β	0.2				
	<table border="1"><tr><td>Ss</td><td>St</td></tr><tr><td>1.058</td><td>1.000</td></tr></table>	Ss	St	1.058	1.000
Ss	St				
1.058	1.000				
Cc	S	TB	TC	TD	
1.334	1.058	0.170	0.509	2.990	

componente verticale		Ss	St								
F_v	1.957	1.000	1.000								
	<table border="1"><tr><td>S</td><td>TB</td><td>TC</td><td>TD</td></tr><tr><td>1.000</td><td>0.050</td><td>0.150</td><td>1.000</td></tr></table>	S	TB	TC	TD	1.000	0.050	0.150	1.000		
S	TB	TC	TD								
1.000	0.050	0.150	1.000								
q	1										

Per avere il valore di S(T)		
T	0.00	0.00
	orizz	vert
$S_d(T)$	0.368	0.277
$S_d(T)$	0.368	0.277

Valore massimo dello spettro (plateau)		
	orizz	vert
$S_d(T)$	0.904	0.680
$S_d(T)$	0.904	0.680

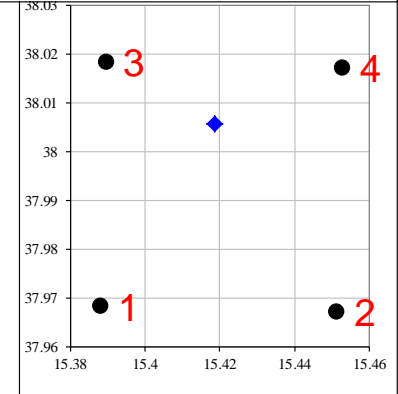
Ponti isolati	
T_{is}	1 s
$0.8 \cdot T_{is}$	0.8 s
ξ	5%
η	1.000
$S_{e, is}(T_{is})$	0.460



V_N	75 anni	Vita nominale
CLASSE	3	Classe d'uso
C_U	1.5	Coefficiente d'uso
V_R	112.5 anni	Periodo di riferimento
P_{VR}	10%	Prob. di sup. nel periodo di riferimento
T_R	1068 anni	Periodo di ritorno
f	0.0009 1/anno	Frequenza di annuale di superamento

Punto	ID	LONG	LAT	a_g	F_0	T_{C^*}
1	45873	15.38823	37.9684	0.345	2.457	0.377
2	45874	15.45144	37.96728	0.361	2.451	0.382
3	45651	15.38962	38.01839	0.332	2.467	0.380
4	45652	15.4529	38.01726	0.358	2.454	0.384

	LONG	LAT	a_g	F_0	T_{C^*}
P	15.418614	38.005839	0.348	2.458	0.381



convertitore coordinate : gradi sessagesimali ----> gradi sessadecimali (o decimali)

	gradi	primi	secondi	gradi decimali
lat.	38	0	21.02	38.005839
long.	15	25	7.01	15.418614

7.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	10.8	15.67	4 231
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					6 119

Geometria

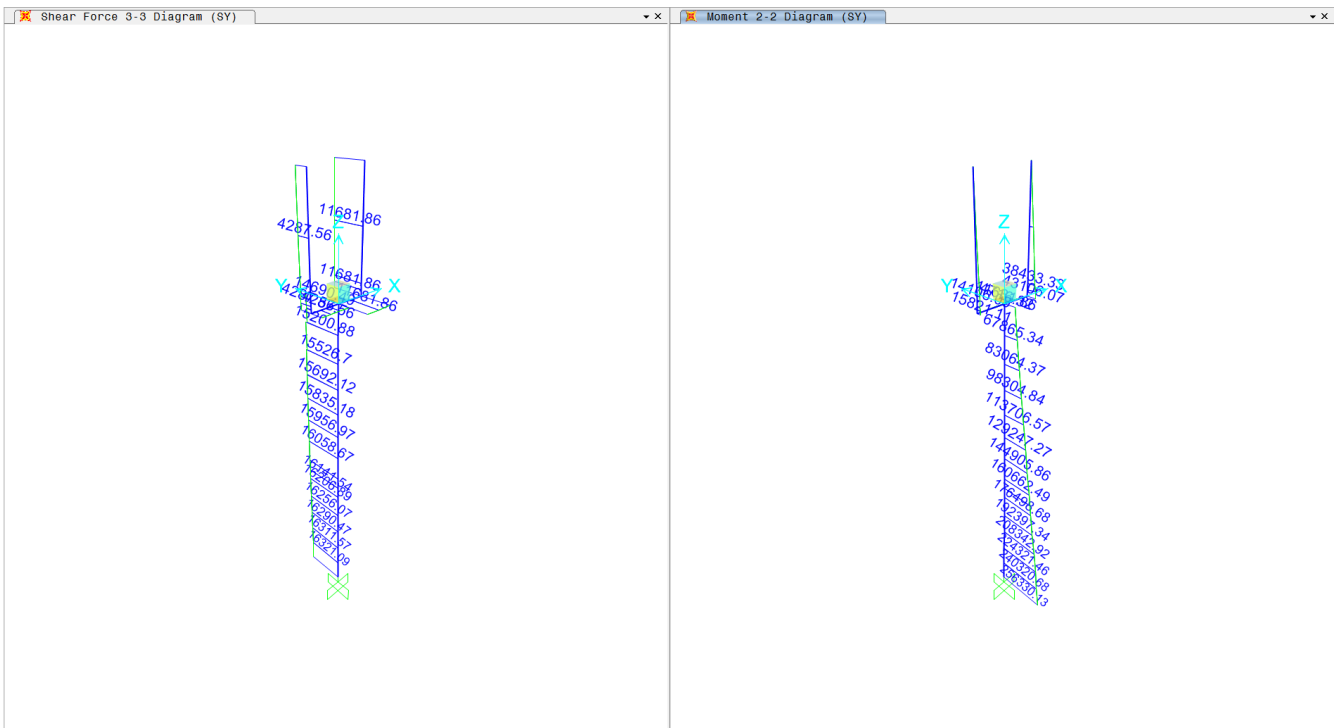
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	12.8 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.99 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.49 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.69 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	17.29 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	20.79 m

Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		25	50	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1.1	1	m
Luce in asse appoggi		22.8	48	m
Pesi propri	G1	258.1	190.0	kN/ml
Permanenti portati	G2	202.3	202.3	kN/ml
Permanenti	G	460.4	392.3	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	46	45	kN/ml
Massa sismica	M	506.4	437.3	kN/ml
Pesi propri	G1	3 226	4 750	7 976 kN
Permanenti portati	G2	2 529	5 058	7 586 kN
Permanenti	G	5 755	9 808	15 563 kN
Massa sismica	M	6 330	10 933	17 263 kN

7.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	13.2	16.49	16.49 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		9.26E+05	3.85E+06	3.17E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	21 865	17 263	17 263 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 612	3 612	3 612 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	25 477	20 874	20 874 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	4 373	3 453	3 453 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 612	3 612	3 612 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	si	no	no -			
Periodo proprio	T	0.33	0.15	0.05 sec	0.35	0.17	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.904	0.835	0.680 g			
	1.36	0.665	0.627	0.680 g			
	1.5	0.603	0.573	0.680 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	23 036	17 439	14 196 kN	23 013	16 321	13 115 kN
	1.36	16 939	13 083	14 196 kN	16 925	12 045	13 115 kN
	1.5	15 358	11 954	14 196 kN	15 347	10 937	13 115 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	304 080	287 563	kNm	297 351	256 330	kNm
	1.36	223 588	215 742	kNm	218 642	189 039	kNm
	1.5	202 720	197 122	kNm	198 236	171 594	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.94	0.92 -	1.00	0.94	0.92 -
		1.00	0.92	0.92 -	1.00	0.92	0.92 -
		1.00	0.91	0.92 -	1.00	0.91	0.92 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.98	0.89	-	0.98	0.89	-
		0.98	0.88	-	0.98	0.88	-
		0.98	0.87	-	0.98	0.87	-



7.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		N	ML	MT
Condizione	N max	8 367	1 759	1 699
Condizione	ML max	6 168	6 166	1 103
Condizione	MT max	4 528	958	9 045
Condizione	Inviluppo	8 367	6 166	9 045

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 559	6 168
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8	48
Coefficiente dinamico	Φ_3	1.202	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	4 278	6 483

Attrito		sx	dx
Permanenti	G	5 755	9 808 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1* Φ	4 278	6 483 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	maxG*0.2* Φ	59 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ* Φ	194 kN

Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	2 605 kN
a quota testa pila	ML	11 696 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	943 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 300 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		50 m
Reazione del singolo treno	Qv	

Sulla pila

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.79	0.123	3 491	429
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 (caso utilizzato)						429
SW2	100	1	1.00	0.061	4 528	274
Valore utilizzato						703

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.79	0.123	1 535	188
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.79	0.123	2 552	313
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 (caso utilizzato)						269
SW2	100	1	1.00	0.061	3 303	200
Valore utilizzato						469

7.5 Vento

Azione del vento - generale - NTC08 e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	as	25	25 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	$v_{b,0}$	28	25 m/s
Parametri	a_0	500	500 m
Parametri	k_a	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento ($T_r=50$ anni)	$v_b=v_{b0}+k_a*(a_s-a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T_R	75	75 anni
	α_r	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v_b	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	$q_b=0.5*\rho*v_b^2$	0.51	0.41 kN/m ²
Classe di rugosità del terreno		D	D
Distanza dalla costa		< 10 km	
Altitudine sul livello del mare		< 500 m	< 500 m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k_r	0.19	0.19
parametri	z_0	0.05	0.05 m
parametri	z_{min}	4	4 m
parametri	z_{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1	1
coefficiente di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	8.53	8.53 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.61	1.61 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.95	1.95 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.95	1.95 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	12.53	8.53 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	30.97	16.81 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.47	1.97 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	30.97	16.81 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	30.97	30.97	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f*L/2$	387	774	1 161 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT*(dtot/2+h2)$	1 845	3 689	5 534 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	16.81	16.81	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f*L/2$	210	420	630 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT*(dtot/2+h2)$	1 001	2 002	3 003 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	12.8	12.8 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.51	2.51 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -

Pulvino

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.45	4.35 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.70	1.36 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.45	4.35 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	10.9	8.7 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.45	4.35 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.70	1.36 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.45	4.35 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	10.8	10.8 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	58.9	46.9 kN

7.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	7 976			1 201	
Impalcato - Permanenti portati	7 586			2 276	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	8 367			1 759	1 699
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	6 168			6 166	1 103
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 528			958	9 045
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	8 367			6 166	9 045
Traffico ferroviario - Frenatura		2 605		45 040	
Traffico ferroviario - Centrifuga			703		13 421
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		3 631
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 161		20 400
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		129
Vento a ponte scarico - Pila			59		318
Vento a ponte carico - Impalcato			630		11 071
Vento a ponte carico - Pulvino			9		103
Vento a ponte carico - Pila			47		253
Attrito - Permanente		59		777	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		194		2 567	
Sisma q=1 - Long 100%		23 013		297 351	
Sisma q=1 - Trasv 100%			16 321		256 330
Sisma q=1 - Vert 100%	13 115				
Sisma q=1.36 - Long 100%		16 925		218 642	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			12 045		189 039
Sisma q=1.36 - Vert 100%	13 115				
Sisma q=1.5 - Long 100%		15 347		198 236	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			10 937		171 594
Sisma q=1.5 - Vert 100%	13 115				
Pila - Peso proprio	6 119				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	23 822				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	25 325				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
Numero file pali	4	4		16
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	16.5	16.5	3.5	
Modulo minimo palificata (m)	60	60		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76	mq		
Spessore riempimento	6	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m3		



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 21 di 103

7.7 Combinazioni di carico

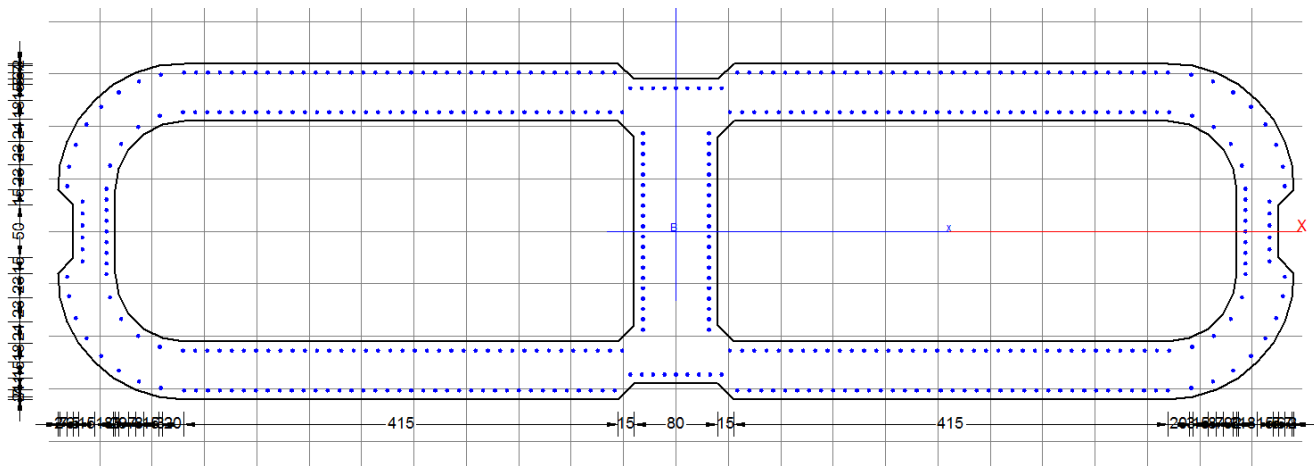
	primario				second														
	SLE_qp	SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	SLE_Rara_Traffico_o_gr1_Nmax	SLE_Rara_Traffico_o_gr1_MLmax	SLE_Rara_Traffico_o_gr1_MTmax	SLE_Rara_Traffico_o_gr3_Nmax	SLE_Rara_Traffico_o_gr3_MLmax	SLE_Rara_Traffico_o_gr3_MTmax	SLE_Rara_Vento_ponte_scarico							
Impalcato - Pesi propri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Impalcato - Permenenti portati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax		Nota1				0	1		3										
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max			Nota1			0		1		1									
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max				Nota1		0			1										
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo																			
Traffico ferroviario - Frenatura		Nota1	Nota1	Nota1	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0							
Traffico ferroviario - Centrifuga		Nota1	Nota1	Nota1	0	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0							
Traffico ferroviario - Serpeggio		Nota1	Nota1	Nota1	0	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0							
Vento a ponte scarico - Impalcato					1														
Vento a ponte scarico - Pulvino					1														
Vento a ponte scarico - Pila					1														
Vento a ponte carico - Impalcato		0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6							
Vento a ponte carico - Pulvino		0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6							
Vento a ponte carico - Pila		0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6							
Attrito - Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		0.6	0.6	0.6	0	1	1	1	1	1	1	1							
Pila - Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Fondazione - Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Ricoprimento plinto - Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	SLUp_A1_Traffico_gr1_Nmax	SLUp_A1_Traffico_gr1_MLmax	SLUp_A1_Traffico_gr1_MTmax	SLUp_A1_Traffico_gr3_Nmax	SLUp_A1_Traffico_gr3_MLmax	SLUp_A1_Traffico_gr3_MTmax	SLUp_A1_Vento_ponte_scarico	SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico					
Impalcato - Pesi propri	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1					
Impalcato - Permenenti portati	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1					
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax		1.48			1.48		0	1.48			1.48		1.48						
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max			1.48			1.48			1.48			1.48							
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max				1.48		1.48				1.48			1.48						
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo							0												
Traffico ferroviario - Frenatura	0.725	0.725	0.725	1.45	1.45	1.45	0	0.725	0.725	0.725	1.45	1.45	1.45	0					
Traffico ferroviario - Centrifuga	1.45	1.45	1.45	0.725	0.725	0.725	0	1.45	1.45	1.45	0.725	0.725	0.725	0					
Traffico ferroviario - Serpeggio	1.45	1.45	1.45	0.725	0.725	0.725	0	1.45	1.45	1.45	0.725	0.725	0.725	0					
Vento a ponte scarico - Impalcato							1.5							1.5					
Vento a ponte scarico - Pulvino								1.5							1.5				
Vento a ponte scarico - Pila									1.5							1.5			
Vento a ponte carico - Impalcato	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9					
Vento a ponte carico - Pulvino	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9					
Vento a ponte carico - Pila	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9					
Attrito - Permanente	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35					
Attrito - Carichi mobili dinamizzati	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	0					
Pila - Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35					
Fondazione - Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35					
Ricoprimento plinto - Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35					
	SLV_PrevX_Zpos	SLV_PrevY_Zpos	SLV_PrevZpos	SLV_PrevX_Zneg	SLV_PrevY_Zneg	SLV_PrevZneg													
Impalcato - Pesi propri	1	1	1	1	1	1													
Impalcato - Permenenti portati	1	1	1	1	1	1													
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax																			
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max																			
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max																			
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2													
Traffico ferroviario - Frenatura	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2													
Traffico ferroviario - Centrifuga	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2													
Traffico ferroviario - Serpeggio	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2													
Vento a ponte scarico - Impalcato	0	0	0	0	0	0													
Vento a ponte scarico - Pulvino	0	0	0	0	0	0													
Vento a ponte scarico - Pila	0	0	0	0	0	0													
Vento a ponte carico - Impalcato																			
Vento a ponte carico - Pulvino																			
Vento a ponte carico - Pila																			
Attrito - Permanente	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5													
Attrito - Carichi mobili dinamizzati	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1													
Sisma - Long 100%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3													
Sisma - Trasn 100%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3													
Sisma - Vert 100%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3													
Pila - Peso proprio	1	1	1	1	1	1													
Fondazione - Peso proprio	1	1	1	1	1	1													
Ricoprimento plinto - Peso proprio	1	1	1	1	1	1													

Nota1: 0.8 per singolo binario; 0.6 per doppio binario; 0.4 per 3 binari o più.

7.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati	N	HL	HT	ML	MT	wk	sc	ss	c.s.(>1)
Combinazione						mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	21 682	59	0	4 254	0	0.000	1.19	12.3	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	26 702	1 739	960	33 875	18 107	0.036	2.96	-21.1	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	25 383	1 739	960	36 518	17 750	0.056	3.00	-30.3	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	24 399	1 739	960	33 394	22 515	0.051	2.96	-27.7	-
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	21 682	59	1 232	4 254	20 848	0.000	1.60	5.9	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	30 049	1 556	1 325	31 101	25 608		3.12	-13.5	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	27 850	1 556	1 325	35 508	25 012		3.25	-25.4	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	26 210	1 556	1 325	30 300	32 954		3.15	-22.7	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	30 049	2 859	869	53 621	17 082		3.80	-59.9	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	27 850	2 859	869	58 028	16 486		3.81	-77.3	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	26 210	2 859	869	52 820	24 428		3.80	-72.4	-
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	21 682	59	1 232	4 254	20 848		1.60	5.9	-
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	42 540	2 251	1 942	45 012	37 474				5.11
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	39 352	2 251	1 942	51 402	36 609				4.48
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	36 974	2 251	1 942	43 850	48 126				5.00
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	42 540	4 139	1 280	77 667	25 111				3.08
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	39 352	4 139	1 280	84 056	24 247				2.81
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	36 974	4 139	1 280	76 505	35 763				3.03
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	30 408	80	1 847	6 084	31 271				17.80
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	33 814	2 230	1 942	43 182	37 474				5.13
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	30 625	2 230	1 942	49 572	36 609				4.46
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	28 247	2 230	1 942	42 020	48 126				5.03
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	33 814	4 119	1 280	75 837	25 111				3.03
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	30 625	4 119	1 280	82 226	24 247				2.75
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	28 247	4 119	1 280	74 674	35 763				2.98
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	21 682	59	1 847	4 254	31 271				18.82
SLVq1_PrevX_Zpos	27 290	23 583	5 079	311 715	82 119				-
SLVq1_PrevY_Zpos	27 290	7 474	16 504	103 569	261 550				-
SLVq1_PrevZpos	36 470	7 474	5 079	103 569	82 119				-
SLVq1_PrevX_Zneg	19 421	23 583	5 079	311 715	82 119				-
SLVq1_PrevY_Zneg	19 421	7 474	16 504	103 569	261 550				-
SLVq1_PrevZneg	10 240	7 474	5 079	103 569	82 119				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	27 290	17 495	3 797	233 006	61 932				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	27 290	5 648	12 228	79 956	194 259				-
SLVq1.36_PrevZpos	36 470	5 648	3 797	79 956	61 932				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	19 421	17 495	3 797	233 006	61 932				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	19 421	5 648	12 228	79 956	194 259				-
SLVq1.36_PrevZneg	10 240	5 648	3 797	79 956	61 932				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	27 290	15 917	3 464	212 600	56 698				1.05
SLVq1.50_PrevY_Zpos	27 290	5 174	11 120	73 835	176 814				2.31
SLVq1.50_PrevZpos	36 470	5 174	3 464	73 835	56 698				3.07
SLVq1.50_PrevX_Zneg	19 421	15 917	3 464	212 600	56 698				1.01
SLVq1.50_PrevY_Zneg	19 421	5 174	11 120	73 835	176 814				2.29
SLVq1.50_PrevZneg	10 240	5 174	3 464	73 835	56 698				2.69

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.19	12.3	
SLS_Rara_Fess	0.056	3.00	-30.3	
SLS_Rara		3.81	-77.3	
SLU_A1				2.75
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.01



 432 Ø 32

Af tot = 3474.35
(2.22 %)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 24 di 103

7.9 Verifica a taglio pila

La verifica viene condotta per le singole anime ripartendo il carico in base ai rapporti di rigidezza a taglio.

Anima	num	b	h	A	k=A/Atot
-	-	m	m	mq	-
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
centrale	1	0.8	2.9	2.32	0.54
somma				4.32	1

Pila		2	2
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	12.8	12.8
fattore di struttura	q	1.5	1.5
fattore di sovraresistenza (eq 7.9.7)		1	1
fattore di sovraresistenza filtrato (eq 7.9.7)	grd	1	1
taglio derivante dall'analisi (con q=1)	V	23 583	16 504
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	311 715	261 550
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	15 917	11 120
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	212 600	176 814
momento resistente alla base della pila	Mrd	214 726	404 904
Rapporto di sovraresistenza	Mrd/Med	1.01	2.29
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	23 583	16 504
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	16 076	25 465
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	16 076	16 504
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.76	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.24
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	16 076	16 504
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.24
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc

Taglio longitudinale - Setto centrale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γC= 1.50
fcm= 40 MPa
αcc= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0,05}= 2.12 MPa
fctk_{0,95}= 3.93 MPa
αct= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

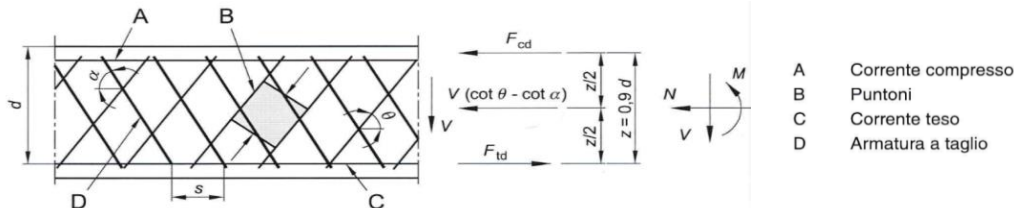
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	16 076	x0.54=	8681 kN
			V_{Ed} = 8681 kN

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.800 m Larghezza (6.16)
h = 2.900 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.800 m Altezza utile
Ac = 2.32 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φw= 14 mm Diametro staffa
n= 12.00 - Numero braccia
Asw= 18.47 cm²
z= 2.52 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw= 1.15 % =Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/fyk*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 2.10 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max= 4.52 = Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 92.36 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 9 108 kN =Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp = 0.00 =Nsd/Ac
αcw= 1.00
V_{Rd,max} = 9 563 kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1} = 1.00 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 8 681 kN

V_{Rd} = 9 108 kN =min(V_{Rd,s},V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.95 <=1

Taglio longitudinale - Setto laterale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γC= 1.50
fcm= 40 MPa
αcc= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk0.05= 2.12 MPa
fctk0.95= 3.93 MPa
αct= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

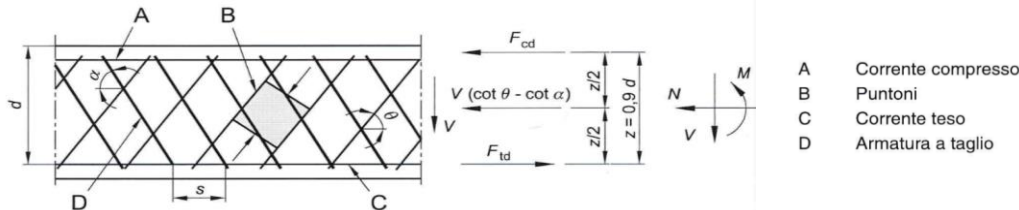
γ
Gk 0 x1.00= 0 kN
Pk 0 x1.00= 0 kN
Qk 0 x1.00= 0 kN
Aed 16 076 x0.23= 3697 kN
V_{Ed} = 3697 kN

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.400 m Larghezza (6.16)
h = 2.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.400 m Altezza utile
Ac = 1.00 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φw= 14 mm Diametro staffa
n= 6.00 - Numero braccia
Asw= 9.24 cm²
z= 2.16 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw= 1.15 % =Asw/(s*bw*sinα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/fyk*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max= 4.52 = Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*α_{cw}*v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 46.18 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 3 903 kN =Asw/s*z*fywd*cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =Nsd/Ac
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 4 099 kN =α_{cw}*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.00 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed}= 3 697 kN

V_{Rd}= 3 903 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.95 <=1

Taglio trasversale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	32	MPa
γ_C =	1.50	
fcm=	40	MPa
α_{cc} =	0.85	
fcd=	18.13	MPa
fctm=	3.02	MPa
fctk _{0,05} =	2.12	MPa
fctk _{0,95} =	3.93	MPa
α_{ct} =	1.00	
fctd=	1.41	MPa

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γ_S =	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Taglio

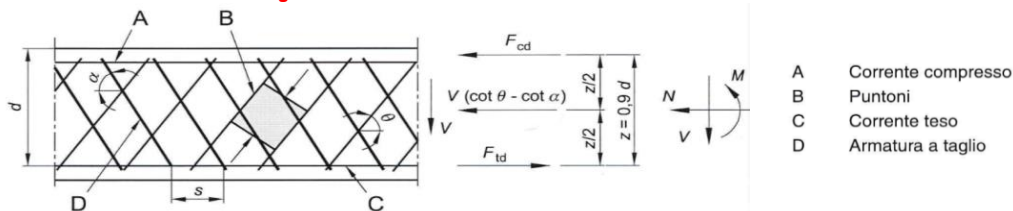
	γ	
Gk	0	x1.00= 0 kN
Pk	0	x1.00= 0 kN
Qk	0	x1.00= 0 kN
Aed	16 504	x0.50= 8252 kN
		V_{Ed} = 8252 kN

Nsd= **0** kN Sforzo normale

Geometria

bw =	0.550	m	Larghezza (6.16)
h=	11.100	m	Altezza totale
c=	0.100	m	Copriferro
d =	11.000	m	Altezza utile
Ac=	6.11	mq	Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

ϕ_w =	14	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
A _{sw} =	3.08	cm ²	
z=	9.90	m	=0.9*d
sen α =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w =	0.28	%	=A _{sw} /(s*bw*sen α)*100 >= 0.10 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 8.25 m = 0.75*d*(1+cot α)
θ =	21.8	°	=arcsen(radq(A _{sw} *fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tan θ =	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot θ =	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	1.10	=	A _{sw,max} *fyd/(bw*s)<=1/2* α_{cw} *v*fcd = 4.74

A_{sw}/s_{ins} = 15.39 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = **14 910** kN =A_{sw}/s*z* fywd *cot θ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.523	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp} =	0.00	=Nsd/Ac
α_{cw} =	1.00	
V _{Rd,max} =	17 812	kN = α_{cw} *bw*z*v*fcd/(cot θ +tan θ)
γ_{Bd1}	1.24	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = **8 252** kN

V_{Rd} = **12 024** kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/ γ_{Bd1}

c.s. = 0.69 <=1

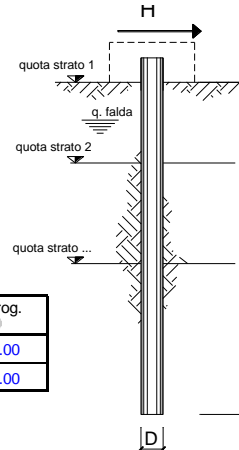
7.10 Carichi sui pali

Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	70 829	59	0	4 461	0	4 502	4 353	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	75 849	1 739	960	39 961	21 467	5 765	3 717	125
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	74 529	1 739	960	42 605	21 110	5 720	3 597	125
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	73 545	1 739	960	39 480	25 875	5 686	3 508	125
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	70 829	59	1 232	4 461	25 160	4 921	3 934	78
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	79 196	1 556	1 325	36 547	30 245	6 063	3 837	128
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	76 997	1 556	1 325	40 954	29 649	5 990	3 636	128
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	75 357	1 556	1 325	35 746	37 592	5 933	3 488	128
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	79 196	2 859	869	63 628	20 123	6 346	3 554	187
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	76 997	2 859	869	68 034	19 527	6 272	3 353	187
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	75 357	2 859	869	62 826	27 470	6 215	3 205	187
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	70 829	59	1 232	4 461	25 160	4 921	3 934	78
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	108 889	2 251	1 942	52 891	44 271	8 425	5 187	186
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	105 700	2 251	1 942	59 280	43 406	8 318	4 895	186
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	103 322	2 251	1 942	51 729	54 923	8 236	4 681	186
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	108 889	4 139	1 280	92 153	29 591	8 835	4 777	271
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	105 700	4 139	1 280	98 543	28 727	8 728	4 486	271
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	103 322	4 139	1 280	90 991	40 243	8 645	4 271	271
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	96 757	80	1 847	6 364	37 736	6 783	5 313	116
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	82 961	2 230	1 942	50 987	44 271	6 773	3 598	185
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	79 772	2 230	1 942	57 377	43 406	6 666	3 307	185
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	77 394	2 230	1 942	49 825	54 923	6 583	3 092	185
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	82 961	4 119	1 280	90 253	29 591	7 183	3 188	270
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	79 772	4 119	1 280	96 642	28 727	7 076	2 897	270
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	77 394	4 119	1 280	89 091	40 243	6 993	2 682	270
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	70 829	59	1 847	4 461	37 736	5 131	3 724	116
SLVq1_PrevX_Zpos	76 437	23 583	5 079	394 255	99 895	13 014	-3 458	1 508
SLVq1_PrevY_Zpos	76 437	7 474	16 504	129 728	319 314	12 262	-2 706	1 133
SLVq1_PrevZpos	85 617	7 474	5 079	129 728	99 895	9 179	1 525	565
SLVq1_PrevX_Zneg	68 568	23 583	5 079	394 255	99 895	12 522	-3 950	1 508
SLVq1_PrevY_Zneg	68 568	7 474	16 504	129 728	319 314	11 770	-3 198	1 133
SLVq1_PrevZneg	59 387	7 474	5 079	129 728	99 895	7 539	-115	565
SLVq1.36_PrevX_Zpos	76 437	17 495	3 797	294 238	75 221	10 935	-1 380	1 119
SLVq1.36_PrevY_Zpos	76 437	5 648	12 228	99 724	237 057	10 391	-835	842
SLVq1.36_PrevZpos	85 617	5 648	3 797	99 724	75 221	8 267	2 436	426
SLVq1.36_PrevX_Zneg	68 568	17 495	3 797	294 238	75 221	10 444	-1 872	1 119
SLVq1.36_PrevY_Zneg	68 568	5 648	12 228	99 724	237 057	9 899	-1 327	842
SLVq1.36_PrevZneg	59 387	5 648	3 797	99 724	75 221	6 628	796	426
SLVq1.50_PrevX_Zpos	76 437	15 917	3 464	268 309	68 822	10 397	-841	1 019
SLVq1.50_PrevY_Zpos	76 437	5 174	11 120	91 944	215 734	9 906	-350	767
SLVq1.50_PrevZpos	85 617	5 174	3 464	91 944	68 822	8 031	2 672	390
SLVq1.50_PrevX_Zneg	68 568	15 917	3 464	268 309	68 822	9 905	-1 333	1 019
SLVq1.50_PrevY_Zneg	68 568	5 174	11 120	91 944	215 734	9 414	-842	767
SLVq1.50_PrevZneg	59 387	5 174	3 464	91 944	68 822	6 392	1 033	390
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	4 502	4 353	4					
SLS_Rara_Fess	5 765	3 508	125					
SLS_Rara	6 346	3 205	187					
SLU_A1	8 835	2 682	271					
SLV - q=1	13 014	-3 950	1 508					
SLV - q=1.36	10 935	-1 872	1 119					
SLV - q=1.5	10 397	-1 333	1 019					

7.11 Verifica palo per forze orizzontali

7.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_w	γ_{cu}	γ_T
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	10	32.5	3.32		32.5	3.32	
□ strato 2						1.00			1.00	
□ strato 3						1.00			1.00	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda ▲ 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 41.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 9 969.00 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

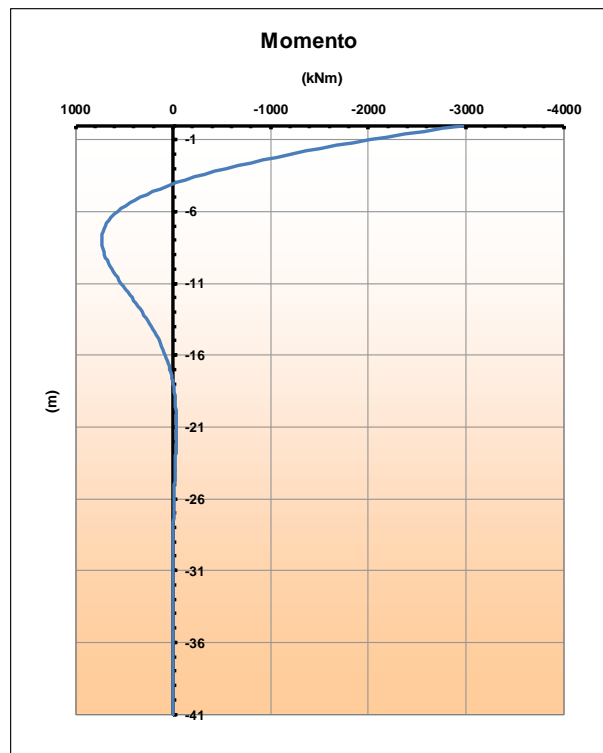
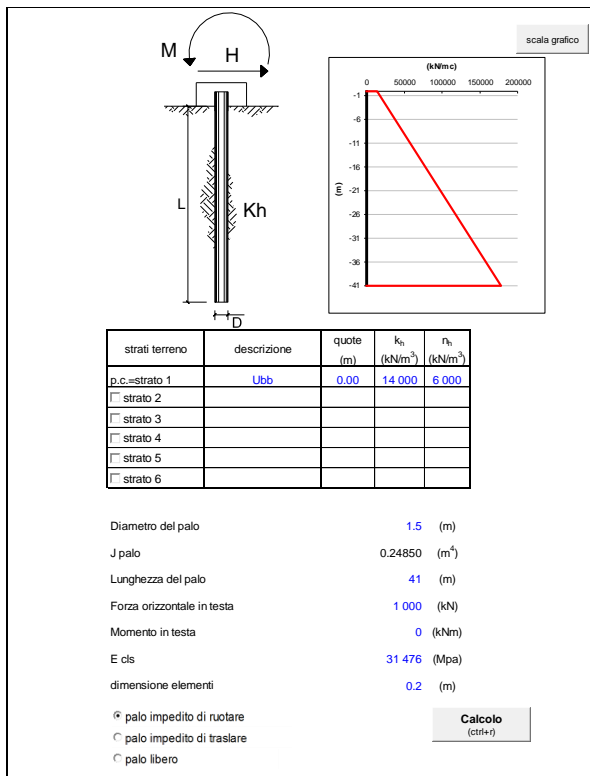
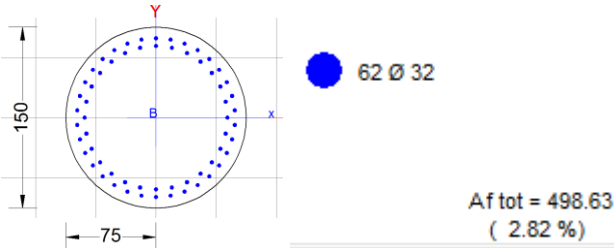
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	4 055 (kN)		4 055 (kN)	
Palo intermedio	32 987 (kN)		32 987 (kN)	
Palo corto	125 663 (kN)		125 663 (kN)	
	H_{med} 4 055 (kN)	Palo lungo	H_{min} 4 055 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{niv}/\xi_4)$		2 458 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$		1 512 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 508 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 508 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.00 (-)	

7.11.2 Resistenza strutturale

Verifica strutturale palo	Np	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)
		kN	kN	kNm	kNm	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0	4	5	15		0.001	0.04	-0.9	
SLS_Rara_Fess	0	125	156	463		0.034	1.17	-26.6	
SLS_Rara	0	187	234	692			1.76	-39.7	
SLU_A1	0	271	339	1 003	9 969				9.94
SLV - q=1	0	1 508	1 885	5 580	9 969				1.79
SLV - q=1.36	0	1 119	1 399	4 140	9 969				2.41
SLV - q=1.5	0	1 019	1 274	3 770	9 969				2.64
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha=Mp/Hp$	2.96						
Coefficiente di gruppo		k	0.8						
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)		Hp max / k							
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)		$Mp \text{ max} = (Hp \text{ max} / k) * \alpha$							



7.11.3 Taglio strutturale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	25	MPa
γC=	1.50	
fcm=	33	MPa
αcc=	0.85	
fcd=	14.17	MPa
fctm=	2.56	MPa
fctk _{0,05} =	1.80	MPa
fctk _{0,95} =	3.33	MPa
αct=	1.00	
fctd=	1.20	MPa

NTC08 - 7.9.5.2.2
In assenza di calcoli più accurati, per sezioni circolari di calcestruzzo di raggio r in cui l'armatura sia distribuita su una circonferenza di raggio r_s, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio può essere calcolata come

$$d = r + \frac{2r_s}{\pi}$$

Taglio

	γ	
Gk	0 x1.00=	0 kN
Pk	0 x1.00=	0 kN
Qk	0 x1.00=	0 kN
Aed	1 885 x1.00=	1885 kN
		V_{Ed} = 1885 kN

Nsd= **0** kN Sforzo normale

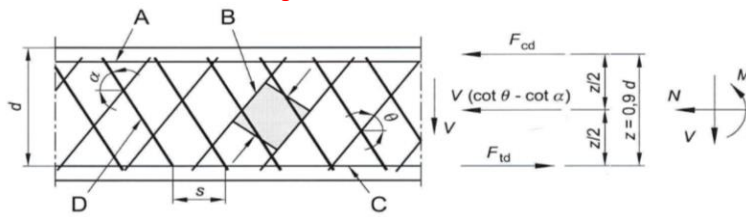
Geometria

bw = d =	1.172	m	Larghezza (6.16)
h=	1.172	m	Altezza totale
c=	0.087	m	Copriferro
d =	1.172	m	Altezza utile
Ac=	1.37	m ²	Area
r =	0.750	m	Raggio palo
rs = r-c =	0.663	m	Raggio armatura verticale

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γS=	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Elementi CA e CAP armati a taglio



- A Corrente compresso
- B Puntone
- C Corrente teso
- D Armatura a taglio

Resistenza lato acciaio (staffe)

φw=	14	mm	Diametro staffa
n=	4.00	-	Numero braccia
Asw=	6.16	cm ²	
z=	1.05	m	=0.9*d
senα=	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw=	0.26	%	=Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.09 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 0.88 m = 0.75*d*(1+cotα)
θ=	21.8	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tanθ=	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ=	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max=	1.03	=	Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 3.83

Asw/s,ins = 30.79 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 3 177 kN = Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.540	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp=	0.00	=Nsd/Ac
αcw=	1.00	
V _{Rd,max} =	3 261	kN = αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ _{Bd1}	1.25	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

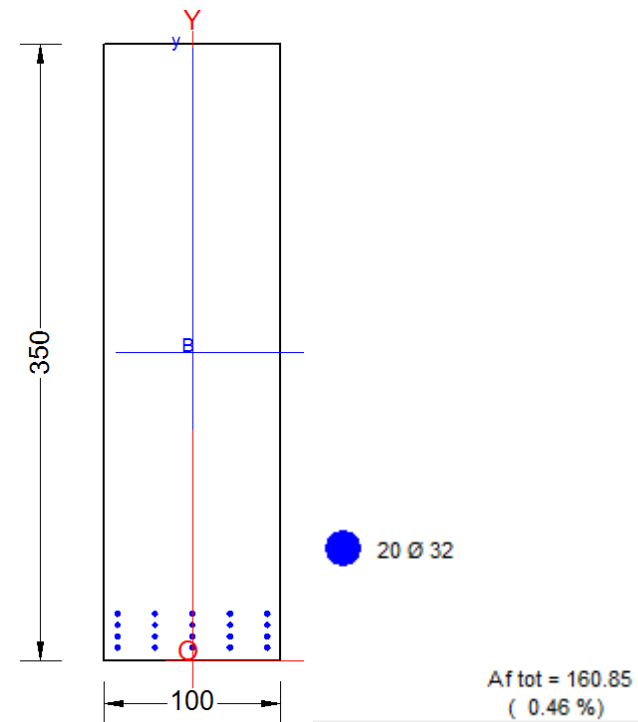
V_{Ed} = 1 885 kN

V_{Rd} = 2 542 kN = min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.74 <=1

7.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma														
peso specifico	kN/m ³	25	18															
spessore	m	3.5	6															
peso a mq	kN/mq	87.5	108	195.5														
sbalzo plinto e riemp	m	6.65	6.65															
peso totale a m/l	kN/m	582	718	1300														
momento nella sezione di verifica	kNm/m	1935	2388	4323														
Larghezza di influenza per pali	m	2.95	=	Tpila/n°pali dir T														
		Fila 1		Fila 2		Fila 3		Effetto pali		Effetto pali a m/l		p.p.plinto+rinterro		Soll. di progetto				
		N	braccio	N	braccio	N	braccio	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	
		kN	m	kN	m	kN	m	kN	kNm	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	
SLS_qp	kN	4 502	5.15	0		0		4 502	23 185	1 526	7 859	-1300	-4323	226	3 537			
SLS_Rara_Fess	kN	5 765	5.15	0		0		5 765	29 690	1 954	10 064	-1300	-4323	654	5 742			
SLS_Rara	kN	6 346	5.15	0		0		6 346	32 682	2 151	11 079	-1300	-4323	851	6 756			
SLU_A1	kN	8 835	5.15	0		0		8 835	45 500	2 995	15 424	-1300	-4323	1 695	11 101			
SLV - q=1	kN	13 014	5.15	0		0		13 014	67 022	4 412	22 719	-1300	-4323	3 111	18 397			
SLV - q=1.36	kN	10 935	5.15	0		0		10 935	56 315	3 707	19 090	-1300	-4323	2 407	14 767			
SLV - q=1.5	kN	10 397	5.15	0		0		10 397	53 545	3 524	18 151	-1300	-4323	2 224	13 828			
		Soll. di progetto		Verifica														
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)										
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-										
SLS_qp		226	3 537		0.108	2.26	-77											
SLS_Rara_Fess		654	5 742		0.176	3.67	-125											
SLS_Rara		851	6 756			4.32	-147											
SLU_A1		1 695	11 101	19 920				1.79										
SLV - q=1		3 111	18 397	19 920				1.08										
SLV - q=1.36		2 407	14 767	19 920				1.35										
SLV - q=1.5		2 224	13 828	19 920				1.44										



Si fornisce un quantitativo di armatura a taglio, da realizzare con spille o considerando i cavallotti.

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 35 MPa
γ_C= 1.50
f_{cm}= 43 MPa
α_{CC}= 0.85
f_{cd}= 19.83 MPa

f_{ctm}= 3.21 MPa
f_{ctk_{0.05}}= 2.25 MPa
f_{ctk_{0.95}}= 4.17 MPa
α_{ct}= 1.00
f_{ctd}= 1.50 MPa

Acciaio c.a.

f_{yk}= 450 MPa
γ_S= 1.15
f_{yd}= 391.3 MPa

Taglio

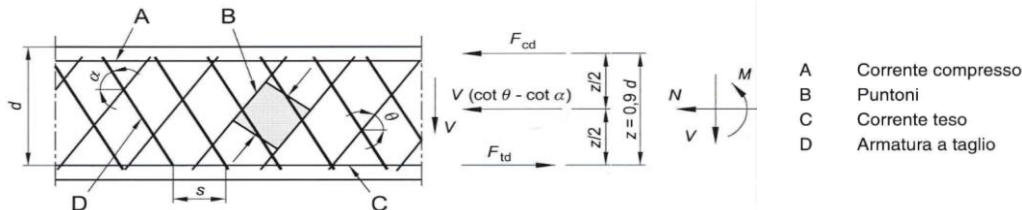
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	3 111	x1.00=	3111 kN
			V_{Ed} = 3111 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 1.000 m Larghezza (6.16)
h = 3.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 3.400 m Altezza utile
Ac = 3.50 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 20 mm Diametro staffa
n= 2.00 - Numero braccia
A_{sw}= 6.28 cm²
z= 3.06 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.13 % =A_{sw}/(s*bw*senα)*100
s= 0.48 m =passo staffe <= 2.55 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(bw*s*acw*n*f_{cd}))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 0.40 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 2.50 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max}= 0.51 = A_{sw,max}*f_{yd}/(bw*s)<=1/2*α_{cw}*v*f_{cd} = 5.12

A_{sw}/s,ins = 13.09 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 3 919 kN =A_{sw}/s*z*f_{yd}*cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.516 =0.6*(1-f_{ck}/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =N_{sd}/Ac
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 10 798 kN =α_{cw}*bw*z*v*f_{cd}/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.25 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed}= 3 111 kN

V_{Rd}= 3 135 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.99 <=1

8 CALCOLO E VERIFICA PILA 8

8.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

8.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	9.6	15.67	3 761
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					5 649

Geometria

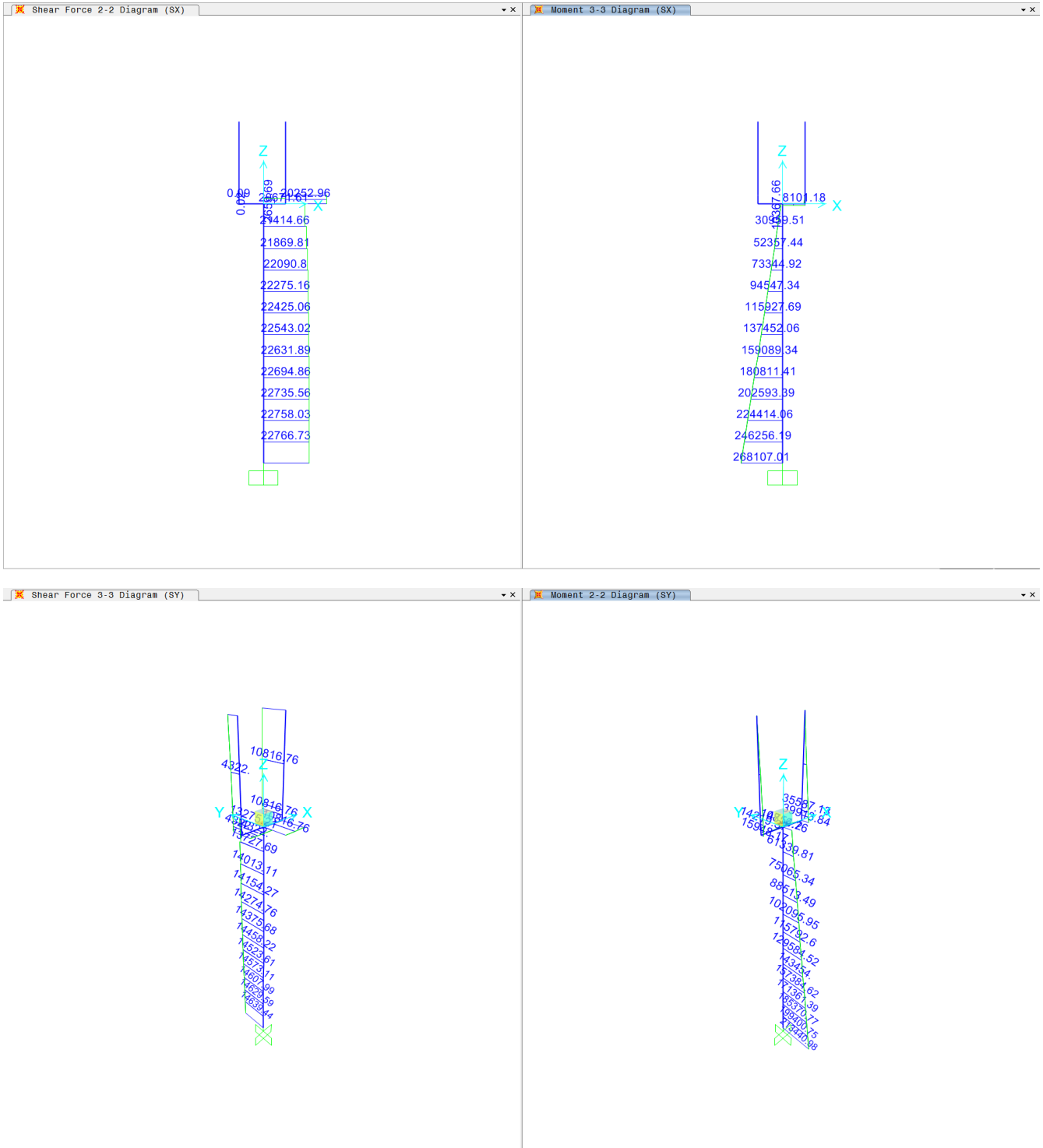
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	11.6 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.99 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.49 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.69 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	16.09 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	19.59 m

Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		25	50	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1.1	1	m
Luce in asse appoggi		22.8	48	m
Pesi propri	G1	258.1	190.0	kN/ml
Permanenti portati	G2	202.3	202.3	kN/ml
Permanenti	G	460.4	392.3	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	46	45	kN/ml
Massa sismica	M	506.4	437.3	kN/ml
Pesi propri	G1	3 226	4 750	7 976 kN
Permanenti portati	G2	2 529	5 058	7 586 kN
Permanenti	G	5 755	9 808	15 563 kN
Massa sismica	M	6 330	10 933	17 263 kN

8.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	12	15.29	15.29 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		1.23E+06	4.82E+06	3.42E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	21 865	17 263	17 263 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 377	3 377	3 377 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	25 242	20 639	20 639 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	4 373	3 453	3 453 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 377	3 377	3 377 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	si	si	si -			
Periodo proprio	T	0.29	0.13	0.05 sec	0.30	0.15	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.904	0.783	0.674 g			
	1.36	0.665	0.598	0.674 g			
	1.5	0.603	0.550	0.674 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	22 824	16 160	13 920 kN	22 766	14 639	12 655 kN
	1.36	16 782	12 336	13 920 kN	16 743	10 963	12 655 kN
	1.5	15 216	11 345	13 920 kN	15 182	10 011	12 655 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	273 886	247 080	kNm	268 107	213 440	kNm
	1.36	201 387	188 622	kNm	197 139	159 730	kNm
	1.5	182 591	173 466	kNm	178 739	145 807	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.91	0.91 -	1.00	0.91	0.91 -
		1.00	0.89	0.91 -	1.00	0.89	0.91 -
		1.00	0.88	0.91 -	1.00	0.88	0.91 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.98	0.86	-	0.98	0.86	-
		0.98	0.85	-	0.98	0.85	-
		0.98	0.84	-	0.98	0.84	-



8.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		N	ML	MT
Condizione	N max	8 367	1 759	1 699
Condizione	ML max	6 168	6 166	1 103
Condizione	MT max	4 528	958	9 045
Condizione	Inviluppo	8 367	6 166	9 045

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 559	6 168
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8	48
Coefficiente dinamico	Φ_3	1.202	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	4 278	6 483

Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	5 755	9 808 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q1*\Phi$	4 278	6 483 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	$\max G*0.2*\Phi$	59 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q*\Phi$	194 kN

Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	2 605 kN
a quota testa pila	ML	11 696 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	943 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 300 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		50 m
Reazione del singolo treno	Qv	

Sulla pila

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.79	0.123	3 491	429
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 (caso utilizzato)						429
SW2	100	1	1.00	0.061	4 528	274
Valore utilizzato						703

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.79	0.123	1 535	188
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.79	0.123	2 552	313
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 (caso utilizzato)						269
SW2	100	1	1.00	0.061	3 303	200
Valore utilizzato						469

8.5 Vento

Azione del vento - generale - NTC08 e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	as	25	25 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	v _{b,0}	28	25 m/s
Parametri	a ₀	500	500 m
Parametri	k _a	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (Tr=50 anni)	v _b =v _{b,0} +k _a *(a _s -a ₀)	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T _R	75	75 anni
	α _r	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v _b	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	q _b =0.5*ρ*v _b ²	0.51	0.41 kN/m ²
Classe di rugosità del terreno		D	D
Distanza dalla costa		< 10 km	
Altitudine sul livello del mare		< 500 m	< 500 m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k _r	0.19	0.19
parametri	z ₀	0.05	0.05 m
parametri	z _{min}	4	4 m
parametri	z _{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	C _t	1	1
coefficiente di esposizione (z≤z _{min})	C _e (z _{min})	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	C _e (z)	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	C _e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	8.53	8.53 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.61	1.61 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.95	1.95 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q _b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	C _e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.95	1.95 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	12.53	8.53 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	30.97	16.81 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.47	1.97 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	30.97	16.81 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	30.97	30.97	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	387	774	1 161 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	1 845	3 689	5 534 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	16.81	16.81	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	210	420	630 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	1 001	2 002	3 003 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	11.6	11.6 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.45	2.45 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.45	2.45 -

Pulvino

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.45	2.45 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.31	4.23 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.66	1.32 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.31	4.23 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	10.6	8.5 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.45	2.45 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.31	4.23 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.66	1.32 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.31	4.23 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	9.6	9.6 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	51.0	40.7 kN

8.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesi propri	7 976			1 201	
Impalcato - Permanenti portati	7 586			2 276	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	8 367			1 759	1 699
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	6 168			6 166	1 103
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 528			958	9 045
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	8 367			6 166	9 045
Traffico ferroviario - Frenatura		2 605		41 914	
Traffico ferroviario - Centrifuga			703		12 577
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		3 379
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 161		19 007
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		113
Vento a ponte scarico - Pila			51		245
Vento a ponte carico - Impalcato			630		10 315
Vento a ponte carico - Pulvino			8		90
Vento a ponte carico - Pila			41		195
Attrito - Permanente		59		706	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		194		2 334	
Sisma q=1 - Long 100%		22 766		268 107	
Sisma q=1 - Trasv 100%			14 639		213 440
Sisma q=1 - Vert 100%	12 655				
Sisma q=1.36 - Long 100%		16 743		197 139	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			10 963		159 730
Sisma q=1.36 - Vert 100%	12 655				
Sisma q=1.5 - Long 100%		15 182		178 739	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			10 011		145 807
Sisma q=1.5 - Vert 100%	12 655				
Pila - Peso proprio	5 649				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	23 822				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	10 552				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	4	4	
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	16.5	16.5	3.5	
Modulo minimo palificata (m)	60	60		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76 mq			
Spessore riempimento	2.5 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m3			

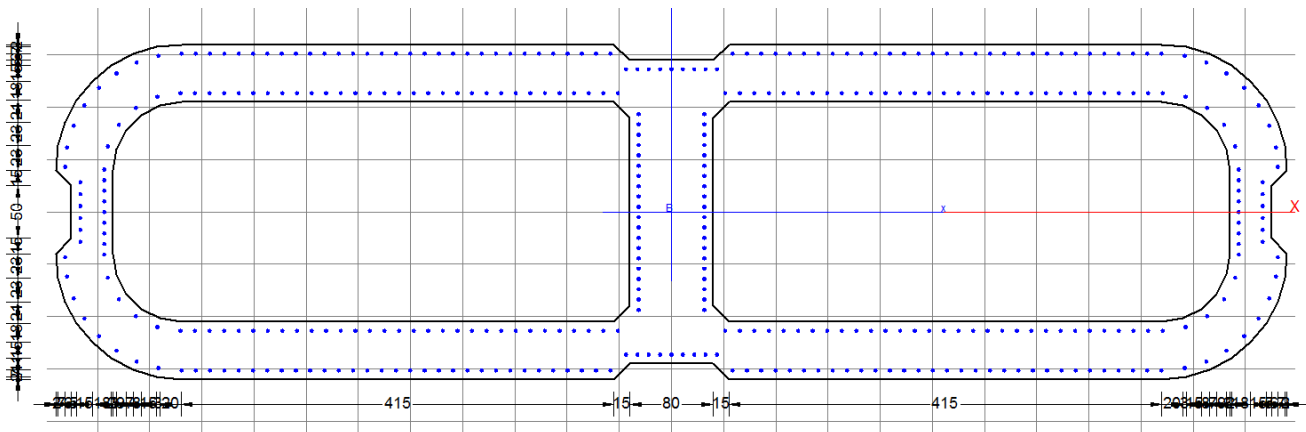
8.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

8.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati	N	HL	HT	ML	MT	wk	sc	ss	c.s.(>1)
Combinazione						mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	21 212	59	0	4 184	0	0.000	1.20	12.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	26 232	1 739	956	31 788	16 954	0.034	2.91	-18.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	24 913	1 739	956	34 432	16 596	0.058	2.96	-28.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	23 929	1 739	956	31 307	21 361	0.050	2.92	-25.7	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	21 212	59	1 224	4 184	19 365	0.000	1.59	6.3	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	29 579	1 556	1 321	29 234	24 016		3.07	-11.4	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	27 380	1 556	1 321	33 641	23 420		3.21	-23.5	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	25 740	1 556	1 321	28 433	31 362		3.10	-20.7	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	29 579	2 859	865	50 191	16 037		3.75	-58.2	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	27 380	2 859	865	54 598	15 441		3.76	-77.8	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	25 740	2 859	865	49 390	23 384		3.75	-71.9	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	21 212	59	1 224	4 184	19 365		1.59	6.3	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	41 906	2 251	1 936	42 312	35 140				5.02
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	38 717	2 251	1 936	48 702	34 276				4.34
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	36 339	2 251	1 936	41 150	45 793				4.86
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	41 906	4 139	1 274	72 700	23 572				3.02
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	38 717	4 139	1 274	79 090	22 708				2.73
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	36 339	4 139	1 274	71 538	34 224				2.96
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	29 774	80	1 835	5 989	29 047				17.70
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	33 344	2 230	1 936	40 507	35 140				5.00
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	30 155	2 230	1 936	46 896	34 276				4.31
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	27 777	2 230	1 936	39 345	45 793				4.90
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	33 344	4 119	1 274	70 895	23 572				2.95
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	30 155	4 119	1 274	77 284	22 708				2.66
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	27 777	4 119	1 274	69 733	34 224				2.90
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	21 212	59	1 835	4 184	29 047				18.67
SLVq1_PrevX_Zpos	26 682	23 336	4 575	281 787	69 033				-
SLVq1_PrevY_Zpos	26 682	7 400	14 822	94 112	218 441				-
SLVq1_PrevZpos	35 540	7 400	4 575	94 112	69 033				-
SLVq1_PrevX_Zneg	19 089	23 336	4 575	281 787	69 033				-
SLVq1_PrevY_Zneg	19 089	7 400	14 822	94 112	218 441				-
SLVq1_PrevZneg	10 230	7 400	4 575	94 112	69 033				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	26 682	17 313	3 472	210 819	52 920				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	26 682	5 593	11 146	72 822	164 731				-
SLVq1.36_PrevZpos	35 540	5 593	3 472	72 822	52 920				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	19 089	17 313	3 472	210 819	52 920				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	19 089	5 593	11 146	72 822	164 731				-
SLVq1.36_PrevZneg	10 230	5 593	3 472	72 822	52 920				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	26 682	15 752	3 186	192 419	48 743				1.05
SLVq1.50_PrevY_Zpos	26 682	5 125	10 194	67 302	150 808				2.43
SLVq1.50_PrevZpos	35 540	5 125	3 186	67 302	48 743				3.08
SLVq1.50_PrevX_Zneg	19 089	15 752	3 186	192 419	48 743				1.00
SLVq1.50_PrevY_Zneg	19 089	5 125	10 194	67 302	150 808				2.37
SLVq1.50_PrevZneg	10 230	5 125	3 186	67 302	48 743				2.66

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.20	12.4	
SLS_Rara_Fess	0.058	2.96	-28.7	
SLS_Rara		3.76	-77.8	
SLU_A1				2.66
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.00



 384 Ø 32

Af tot = 3088.31
(1.97 %)

8.9 Verifica a taglio pila

La verifica viene condotta per le singole anime ripartendo il carico in base ai rapporti di rigidezza a taglio.

Anima	num	b	h	A	k=A/Atot
-	-	m	m	mq	-
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
centrale	1	0.8	2.9	2.32	0.54
somma				4.32	1

Pila		8	8
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	11.6	11.6
fattore di struttura	q	1.5	1.5
fattore di sovrarresistenza (eq 7.9.7)		1	1
fattore di sovrarresistenza filtrato (eq 7.9.7)	grd	1	1
taglio derivante dall'analisi (con q=1)	V	23 336	14 822
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	281 787	218 441
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	15 752	10 194
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	192 419	150 808
momento resistente alla base della pila	Mrd	192 419	357 415
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.00	2.37
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	23 336	14 822
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	15 752	24 160
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	15 752	14 822
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.75	1.22
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.22
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	15 752	14 822
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.22
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 2. Per la verifica quindi si rimanda a quella della pila 2.

8.10 Carichi sui pali

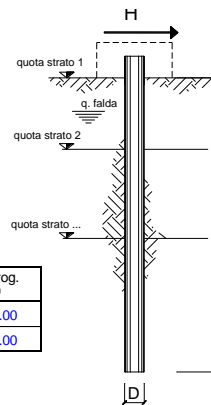
Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	55 586	59	0	4 390	0	3 548	3 401	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	60 606	1 739	956	37 875	20 300	4 758	2 819	125
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	59 287	1 739	956	40 519	19 942	4 714	2 698	125
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	58 303	1 739	956	37 394	24 707	4 679	2 609	125
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	55 586	59	1 224	4 390	23 649	3 942	3 007	77
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	63 953	1 556	1 321	34 680	28 639	5 053	2 942	128
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	61 754	1 556	1 321	39 087	28 043	4 979	2 741	128
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	60 114	1 556	1 321	33 879	35 985	4 922	2 593	128
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	63 953	2 859	865	60 198	19 065	5 319	2 677	187
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	61 754	2 859	865	64 604	18 469	5 245	2 476	187
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	60 114	2 859	865	59 396	26 411	5 188	2 328	187
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	55 586	59	1 224	4 390	23 649	3 942	3 007	77
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	88 311	2 251	1 936	50 191	41 916	7 055	3 985	186
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	85 122	2 251	1 936	56 580	41 052	6 948	3 693	186
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	82 744	2 251	1 936	49 029	52 569	6 865	3 479	186
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	88 311	4 139	1 274	87 187	28 031	7 440	3 600	271
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	85 122	4 139	1 274	93 576	27 167	7 333	3 308	271
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	82 744	4 139	1 274	86 025	38 683	7 250	3 094	271
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	76 178	80	1 835	6 269	35 469	5 457	4 066	115
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	67 718	2 230	1 936	48 312	41 916	5 737	2 729	185
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	64 529	2 230	1 936	54 701	41 052	5 629	2 438	185
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	62 151	2 230	1 936	47 150	52 569	5 547	2 223	185
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	67 718	4 119	1 274	85 311	28 031	6 122	2 344	270
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	64 529	4 119	1 274	91 701	27 167	6 015	2 052	270
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	62 151	4 119	1 274	84 149	38 683	5 932	1 838	270
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	55 586	59	1 835	4 390	35 469	4 139	2 810	115
SLVq1_PrevX_Zpos	61 056	23 336	4 575	363 463	85 045	11 292	-3 659	1 487
SLVq1_PrevY_Zpos	61 056	7 400	14 822	120 012	270 318	10 322	-2 689	1 036
SLVq1_PrevZpos	69 914	7 400	4 575	120 012	85 045	7 788	953	544
SLVq1_PrevX_Zneg	53 463	23 336	4 575	363 463	85 045	10 817	-4 133	1 487
SLVq1_PrevY_Zneg	53 463	7 400	14 822	120 012	270 318	9 847	-3 164	1 036
SLVq1_PrevZneg	44 604	7 400	4 575	120 012	85 045	6 206	-629	544
SLVq1.36_PrevX_Zpos	61 056	17 313	3 472	271 415	65 072	9 425	-1 792	1 104
SLVq1.36_PrevY_Zpos	61 056	5 593	11 146	92 397	203 742	8 752	-1 119	780
SLVq1.36_PrevZpos	69 914	5 593	3 472	92 397	65 072	6 995	1 746	412
SLVq1.36_PrevX_Zneg	53 463	17 313	3 472	271 415	65 072	8 950	-2 266	1 104
SLVq1.36_PrevY_Zneg	53 463	5 593	11 146	92 397	203 742	8 278	-1 594	780
SLVq1.36_PrevZneg	44 604	5 593	3 472	92 397	65 072	5 413	164	412
SLVq1.50_PrevX_Zpos	61 056	15 752	3 186	247 551	59 894	8 941	-1 308	1 005
SLVq1.50_PrevY_Zpos	61 056	5 125	10 194	85 239	186 487	8 345	-712	714
SLVq1.50_PrevZpos	69 914	5 125	3 186	85 239	59 894	6 789	1 951	378
SLVq1.50_PrevX_Zneg	53 463	15 752	3 186	247 551	59 894	8 466	-1 782	1 005
SLVq1.50_PrevY_Zneg	53 463	5 125	10 194	85 239	186 487	7 871	-1 187	714
SLVq1.50_PrevZneg	44 604	5 125	3 186	85 239	59 894	5 207	369	378
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	3 548	3 401	4					
SLS_Rara_Fess	4 758	2 609	125					
SLS_Rara	5 319	2 328	187					
SLU_A1	7 440	1 838	271					
SLV - q=1	11 292	-4 133	1 487					
SLV - q=1.36	9 425	-2 266	1 104					
SLV - q=1.5	8 941	-1 782	1 005					

8.11 Verifica palo per forze orizzontali

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 2. Si riporta solo la verifica con Broms visto le caratteristiche diverse del terreno. Per il resto, vale quanto fatto sulla pila 2.

8.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M			R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_F	γ_{cu}	γ_r	
SU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30		



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi	
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p
p.c.=strato 1		100.00	19.5	9.5	34	3.54		34	3.54
□ strato 2						1.00			1.00
□ strato 3						1.00			1.00
□ strato 4						1.00			1.00
□ strato 5						1.00			1.00
□ strato 6						1.00			1.00

Quota falda **100** (m)
 Diametro del palo D **1.50** (m)
 Lunghezza del palo L **25.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **9 700.00** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	4 002 (kN)		4 002 (kN)	
Palo intermedio	12 778 (kN)		12 778 (kN)	
Palo corto	47 254 (kN)		47 254 (kN)	
H_{med}	4 002 (kN)	Palo lungo	H_{min}	4 002 (kN) Palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{niv}/\xi_4)$				
			2 425 (kN)	
Coefficiente di gruppo palificata:	$k =$	0.8	(-)	
$H_d = (H_k \gamma_r) * k$		1 492	(kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 487	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 487	(kN)	
c.s. = $H_d / F_d =$		1.00	(-)	

8.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma													
peso specifico	kN/m ³	25	18														
spessore	m	3.5	2.5														
peso a mq	kN/mq	87.5	45	132.5													
sbalzo plinto e riemp	m	6.65	6.65														
peso totale a m/l	kN/m	582	299	881													
momento nella sezione di verifica	kNm/m	1935	995	2930													
Larghezza di influenza per pali	m	2.95	=	Tpila/n°pali dir T													
		Fila 1		Fila 2		Fila 3		Effetto pali		Effetto pali a m/l		p.p.plinto+rinterro		Soll. di progetto			
		N	braccio	N	braccio	N	braccio	T	M	T	M	T	M	T	M		
		kN	m	kN	m	kN	m	kN	kNm	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m		
SLS_qp	kN	3 548	5.15	0		0		3 548	18 272	1 203	6 194	-881	-2930	322	3 264		
SLS_Rara_Fess	kN	4 758	5.15	0		0		4 758	24 504	1 613	8 306	-881	-2930	732	5 377		
SLS_Rara	kN	5 319	5.15	0		0		5 319	27 393	1 803	9 286	-881	-2930	922	6 356		
SLU_A1	kN	7 440	5.15	0		0		7 440	38 316	2 522	12 988	-881	-2930	1 641	10 059		
SLV - q=1	kN	11 292	5.15	0		0		11 292	58 154	3 828	19 713	-881	-2930	2 947	16 783		
SLV - q=1.36	kN	9 425	5.15	0		0		9 425	48 539	3 195	16 454	-881	-2930	2 314	13 524		
SLV - q=1.5	kN	8 941	5.15	0		0		8 941	46 046	3 031	15 609	-881	-2930	2 150	12 679		
		Soll. di progetto		Verifica													
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)									
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-									
SLS_qp		322	3 264		0	0.00	0										
SLS_Rara_Fess		732	5 377		0	0.00	0										
SLS_Rara		922	6 356			0	0										
SLU_A1		1 641	10 059	0				0.00									
SLV - q=1		2 947	16 783	0				0.00									
SLV - q=1.36		2 314	13 524	0				0.00									
SLV - q=1.5		2 150	12 679	0				0.00									

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 2. Il plinto viene armato allo stesso modo.

9 CALCOLO E VERIFICA PILA 3

9.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

9.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	10.7	15.67	4 192
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					6 080

Geometria

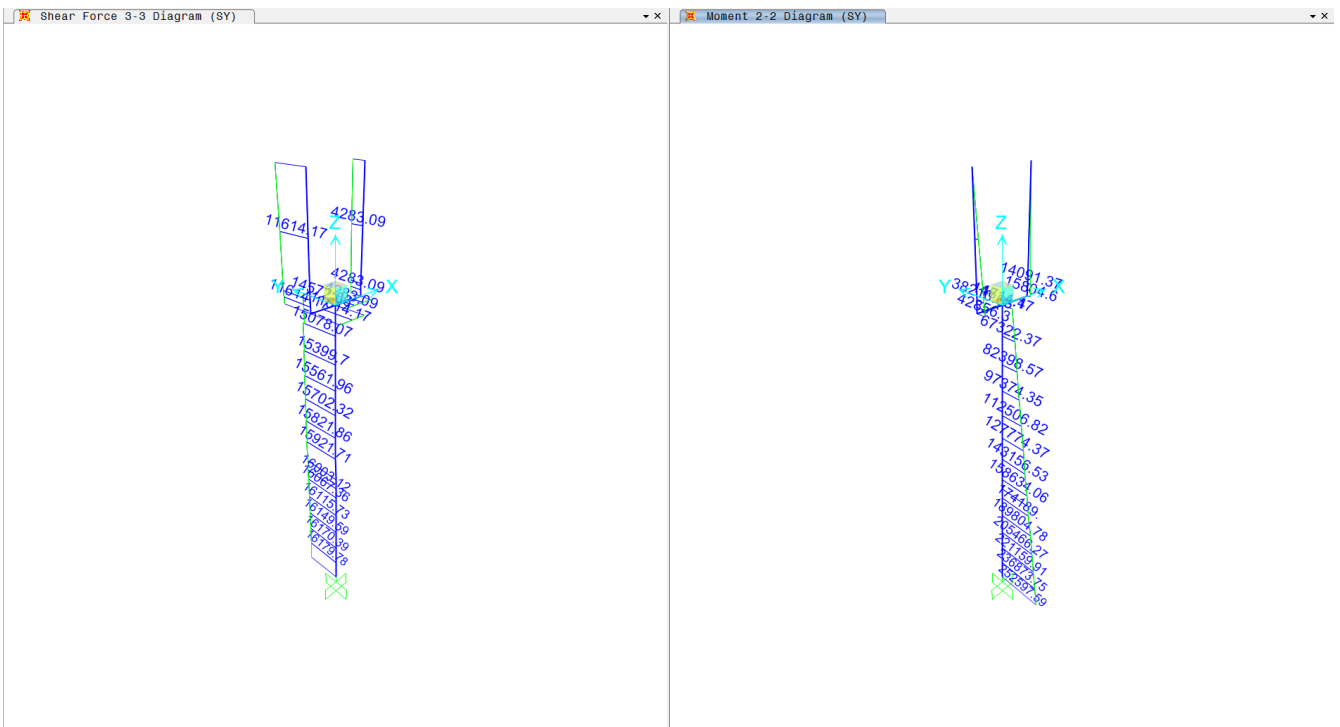
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	12.7 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.99 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.49 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.69 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	17.19 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	20.69 m

Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		50	25	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1.1	m
Luce in asse appoggi		48	22.8	m
Pesi propri	G1	190.0	258.1	kN/ml
Permanenti portati	G2	202.3	202.3	kN/ml
Permanenti	G	392.3	460.4	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	45	46	kN/ml
Massa sismica	M	437.3	506.4	kN/ml
Pesi propri	G1	4 750	3 226	7 976 kN
Permanenti portati	G2	5 058	2 529	7 586 kN
Permanenti	G	9 808	5 755	15 563 kN
Massa sismica	M	10 933	6 330	17 263 kN

9.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	13.1	16.39	16.39 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		9.48E+05	3.92E+06	3.19E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	12 660	17 263	17 263 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 592	3 592	3 592 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	16 252	20 855	20 855 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 532	3 453	3 453 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 592	3 592	3 592 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.26	0.15	0.05 sec	0.27	0.17	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.904	0.831	0.680 g			
	1.36	0.665	0.624	0.680 g			
	1.5	0.603	0.571	0.680 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	14 695	17 329	14 183 kN	14 750	16 179	13 080 kN
	1.36	10 805	13 019	14 183 kN	10 850	11 955	13 080 kN
	1.5	9 797	11 902	14 183 kN	9 840	10 860	13 080 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	192 509	284 025	kNm	186 078	252 597	kNm
	1.36	141 551	213 387	kNm	136 825	186 504	kNm
	1.5	128 340	195 074	kNm	124 056	169 370	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.93	0.92 -	1.00	0.93	0.92 -
		1.00	0.92	0.92 -	1.00	0.92	0.92 -
		1.00	0.91	0.92 -	1.00	0.91	0.92 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.89	-	0.97	0.89	-
		0.97	0.87	-	0.97	0.87	-
		0.97	0.87	-	0.97	0.87	-



9.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		N	ML	MT
Condizione	2			
	N max	8 367	1 759	1 699
Condizione	ML max	6 168	6 166	1 103
Condizione	MT max	4 528	958	9 045
Condizione	Inviluppo	8 367	6 166	9 045

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	6 168	3 559
Luce impalcato asse appoggi	Lc	48	22.8
Coefficiente dinamico	Φ_3	1.051	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	6 483	4 278

Attrito		sx	dx
Permanenti	G	9 808	5 755 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1* Φ	6 483	4 278 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	maxG*0.2* Φ	59 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ* Φ	194 kN

Frenatura

luce campata carica	L	25 m
a livello binario	HL	1 783 kN
a quota testa pila	ML	8 006 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	943 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 300 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		25 m
Reazione del singolo treno	Qv	

Sulla pila

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	3 491	443
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	3 840	368
LM71 (caso utilizzato)						443
SW2	100	1	1.00	0.061	4 528	274
Valore utilizzato						718

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	2 552	324
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	2 807	269
LM71 (caso utilizzato)						269
SW2	100	1	1.00	0.061	3 303	200
Valore utilizzato						469

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	1 535	195
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

9.5 Vento

Azione del vento - generale - NTC08 e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	as	25	25 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	$v_{b,0}$	28	25 m/s
Parametri	a_0	500	500 m
Parametri	k_a	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (Tr=50 anni)	$v_b = v_{b,0} + k_a * (a_s - a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T_R	75	75 anni
	α_r	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v_b	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m3
pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.51	0.41 kN/m2
Classe di rugosità del terreno		D	D
Distanza dalla costa		< 10 km	
Altitudine sul livello del mare		< 500 m	< 500 m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k_r	0.19	0.19
parametri	z_0	0.05	0.05 m
parametri	z_{min}	4	4 m
parametri	z_{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1	1
coefficiente di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	8.53	8.53 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.61	1.61 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.95	1.95 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m2
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.95	1.95 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	12.53	8.53 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	30.97	16.81 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p = f/dtot$	2.47	1.97 kN/m2
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m2
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	30.97	16.81 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	30.97	30.97	kN/ml
Luce impalcato	L	50	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT = f * L/2$	774	387	1 161 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT = FT * (dtot/2 + h2)$	3 689	1 845	5 534 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	16.81	16.81	kN/ml
Luce impalcato	L	50	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT = f * L/2$	420	210	630 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT = FT * (dtot/2 + h2)$	2 002	1 001	3 003 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	12.7	12.7 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.51	2.51 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -

Pulvino

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.44	4.34 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.70	1.36 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.44	4.34 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	10.9	8.7 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.51	2.51 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.44	4.34 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.70	1.36 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.44	4.34 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	10.7	10.7 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	58.2	46.4 kN

9.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	7 976			1 201	
Impalcato - Permanienti portati	7 586			2 276	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	8 367			1 759	1 699
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	6 168			6 166	1 103
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 528			958	9 045
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	8 367			6 166	9 045
Traffico ferroviario - Frenatura		1 783		30 650	
Traffico ferroviario - Centrifuga			718		13 630
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		3 610
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 161		20 284
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		127
Vento a ponte scarico - Pila			58		311
Vento a ponte carico - Impalcato			630		11 008
Vento a ponte carico - Pulvino			9		101
Vento a ponte carico - Pila			46		248
Attrito - Permanente		59		771	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		194		2 548	
Sisma q=1 - Long 100%		14 750		186 078	
Sisma q=1 - Trasv 100%			16 179		252 597
Sisma q=1 - Vert 100%	13 080				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 850		136 825	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			11 955		186 504
Sisma q=1.36 - Vert 100%	13 080				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 840		124 056	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			10 860		169 370
Sisma q=1.5 - Vert 100%	13 080				
Pila - Peso proprio	6 080				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	23 822				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	18 572				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
Numero file pali	4	4		16
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	16.5	16.5	3.5	
Modulo minimo palificata (m)	60	60		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76 mq			
Spessore riempimento	4.4 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m ³			

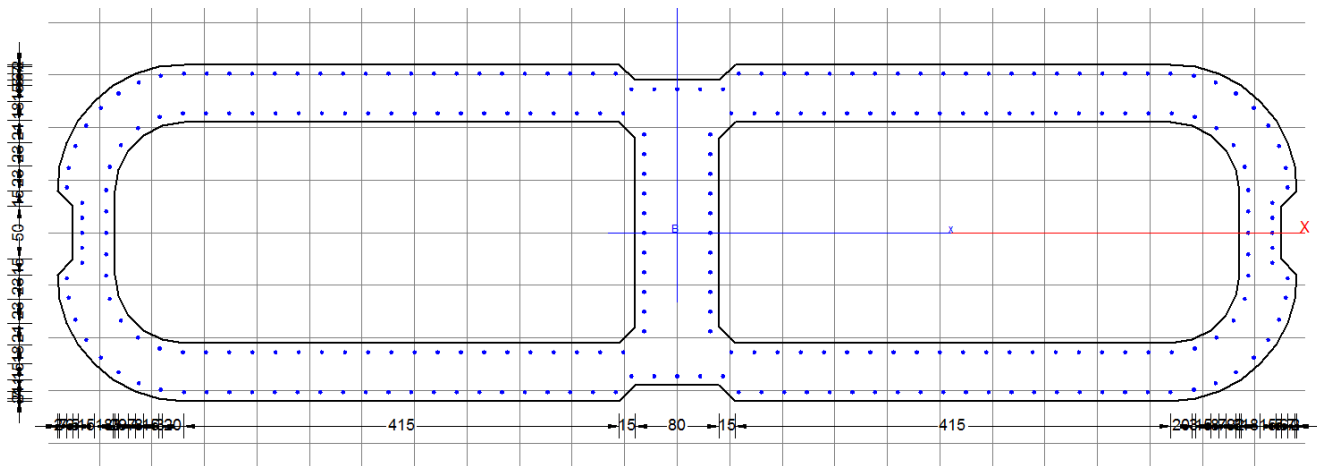
9.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

9.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati						wk	sc	ss	c.s(>1)
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	21 643	59	0	4 248	0	0.000	1.32	13.6	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	26 663	1 246	968	25 223	18 179	0.015	2.84	-7.6	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	25 344	1 246	968	27 866	17 821	0.034	2.93	-14.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	24 360	1 246	968	24 742	22 587	0.031	2.84	-13.1	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	21 643	59	1 231	4 248	20 724	0.000	1.76	6.8	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	30 010	1 145	1 339	23 880	25 754		3.09	-5.3	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	27 811	1 145	1 339	28 287	25 158		3.23	-14.7	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	26 171	1 145	1 339	23 079	33 101		3.09	-13.2	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	30 010	2 037	876	39 205	17 134		3.68	-33.8	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	27 811	2 037	876	43 612	16 538		3.72	-59.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	26 171	2 037	876	38 404	24 481		3.69	-50.6	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	21 643	59	1 231	4 248	20 724		1.76	6.8	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	42 488	1 655	1 963	34 543	37 684				4.72
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	39 299	1 655	1 963	40 932	36 820				3.95
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	36 921	1 655	1 963	33 381	48 336				4.57
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	42 488	2 947	1 290	56 764	25 185				2.99
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	39 299	2 947	1 290	63 154	24 321				2.63
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	36 921	2 947	1 290	55 602	35 837				2.90
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	30 355	80	1 846	6 077	31 085				13.85
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	33 775	1 634	1 963	32 715	37 684				4.71
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	30 586	1 634	1 963	39 104	36 820				3.88
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	28 208	1 634	1 963	31 553	48 336				4.52
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	33 775	2 927	1 290	54 936	25 185				2.90
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	30 586	2 927	1 290	61 325	24 321				2.54
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	28 208	2 927	1 290	53 774	35 837				2.81
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	21 643	59	1 846	4 248	31 085				14.31
SLVq1_PrevX_Zpos	27 240	15 156	5 040	197 559	81 037				-
SLVq1_PrevY_Zpos	27 240	4 831	16 365	67 304	257 855				-
SLVq1_PrevZpos	36 396	4 831	5 040	67 304	81 037				-
SLVq1_PrevX_Zneg	19 392	15 156	5 040	197 559	81 037				-
SLVq1_PrevY_Zneg	19 392	4 831	16 365	67 304	257 855				-
SLVq1_PrevZneg	10 236	4 831	5 040	67 304	81 037				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	27 240	11 256	3 773	148 306	61 209				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	27 240	3 661	12 141	52 528	191 762				-
SLVq1.36_PrevZpos	36 396	3 661	3 773	52 528	61 209				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	19 392	11 256	3 773	148 306	61 209				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	19 392	3 661	12 141	52 528	191 762				-
SLVq1.36_PrevZneg	10 236	3 661	3 773	52 528	61 209				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	27 240	10 246	3 444	135 537	56 069				1.12
SLVq1.50_PrevY_Zpos	27 240	3 358	11 046	48 698	174 628				2.16
SLVq1.50_PrevZpos	36 396	3 358	3 444	48 698	56 069				3.21
SLVq1.50_PrevX_Zneg	19 392	10 246	3 444	135 537	56 069				1.05
SLVq1.50_PrevY_Zneg	19 392	3 358	11 046	48 698	174 628				2.08
SLVq1.50_PrevZneg	10 236	3 358	3 444	48 698	56 069				2.62

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.32	13.6	
SLS_Rara_Fess	0.034	2.93	-14.7	
SLS_Rara		3.72	-59.4	
SLU_A1				2.54
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.05



 260 Ø 32

Af tot = 2091.04
(1.34 %)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 56 di 103

9.9 Verifica a taglio pila

La verifica viene condotta per le singole anime ripartendo il carico in base ai rapporti di rigidezza a taglio.

Anima	num	b	h	A	k=A/Atot
-	-	m	m	mq	-
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
centrale	1	0.8	2.9	2.32	0.54
somma				4.32	1

Pila		3	3
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	12.7	12.7
fattore di struttura	q	1.5	1.5
fattore di sovrarresistenza (eq 7.9.7)		1	1
fattore di sovrarresistenza filtrato (eq 7.9.7)	grd	1	1
taglio derivante dall'analisi (con q=1)	V	15 156	16 365
momento corrispondente alla base della pila (con q=1)	M	197 559	257 885
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	10 246	11 046
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	135 537	174 628
momento resistente alla base della pila	Mrd	142 314	780 587
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.05	4.47
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	15 156	16 365
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	10 758	49 376
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	10 758	16 365
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.82	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.24
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	10 758	16 365
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.24
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc

Taglio longitudinale - Setto centrale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γ_C= 1.50
fcm= 40 MPa
α_{cc}= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0,05}= 2.12 MPa
fctk_{0,95}= 3.93 MPa
α_{ct}= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f_{yk}= 450 MPa
γ_S= 1.15
f_{yd}= 391.3 MPa

Taglio

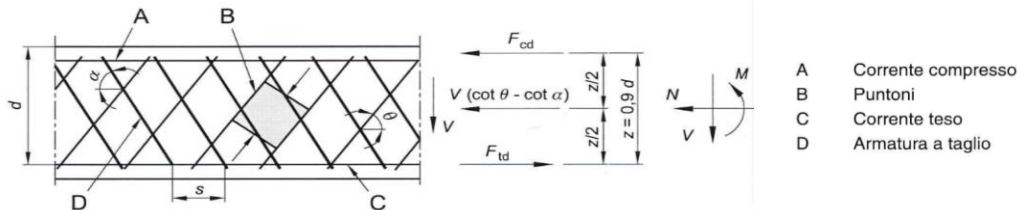
γ
Gk 0 x1.00= 0 kN
Pk 0 x1.00= 0 kN
Qk 0 x1.00= 0 kN
Aed 10 758 x0.54= 5809 kN
V_{Ed} = 5809 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

b_w = 0.800 m Larghezza (6.16)
h = 2.900 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.800 m Altezza utile
A_c = 2.32 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 14 mm Diametro staffa
n= 8.00 - Numero braccia
A_{sw}= 12.32 cm²
z= 2.52 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.77 % =A_{sw}/(s*b_w*sinα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/f_{yk}*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 2.10 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(b_w*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max}= 3.01 = A_{sw,max}*f_{yd}/(b_w*s)<=1/2*α_{cw}*v*fcd = 4.74

A_{sw}/s_{ins} = 61.58 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 6 072 kN =A_{sw}/s*z* f_{wd} *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =N_{sd}/A_c
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 9 563 kN =α_{cw}*b_w*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.00 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 5 809 kN

V_{Rd}= 6 072 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.96 <=1

Taglio longitudinale - Setto laterale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γC= 1.50
fcm= 40 MPa
αcc= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0,05}= 2.12 MPa
fctk_{0,95}= 3.93 MPa
αct= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

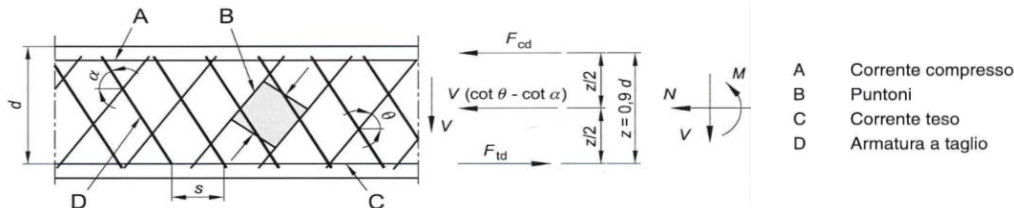
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	10 758	x0.23=	2474 kN
			V_{Ed} = 2474 kN

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.400 m Larghezza (6.16)
h = 2.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.400 m Altezza utile
Ac = 1.00 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φw= 14 mm Diametro staffa
n= 4.00 - Numero braccia
Asw= 6.16 cm²
z= 2.16 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw= 0.77 % =Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/fyk*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max= 3.01 = Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 30.79 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 2 602 kN =Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp= 0.00 =Nsd/Ac
αcw= 1.00
V_{Rd,max}= 4 099 kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.00 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed}= 2 474 kN

V_{Rd}= 2 602 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.95 <=1

Taglio trasversale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	32	MPa
γ_C =	1.50	
fcm=	40	MPa
α_{cc} =	0.85	
fcd=	18.13	MPa
fctm=	3.02	MPa
fctk _{0,05} =	2.12	MPa
fctk _{0,95} =	3.93	MPa
α_{ct} =	1.00	
fctd=	1.41	MPa

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γ_S =	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Taglio

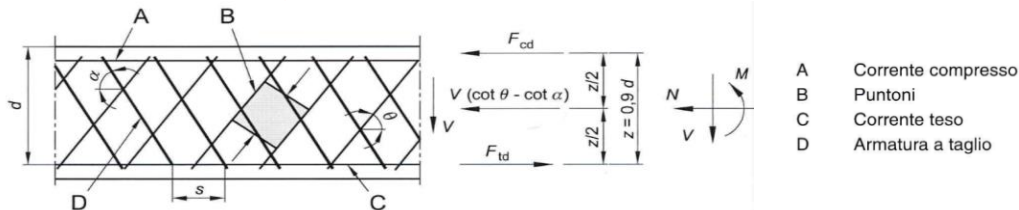
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	16 365	x0.50=	8183 kN
			V_{Ed} = 8183 kN

Nsd= **0** kN Sforzo normale

Geometria

bw =	0.550	m	Larghezza (6.16)
h =	11.100	m	Altezza totale
c =	0.100	m	Copriferro
d =	11.000	m	Altezza utile
Ac =	6.11	m ²	Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

ϕ_w =	14	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	3.08	cm ²	
z=	9.90	m	=0.9*d
sen α =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w =	0.28	%	=Asw/(s*bw*sen α)*100 >= 0.10% = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 8.25 m = 0.75*d*(1+cot α)
θ =	21.8	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd)) inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tan θ =	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot θ =	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	1.10	=	Asw,max*fyd/(bw*s) <= 1/2* α_{cw} *v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 15.39 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= **14 910** kN =Asw*s*z* fywd *cot θ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.523	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp} =	0.00	=Nsd/Ac
α_{cw} =	1.00	
V _{Rd,max} =	17 812	kN = α_{cw} *bw*z*v*fcd/(cot θ +tan θ)
γ_{Bd1} =	1.24	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = **8 183** kN

V_{Rd}= **12 024** kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/ γ_{Bd1}

c.s. = 0.68 <=1

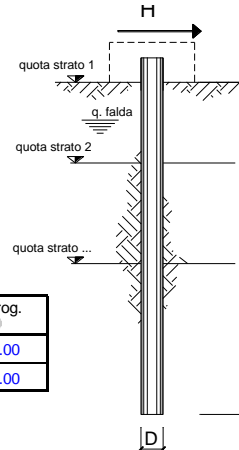
9.10 Carichi sui pali

Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	64 036	59	0	4 455	0	4 077	3 928	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	69 056	1 246	968	29 584	21 567	5 169	3 464	99
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	67 737	1 246	968	32 227	21 209	5 125	3 343	99
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	66 753	1 246	968	29 103	25 975	5 091	3 255	99
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	64 036	59	1 231	4 455	25 032	4 494	3 511	78
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	72 403	1 145	1 339	27 888	30 441	5 498	3 554	111
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	70 204	1 145	1 339	32 294	29 845	5 424	3 353	111
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	68 564	1 145	1 339	27 086	37 787	5 367	3 205	111
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	72 403	2 037	876	46 335	20 200	5 635	3 417	139
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	70 204	2 037	876	50 741	19 604	5 561	3 216	139
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	68 564	2 037	876	45 533	27 547	5 504	3 068	139
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	64 036	59	1 231	4 455	25 032	4 494	3 511	78
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	99 719	1 655	1 963	40 336	44 555	7 648	4 818	161
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	96 530	1 655	1 963	46 725	43 690	7 541	4 527	161
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	94 152	1 655	1 963	39 173	55 207	7 458	4 312	161
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	99 719	2 947	1 290	67 079	29 700	7 846	4 620	202
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	96 530	2 947	1 290	73 468	28 836	7 739	4 329	202
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	94 152	2 947	1 290	65 916	40 352	7 656	4 114	202
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	87 587	80	1 846	6 357	37 546	6 206	4 743	116
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	76 168	1 634	1 963	38 434	44 555	6 144	3 378	160
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	72 980	1 634	1 963	44 823	43 690	6 037	3 087	160
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	70 602	1 634	1 963	37 272	55 207	5 954	2 872	160
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	76 168	2 927	1 290	65 180	29 700	6 342	3 180	200
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	72 980	2 927	1 290	71 570	28 836	6 235	2 888	200
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	70 602	2 927	1 290	64 018	40 352	6 153	2 674	200
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	64 036	59	1 846	4 455	37 546	4 703	3 303	116
SLVq1_PrevX_Zpos	69 634	15 156	5 040	250 605	98 677	10 174	-1 469	999
SLVq1_PrevY_Zpos	69 634	4 831	16 365	84 213	315 132	11 008	-2 303	1 067
SLVq1_PrevZpos	78 790	4 831	5 040	84 213	98 677	7 973	1 877	437
SLVq1_PrevX_Zneg	61 786	15 156	5 040	250 605	98 677	9 683	-1 959	999
SLVq1_PrevY_Zneg	61 786	4 831	16 365	84 213	315 132	10 518	-2 794	1 067
SLVq1_PrevZneg	52 630	4 831	5 040	84 213	98 677	6 338	242	437
SLVq1.36_PrevX_Zpos	69 634	11 256	3 773	187 702	74 414	8 721	-16	742
SLVq1.36_PrevY_Zpos	69 634	3 661	12 141	65 342	234 255	9 346	-641	793
SLVq1.36_PrevZpos	78 790	3 661	3 773	65 342	74 414	7 254	2 596	329
SLVq1.36_PrevX_Zneg	61 786	11 256	3 773	187 702	74 414	8 231	-506	742
SLVq1.36_PrevY_Zneg	61 786	3 661	12 141	65 342	234 255	8 855	-1 131	793
SLVq1.36_PrevZneg	52 630	3 661	3 773	65 342	74 414	5 619	961	329
SLVq1.50_PrevX_Zpos	69 634	10 246	3 444	171 398	68 123	8 345	361	676
SLVq1.50_PrevY_Zpos	69 634	3 358	11 046	60 451	213 289	8 915	-210	722
SLVq1.50_PrevZpos	78 790	3 358	3 444	60 451	68 123	7 068	2 782	301
SLVq1.50_PrevX_Zneg	61 786	10 246	3 444	171 398	68 123	7 854	-130	676
SLVq1.50_PrevY_Zneg	61 786	3 358	11 046	60 451	213 289	8 424	-700	722
SLVq1.50_PrevZneg	52 630	3 358	3 444	60 451	68 123	5 433	1 147	301
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	4 077	3 928	4					
SLS_Rara_Fess	5 169	3 255	99					
SLS_Rara	5 635	3 068	139					
SLU_A1	7 846	2 674	202					
SLV - q=1	11 008	-2 794	1 067					
SLV - q=1.36	9 346	-1 131	793					
SLV - q=1.5	8 915	-700	722					

9.11 Verifica palo per forze orizzontali

9.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_w	γ_{cu}	γ_T
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	10	32.5	3.32		32.5	3.32	
□ strato 2						1.00			1.00	
□ strato 3						1.00			1.00	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda ▲ 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 41.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 9 969.00 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

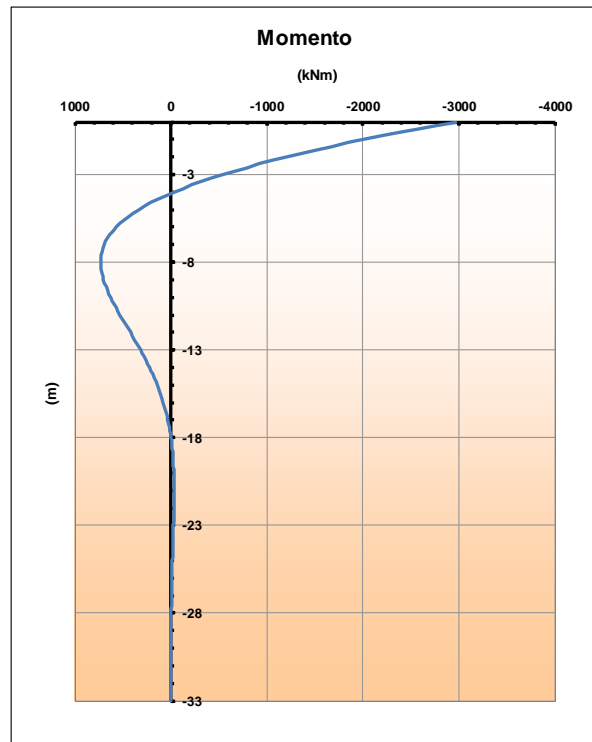
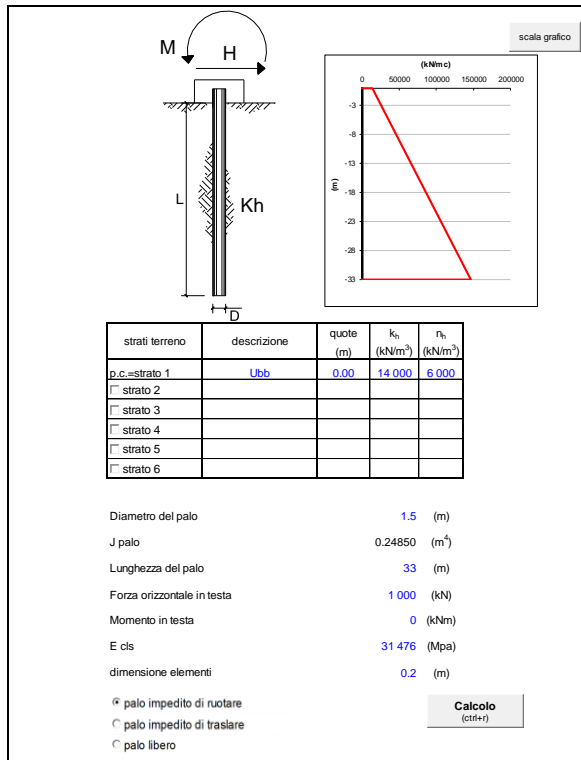
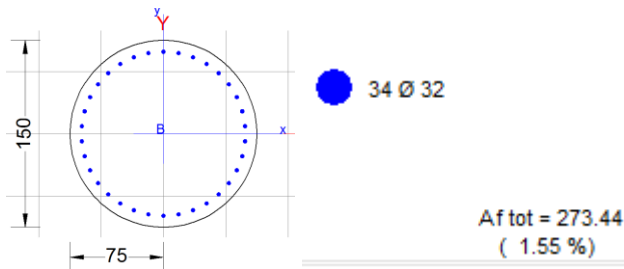
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	4 055 (kN)		4 055 (kN)	
Palo intermedio	32 987 (kN)		32 987 (kN)	
Palo corto	125 663 (kN)		125 663 (kN)	
	H_{med} 4 055 (kN)	Palo lungo	H_{min} 4 055 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{niv}/\xi_4)$		2 458 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$		1 512 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 508 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 508 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.00 (-)	

9.11.2 Resistenza strutturale

Verifica strutturale palo	Np	Hp max kN	Hp max/k kN	Mp max kNm	Mrd kNm	wk mm	sc MPa	ss MPa	c.s.(>1)
SLS_qp	0	4	5	15		0.003	0.05	-1.4	-
SLS_Rara_Fess	0	99	124	366		0.062	1.25	-34.4	
SLS_Rara	0	139	174	514			1.75	-48.4	
SLU_A1	0	202	253	747	6 063				8.12
SLV - q=1	0	1 067	1 334	3 948	6 063				1.54
SLV - q=1.36	0	793	991	2 934	6 063				2.07
SLV - q=1.5	0	722	903	2 671	6 063				2.27
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha = M_p / H_p$	2.96						
Coefficiente di gruppo		k	0.8						
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)		Hp max / k							
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)		Mp max = (Hp max / k) * α							



9.11.3 Taglio strutturale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	35	MPa
γC=	1.50	
fcm=	43	MPa
αcc=	0.85	
fcd=	19.83	MPa
fctm=	3.21	MPa
fctk _{0,05} =	2.25	MPa
fctk _{0,95} =	4.17	MPa
αct=	1.00	
fctd=	1.50	MPa

NTC08 - 7.9.5.2.2
In assenza di calcoli più accurati, per sezioni circolari di calcestruzzo di raggio r in cui l'armatura sia distribuita su una circonferenza di raggio r_s, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio può essere calcolata come

$$d = r + \frac{2r_s}{\pi}$$

Taglio

Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	1 334	x1.00=	1334 kN
V_{Ed} = 1334 kN			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

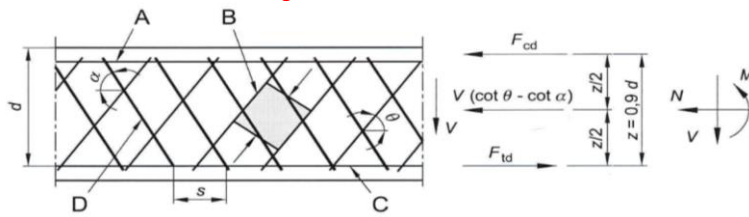
Geometria

bw = d =	1.172	m	Larghezza (6.16)
h =	1.172	m	Altezza totale
c =	0.087	m	Copriferro
d =	1.172	m	Altezza utile
Ac =	1.37	m ²	Area
r =	0.750	m	Raggio palo
rs = r - c =	0.663	m	Raggio armatura verticale

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γS=	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Elementi CA e CAP armati a taglio



- A Corrente compresso
- B Puntoni
- C Corrente teso
- D Armatura a taglio

Resistenza lato acciaio (staffe)

φw=	14	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	3.08	cm ²	
z=	1.05	m	=0.9*d
senα=	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw=	0.15	%	=Asw/(s*bw*sinα)*100 >= 0.11 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.175	m	=passo staffe <= 0.88 m = 0.75*d*(1+cotα)
θ=	21.8	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tanθ=	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ=	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max=	0.59	=	Asw,max*fyd/(bw*s) <= 1/2*αcw*v*fcd = 5.12

Asw/s,ins = 17.59 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = **1 816** kN =Asw*s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.516	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp =	0.00	=Nsd/Ac
αcw=	1.00	
V _{Rd,max} =	4 363	kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ _{Bd1}	1.25	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = **1 334** kN

V_{Rd} = **1 452** kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.92 <=1

9.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma													
peso specifico	kN/m ³	25	18														
spessore	m	3.5	4.4														
peso a mq	kN/mq	87.5	79.2	166.7													
sbalzo plinto e riemp	m	6.65	6.65														
peso totale a m/l	kN/m	582	527	1109													
momento nella sezione di verifica	kNm/m	1935	1751	3686													
Larghezza di influenza per pali	m	2.95	=	Tpila/n°pali dir T													
		Fila 1		Fila 2		Fila 3		Effetto pali		Effetto pali a m/l		p.p.plinto+rinterro		Soll. di progetto			
		N	braccio	N	braccio	N	braccio	T	M	T	M	T	M	T	M		
		kN	m	kN	m	kN	m	kN	kNm	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m		
SLS_qp	kN	4 077	5.15	0		0		4 077	20 997	1 382	7 117	-1109	-3686	273	3 432		
SLS_Rara_Fess	kN	5 169	5.15	0		0		5 169	26 620	1 752	9 024	-1109	-3686	644	5 338		
SLS_Rara	kN	5 635	5.15	0		0		5 635	29 020	1 910	9 837	-1109	-3686	802	6 151		
SLU_A1	kN	7 846	5.15	0		0		7 846	40 407	2 660	13 697	-1109	-3686	1 551	10 011		
SLV - q=1	kN	11 008	5.15	0		0		11 008	56 691	3 732	19 217	-1109	-3686	2 623	15 531		
SLV - q=1.36	kN	9 346	5.15	0		0		9 346	48 132	3 168	16 316	-1109	-3686	2 060	12 630		
SLV - q=1.5	kN	8 915	5.15	0		0		8 915	45 912	3 022	15 563	-1109	-3686	1 913	11 878		
		Soll. di progetto		Verifica													
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)									
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-									
SLS_qp		273	3 432		0	0.00	0										
SLS_Rara_Fess		644	5 338		0	0.00	0										
SLS_Rara		802	6 151			0	0										
SLU_A1		1 551	10 011	0				0.00									
SLV - q=1		2 623	15 531	0				0.00									
SLV - q=1.36		2 060	12 630	0				0.00									
SLV - q=1.5		1 913	11 878	0				0.00									

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 2. Il plinto viene armato allo stesso modo.

10 CALCOLO E VERIFICA PILA 4

10.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

10.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mg)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	9.29	15.67	3 639
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					5 527

Geometria

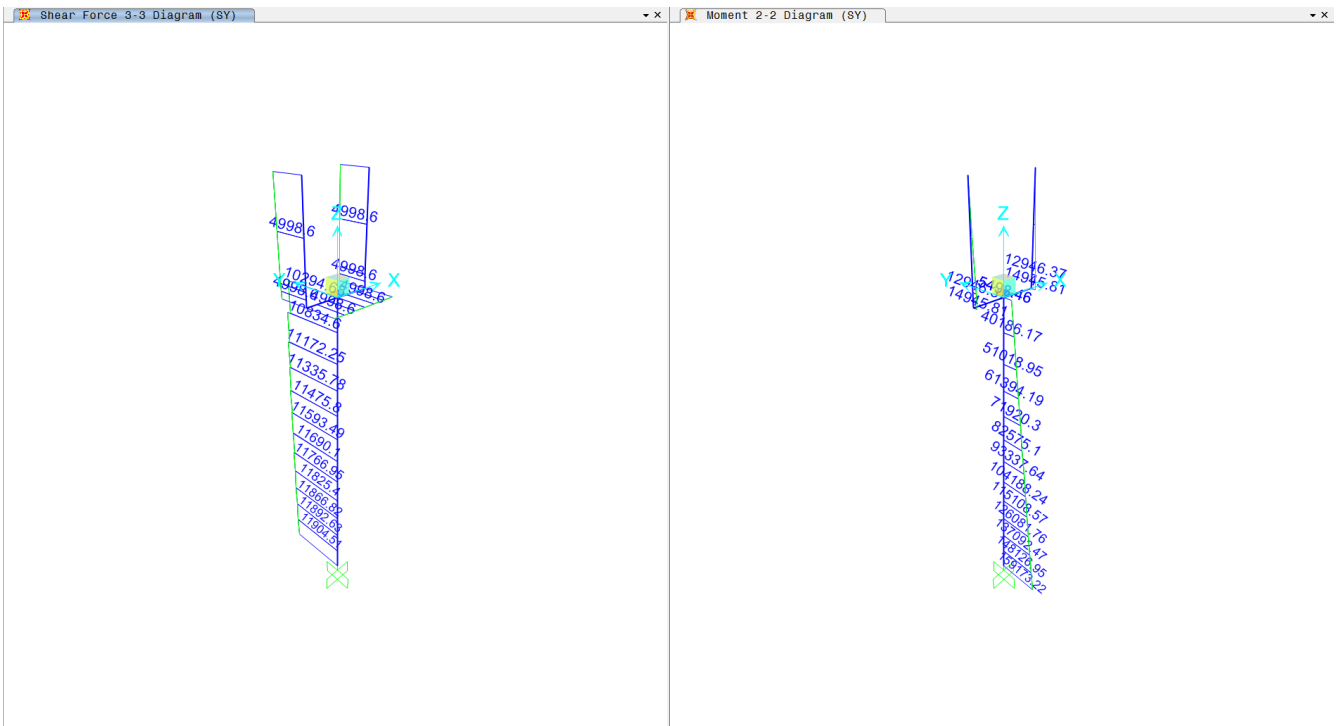
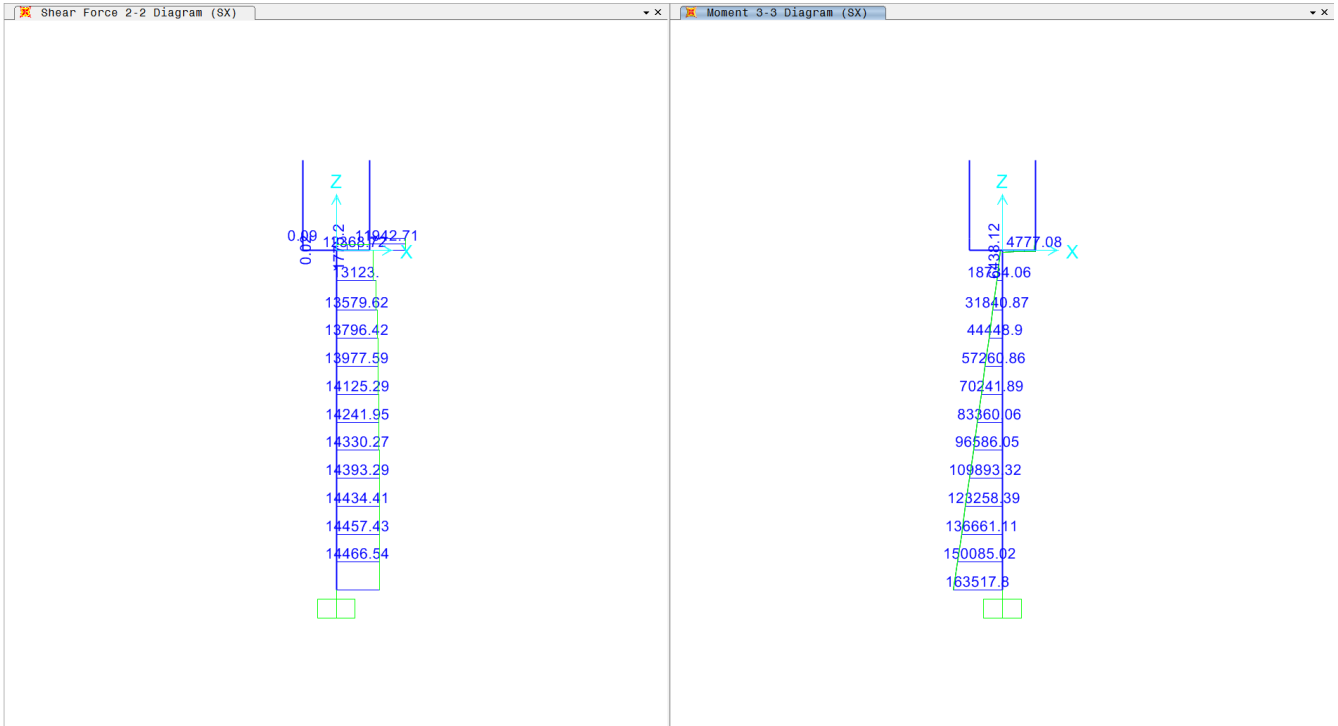
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	11.29 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.29 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	3.79 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	2.99 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	15.08 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	17.58 m

Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		25	25	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1.1	1.1	m
Luce in asse appoggi		22.8	22.8	m
Pesi propri	G1	258.1	258.1	kN/ml
Permanenti portati	G2	202.3	202.3	kN/ml
Permanenti	G	460.4	460.4	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	46	46	kN/ml
Massa sismica	M	506.4	506.4	kN/ml
Pesi propri	G1	3 226	3 226	6 453 kN
Permanenti portati	G2	2 529	2 529	5 058 kN
Permanenti	G	5 755	5 755	11 510 kN
Massa sismica	M	6 330	6 330	12 660 kN

10.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	11.69	14.28	14.28 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		1.33E+06	5.92E+06	3.66E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	12 660	12 660	12 660 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 316	3 316	3 316 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	15 976	15 976	15 976 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 532	2 532	2 532 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 316	3 316	3 316 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.22	0.10	0.04 sec	0.23	0.12	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.904	0.697	0.615 g			
	1.36	0.665	0.550	0.615 g			
	1.5	0.603	0.512	0.615 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	14 446	11 143	9 823 kN	14 466	11 904	9 443 kN
	1.36	10 622	8 793	9 823 kN	10 641	9 246	9 443 kN
	1.5	9 630	8 184	9 823 kN	9 650	8 557	9 443 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	168 870	159 119	kNm	163 518	159 173	kNm
	1.36	124 169	125 561	kNm	120 235	123 550	kNm
	1.5	112 580	116 860	kNm	109 014	114 314	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	1.07	0.96 -	1.00	1.07	0.96 -
		1.00	1.05	0.96 -	1.00	1.05	0.96 -
		1.00	1.05	0.96 -	1.00	1.05	0.96 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	1.00	-	0.97	1.00	-
		0.97	0.98	-	0.97	0.98	-
		0.97	0.98	-	0.97	0.98	-



10.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		N	ML	MT
	2			
Condizione	N max	5 762	354	824
Condizione	ML max	3 553	3 920	548
Condizione	MT max	3 030	-446	6 045
Condizione	Inviluppo	5 762	3 920	6 045

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 559	3 559
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8	22.8
Coefficiente dinamico	Φ_3	1.202	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	4 278	4 278

Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	5 755	5 755 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q_1 \cdot \Phi$	4 278	4 278 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

	0.03	
Attrito permanente	$\max G \cdot 0.2 \cdot \Phi$	35 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q \cdot \Phi$	128 kN

Frenatura

luce campata carica	L	25 m
a livello binario	HL	1 783 kN
a quota testa pila	ML	6 758 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	796 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 300 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		25 m
Reazione del singolo treno	Qv	

Sulla pila

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.82	0.127	2 485	316
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	2 733	262
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	2 733	262
LM71 (caso utilizzato)						316
SW2	100	1	1.00	0.061	3 030	184
Valore utilizzato						499

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.82	0.127	1 535	195
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$; caso a	160	1	0.82	0.127	1 535	195
LM71 $v > 120$; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 $v \leq 120$; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

10.5 Vento

Azione del vento - generale - NTC08 e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	as	25	25 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	$v_{b,0}$	28	25 m/s
Parametri	a_0	500	500 m
Parametri	k_a	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento ($T_r=50$ anni)	$v_b=v_{b0}+k_a*(a_s-a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T_R	75	75 anni
	α_r	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v_b	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	$q_b=0.5*\rho*v_b^2$	0.51	0.41 kN/m ²
Classe di rugosità del terreno		D	D
Distanza dalla costa		< 10 km	
Altitudine sul livello del mare		< 500 m	< 500 m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k_r	0.19	0.19
parametri	z_0	0.05	0.05 m
parametri	z_{min}	4	4 m
parametri	z_{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1	1
coefficiente di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	7.83	7.83 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.75	1.75 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.91	1.91 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.91	1.91 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	11.83	7.83 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	28.64	15.11 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.42	1.93 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	28.64	15.11 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	28.64	28.64	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f*L/2$	358	358	716 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT*(dtot/2+h2)$	1 580	1 580	3 161 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	15.11	15.11	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f*L/2$	189	189	378 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT*(dtot/2+h2)$	834	834	1 668 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	11.29	11.29 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.43	2.43 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.43	2.43 -

Pulvino

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.43	2.43 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.27	4.20 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.65	1.31 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.27	4.20 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	10.5	8.4 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.43	2.43 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	5.27	4.20 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.65	1.31 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.27	4.20 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	9.29	9.29 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	49.0	39.1 kN

10.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesi propri	6 453			0	
Impalcato - Permamenti portati	5 058			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	5 762			354	824
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 553			3 920	548
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	3 030			446	6 045
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	5 762			3 920	6 045
Traffico ferroviario - Frenatura		1 783		26 888	
Traffico ferroviario - Centrifuga			499		8 426
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		3 167
Vento a ponte scarico - Impalcato			716		11 244
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		109
Vento a ponte scarico - Pila			49		228
Vento a ponte carico - Impalcato			378		5 933
Vento a ponte carico - Pulvino			8		87
Vento a ponte carico - Pila			39		181
Attrito - Permanente		35		404	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		128		1 500	
Sisma q=1 - Long 100%		14 466		163 518	
Sisma q=1 - Trasv 100%			11 904		159 173
Sisma q=1 - Vert 100%	9 443				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 641		120 235	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			9 246		123 550
Sisma q=1.36 - Vert 100%	9 443				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 650		109 014	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			8 557		114 314
Sisma q=1.5 - Vert 100%	9 443				
Pila - Peso proprio	5 527				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	12 375				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	5 769				

Dati plinto e riempimento				
	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
Numero file pali	3	4		12
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	12	16.5	2.5	
Modulo minimo palificata (m)	36	45		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76	mq		
Spessore riempimento	2	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m3		

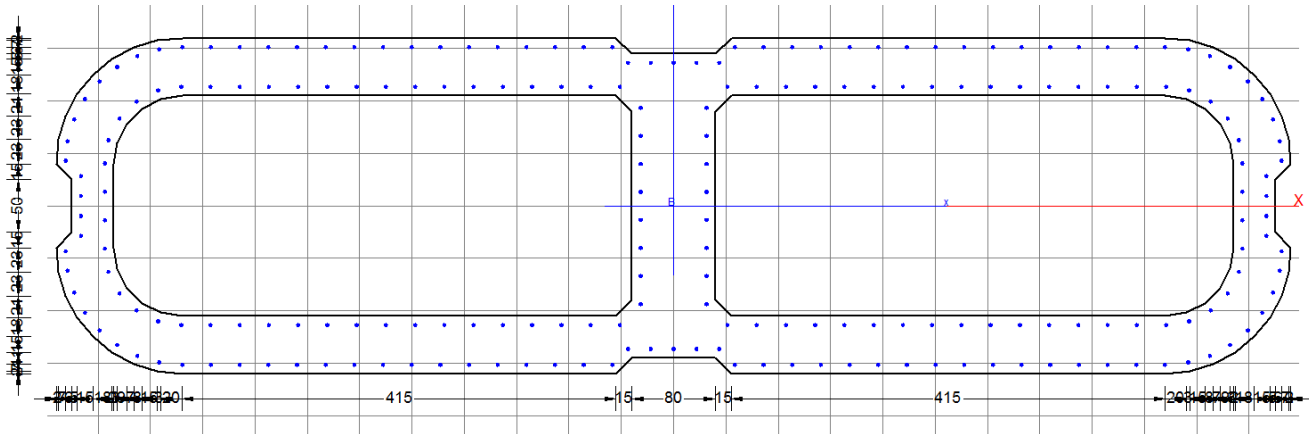
10.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

10.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati						wk	sc	ss	c.s.(>1)
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	17 038	35	0	404	0	0.000	0.95	13.6	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	20 495	1 182	681	17 650	11 171	0.004	2.08	-2.6	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	19 170	1 182	681	19 789	11 006	0.016	2.14	-7.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	18 856	1 182	681	17 704	14 304	0.013	2.09	-6.1	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	17 038	35	776	404	11 581	0.000	1.22	9.3	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	22 800	1 055	965	15 703	16 138		2.23	-0.3	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	20 591	1 055	965	19 268	15 862		2.29	-6.7	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	20 068	1 055	965	15 794	21 359		2.22	-5.3	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	22 800	1 946	610	29 146	10 342		2.76	-24.1	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	20 591	1 946	610	32 712	10 066		2.77	-50.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	20 068	1 946	610	29 238	15 562		2.80	-40.2	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	17 038	35	776	404	11 581		1.22	9.3	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	32 114	1 526	1 412	22 728	23 586				6.01
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	28 911	1 526	1 412	27 899	23 186				4.82
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	28 153	1 526	1 412	22 861	31 156				5.64
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	32 114	2 819	897	42 222	15 181				3.33
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	28 911	2 819	897	47 392	14 781				2.89
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	28 153	2 819	897	42 355	22 751				3.18
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	23 760	47	1 164	545	17 371				25.37
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	25 393	1 514	1 412	22 587	23 586				5.71
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	22 190	1 514	1 412	27 757	23 186				4.54
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	21 431	1 514	1 412	22 720	31 156				5.34
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	25 393	2 806	897	42 081	15 181				3.14
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	22 190	2 806	897	47 251	14 781				2.72
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	21 431	2 806	897	42 213	22 751				3.01
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	17 038	35	1 164	404	17 371				24.13
SLVq1_PrevX_Zpos	21 023	14 853	3 714	170 032	51 280				-
SLVq1_PrevY_Zpos	21 023	4 727	12 046	55 569	162 701				-
SLVq1_PrevZpos	27 633	4 727	3 714	55 569	51 280				-
SLVq1_PrevX_Zneg	15 357	14 853	3 714	170 032	51 280				-
SLVq1_PrevY_Zneg	15 357	4 727	12 046	55 569	162 701				-
SLVq1_PrevZneg	8 747	4 727	3 714	55 569	51 280				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	21 023	11 028	2 916	126 749	40 593				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	21 023	3 580	9 388	42 584	127 078				-
SLVq1.36_PrevZpos	27 633	3 580	2 916	42 584	40 593				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	15 357	11 028	2 916	126 749	40 593				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	15 357	3 580	9 388	42 584	127 078				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 747	3 580	2 916	42 584	40 593				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	21 023	10 037	2 709	115 528	37 822				1.10
SLVq1.50_PrevY_Zpos	21 023	3 282	8 699	39 218	117 842				2.61
SLVq1.50_PrevZpos	27 633	3 282	2 709	39 218	37 822				3.35
SLVq1.50_PrevX_Zneg	15 357	10 037	2 709	115 528	37 822				1.04
SLVq1.50_PrevY_Zneg	15 357	3 282	8 699	39 218	117 842				2.48
SLVq1.50_PrevZneg	8 747	3 282	2 709	39 218	37 822				2.78

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	0.95	13.6	
SLS_Rara_Fess	0.016	2.14	-7.4	
SLS_Rara		2.80	-50.4	
SLU_A1				2.72
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.04



● 218 Ø 32

Af tot = 1753.26
(1.12 %)

10.9 Verifica a taglio pila

La verifica viene condotta per le singole anime ripartendo il carico in base ai rapporti di rigidezza a taglio.

Anima	num	b	h	A	k=A/Atot
-	-	m	m	mq	-
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
centrale	1	0.8	2.9	2.32	0.54
somma				4.32	1

Pila		4	4
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	11.29	11.29
fattore di struttura	q	1.5	1.5
fattore di sovrarresistenza (eq 7.9.7)		1	1
fattore di sovrarresistenza filtrato (eq 7.9.7)	grd	1	1
taglio derivante dall'analisi (con q=1)	V	14 853	12 046
momento corrispondente alla base della pila (con q=1)	M	170 032	162 701
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	10 037	8 699
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	115 528	117 842
momento resistente alla base della pila	Mrd	120 149	292 248
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.04	2.48
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	14 853	12 046
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	10 438	21 574
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	10 438	12 046
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.81	1.17
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.17
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	10 438	12 046
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.17
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 3. Per la verifica quindi si rimanda a quella della pila 3.

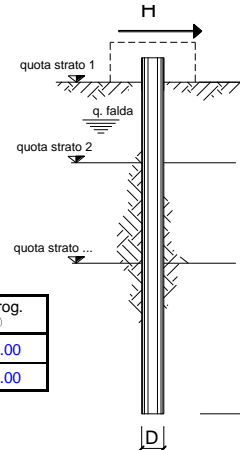
10.10 Carichi sui pali

Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	35 181	35	0	492	0	2 946	2 919	3
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	38 639	1 182	681	20 605	12 874	4 079	2 362	114
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	37 313	1 182	681	22 744	12 708	4 024	2 196	114
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	36 999	1 182	681	20 659	16 006	4 013	2 154	114
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	35 181	35	776	492	13 521	3 246	2 618	65
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	40 943	1 055	965	18 340	18 550	4 334	2 491	120
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	38 734	1 055	965	21 906	18 275	4 243	2 214	120
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	38 211	1 055	965	18 432	23 771	4 225	2 145	120
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	40 943	1 946	610	34 011	11 867	4 621	2 204	170
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	38 734	1 946	610	37 577	11 591	4 530	1 927	170
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	38 211	1 946	610	34 103	17 087	4 512	1 858	170
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	35 181	35	776	492	13 521	3 246	2 618	65
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	56 608	1 526	1 412	26 543	27 116	6 058	3 378	174
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	53 405	1 526	1 412	31 714	26 716	5 926	2 976	174
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	52 647	1 526	1 412	26 676	34 686	5 900	2 876	174
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	56 608	2 819	897	49 269	17 424	6 474	2 962	247
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	53 405	2 819	897	54 440	17 024	6 341	2 560	247
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	52 647	2 819	897	49 402	24 993	6 315	2 460	247
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	48 253	47	1 164	663	20 281	4 491	3 552	98
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	43 536	1 514	1 412	26 372	27 116	4 964	2 293	173
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	40 333	1 514	1 412	31 542	26 716	4 831	1 892	173
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	39 575	1 514	1 412	26 505	34 686	4 805	1 791	173
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	43 536	2 806	897	49 096	17 424	5 379	1 878	246
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	40 333	2 806	897	54 266	17 024	5 247	1 476	246
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	39 575	2 806	897	49 228	24 993	5 221	1 376	246
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	35 181	35	1 164	492	20 281	3 397	2 468	98
SLVq1_PrevX_Zpos	39 167	14 853	3 714	207 164	60 565	10 365	-3 836	1 276
SLVq1_PrevY_Zpos	39 167	4 727	12 046	67 387	192 816	9 421	-2 892	1 079
SLVq1_PrevZpos	45 777	4 727	3 714	67 387	60 565	7 033	597	501
SLVq1_PrevX_Zneg	33 501	14 853	3 714	207 164	60 565	9 893	-4 308	1 276
SLVq1_PrevY_Zneg	33 501	4 727	12 046	67 387	192 816	8 949	-3 364	1 079
SLVq1_PrevZneg	26 891	4 727	3 714	67 387	60 565	5 459	-976	501
SLVq1.36_PrevX_Zpos	39 167	11 028	2 916	154 319	47 883	8 615	-2 086	951
SLVq1.36_PrevY_Zpos	39 167	3 580	9 388	51 534	150 548	8 041	-1 513	838
SLVq1.36_PrevZpos	45 777	3 580	2 916	51 534	47 883	6 311	1 320	385
SLVq1.36_PrevX_Zneg	33 501	11 028	2 916	154 319	47 883	8 143	-2 558	951
SLVq1.36_PrevY_Zneg	33 501	3 580	9 388	51 534	150 548	7 569	-1 985	838
SLVq1.36_PrevZneg	26 891	3 580	2 916	51 534	47 883	4 737	-254	385
SLVq1.50_PrevX_Zpos	39 167	10 037	2 709	140 620	44 595	8 162	-1 633	867
SLVq1.50_PrevY_Zpos	39 167	3 282	8 699	47 423	139 590	7 684	-1 155	775
SLVq1.50_PrevZpos	45 777	3 282	2 709	47 423	44 595	6 124	1 507	355
SLVq1.50_PrevX_Zneg	33 501	10 037	2 709	140 620	44 595	7 689	-2 105	867
SLVq1.50_PrevY_Zneg	33 501	3 282	8 699	47 423	139 590	7 212	-1 627	775
SLVq1.50_PrevZneg	26 891	3 282	2 709	47 423	44 595	4 550	-67	355
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	2 946	2 919	3					
SLS_Rara_Fess	4 079	2 154	114					
SLS_Rara	4 621	1 858	170					
SLU_A1	6 474	1 376	247					
SLV - q=1	10 365	-4 308	1 276					
SLV - q=1.36	8 615	-2 558	951					
SLV - q=1.5	8 162	-2 105	867					

10.11 Verifica palo per forze orizzontali

10.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_τ
S.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	19.5	9.5	34	3.54		34	3.54	
□ strato 2						1.00			1.00	
□ strato 3						1.00			1.00	
□ strato 4						1.00			1.00	
□ strato 5						1.00			1.00	
□ strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **100** (m)
 Diametro del palo D **1.50** (m)
 Lunghezza del palo L **25.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **7 919.00** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

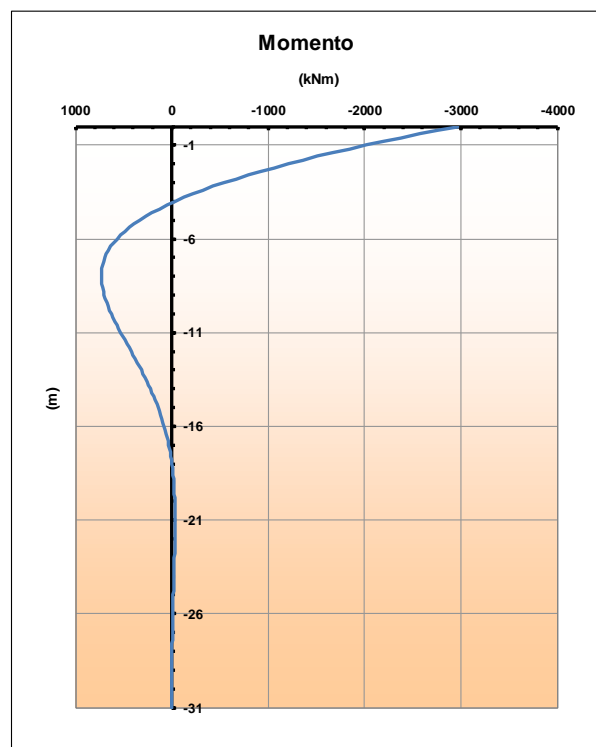
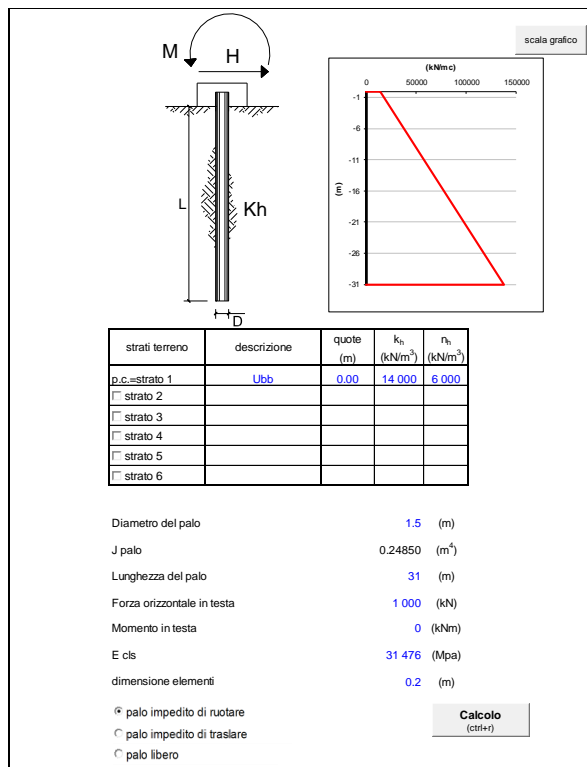
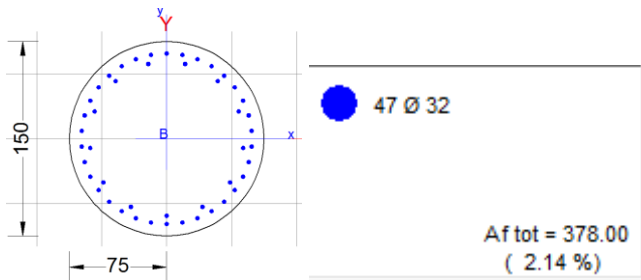
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3 491 (kN)		3 491 (kN)	
Palo intermedio	12 658 (kN)		12 658 (kN)	
Palo corto	47 254 (kN)		47 254 (kN)	
	H_{med} 3 491 (kN)	Palo lungo	H_{min} 3 491 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		2 116 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_\tau) \cdot k$		1 302 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 276 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 276 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.02 (-)	

10.11.2 Resistenza strutturale

Verifica strutturale palo	Np	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)
		kN	kN	kNm	kNm	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0	3	4	11		0.001	0.03	-0.8	
SLS_Rara_Fess	0	114	143	422		0.046	1.23	-30.5	
SLS_Rara	0	170	213	629			1.84	-45.5	
SLU_A1	0	247	309	914	7 919				8.66
SLV - q=1	0	1 276	1 595	4 721	7 919				1.68
SLV - q=1.36	0	951	1 189	3 519	7 919				2.25
SLV - q=1.5	0	867	1 084	3 208	7 919				2.47
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha=Mp/Hp$	2.96						
Coefficiente di gruppo		k	0.8						
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)		Hp max / k							
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)		$Mp \text{ max} = (Hp \text{ max} / k) * \alpha$							



10.11.3 Taglio strutturale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	35	MPa
γC=	1.50	
fcm=	43	MPa
αcc=	0.85	
fcd=	19.83	MPa
fctm=	3.21	MPa
fctk _{0,05} =	2.25	MPa
fctk _{0,95} =	4.17	MPa
αct=	1.00	
fctd=	1.50	MPa

NTC08 - 7.9.5.2.2
In assenza di calcoli più accurati, per sezioni circolari di calcestruzzo di raggio r in cui l'armatura sia distribuita su una circonferenza di raggio r_s, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio può essere calcolata come

$$d = r + \frac{2r_s}{\pi}$$

Taglio

Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	1 595	x1.00=	1595 kN
V_{Ed} = 1595 kN			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

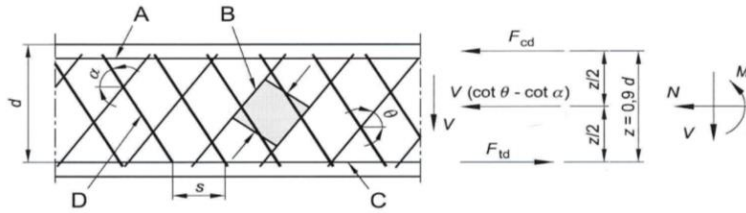
Geometria

bw = d =	1.172	m	Larghezza (6.16)
h=	1.172	m	Altezza totale
c=	0.087	m	Copriferro
d =	1.172	m	Altezza utile
Ac=	1.37	mq	Area
r =	0.750	m	Raggio palo
rs = r-c =	0.663	m	Raggio armatura verticale

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γS=	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Elementi CA e CAP armati a taglio



- A Corrente compresso
- B Puntoni
- C Corrente teso
- D Armatura a taglio

Resistenza lato acciaio (staffe)

φw=	16	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	4.02	cm ²	
z=	1.05	m	=0.9*d
senα=	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw=	0.17	%	=Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.11 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 0.88 m = 0.75*d*(1+cotα)
θ=	21.8	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tanθ=	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ=	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max=	0.67	=	A _{sw,max} *fyd/(bw*s)<=1/2*α _{cw} *v*fcd = 5.12

Asw/s,ins = 20.11 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= **2 075** kN =Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.516	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ _{cp} =	0.00	=Nsd/Ac
α _{cw} =	1.00	
V _{Rd,max} =	4 363	kN =α _{cw} *bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ _{Bd1}	1.25	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

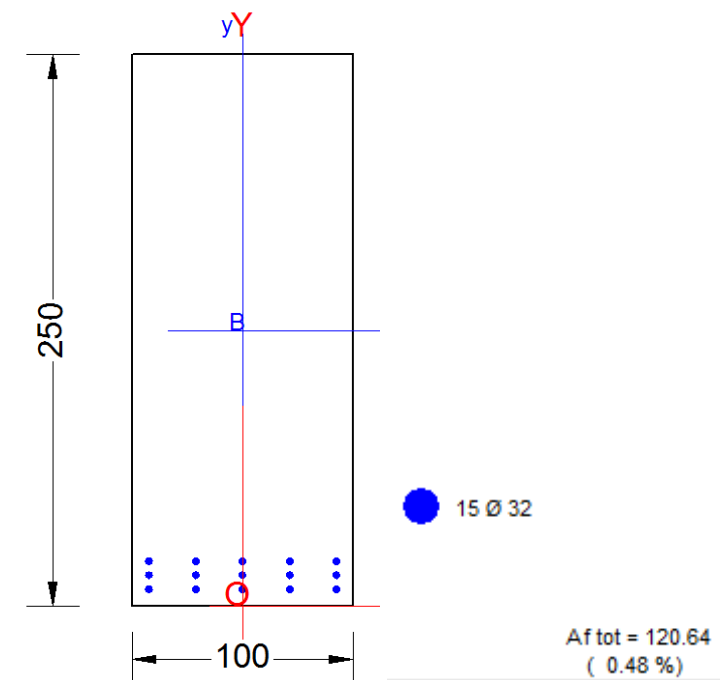
V_{Ed} = **1 595** kN

V_{Rd}= **1 660** kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.96 <=1

10.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma														
peso specifico	kN/m ³	25	18															
spessore	m	2.5	2															
peso a mq	kN/mq	62.5	36	98.5														
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4															
peso totale a m/l	kN/m	275	158	433														
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	348	953														
Larghezza di influenza per pali	m	2.95	=	TPila/n°pali dir T														
		Fila 1		Fila 2		Fila 3		Effetto pali		Effetto pali a m/l		p.p.plinto+rinterro		Soll. di progetto				
		N	braccio	N	braccio	N	braccio	T	M	T	M	T	M	T	M			
		kN	m	kN	m	kN	m	kN	kNm	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m			
SLS_qp	kN	2946	2.9	0		0		2946	8543	999	2896	-433	-953	565	1943			
SLS_Rara_Fess	kN	4079	2.9	0		0		4079	11829	1383	4010	-433	-953	949	3056			
SLS_Rara	kN	4621	2.9	0		0		4621	13401	1566	4543	-433	-953	1133	3589			
SLU_A1	kN	6474	2.9	0		0		6474	18775	2195	6364	-433	-953	1761	5411			
SLV - q=1	kN	10365	2.9	0		0		10365	30059	3514	10189	-433	-953	3080	9236			
SLV - q=1.36	kN	8615	2.9	0		0		8615	24984	2920	8469	-433	-953	2487	7516			
SLV - q=1.5	kN	8162	2.9	0		0		8162	23670	2767	8024	-433	-953	2333	7070			
		Soll. di progetto		Verifica														
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)										
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-										
SLS_qp		565	1943		0.116	2.42	-80											
SLS_Rara_Fess		949	3056		0.183	3.81	-125											
SLS_Rara		1133	3589			4.48	-147											
SLU_A1		1761	5411	10563				1.95										
SLV - q=1		3080	9236	10563				1.14										
SLV - q=1.36		2487	7516	10563				1.41										
SLV - q=1.5		2333	7070	10563				1.49										



Si fornisce un quantitativo di armatura a taglio, da realizzare con spille o considerando i cavallotti.

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 35 MPa
γ_C= 1.50
f_{cm}= 43 MPa
α_{cc}= 0.85
f_{cd}= 19.83 MPa

f_{ctm}= 3.21 MPa
f_{ctk_{0.05}}= 2.25 MPa
f_{ctk_{0.95}}= 4.17 MPa
α_{ct}= 1.00
f_{ctd}= 1.50 MPa

Acciaio c.a.

f_{yk}= 450 MPa
γ_S= 1.15
f_{yd}= 391.3 MPa

Taglio

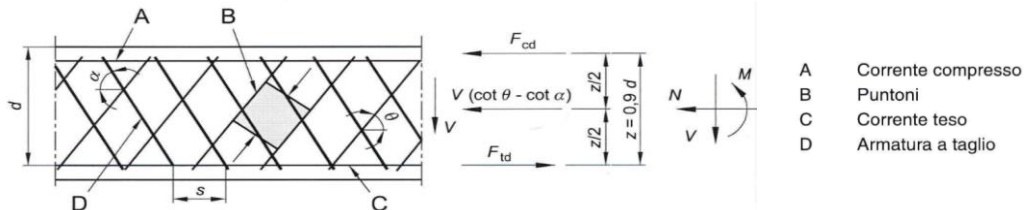
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	3 080	x1.00=	3080 kN
			V_{Ed} = 3080 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 1.000 m Larghezza (6.16)
h = 2.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.400 m Altezza utile
Ac = 2.50 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 20 mm Diametro staffa
n= 2.00 - Numero braccia
A_{sw}= 6.28 cm²
z= 2.16 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.18 % =A_{sw}/(s*bw*senα)*100
s= 0.34 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(bw*s*acw*n*f_{cd}))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 0.40 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 2.50 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max}= 0.72 = A_{sw,max}*f_{yd}/(bw*s)<=1/2*α_{cw}*v*f_{cd} = 5.12

A_{sw}/s,ins = 18.48 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 3 905 kN =A_{sw}/s*z*f_{ywd}*cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.516 =0.6*(1-f_{ck}/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =N_{sd}/Ac
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 7 622 kN =α_{cw}*bw*z*v*f_{cd}/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.25 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed}= 3 080 kN

V_{Rd}= 3 124 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.99 <=1

11 CALCOLO E VERIFICA PILA 1

11.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

11.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mg)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	4.09	15.67	1 602
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					3 490

Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	6.09 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.29 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	3.79 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	2.99 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	9.88 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	12.38 m

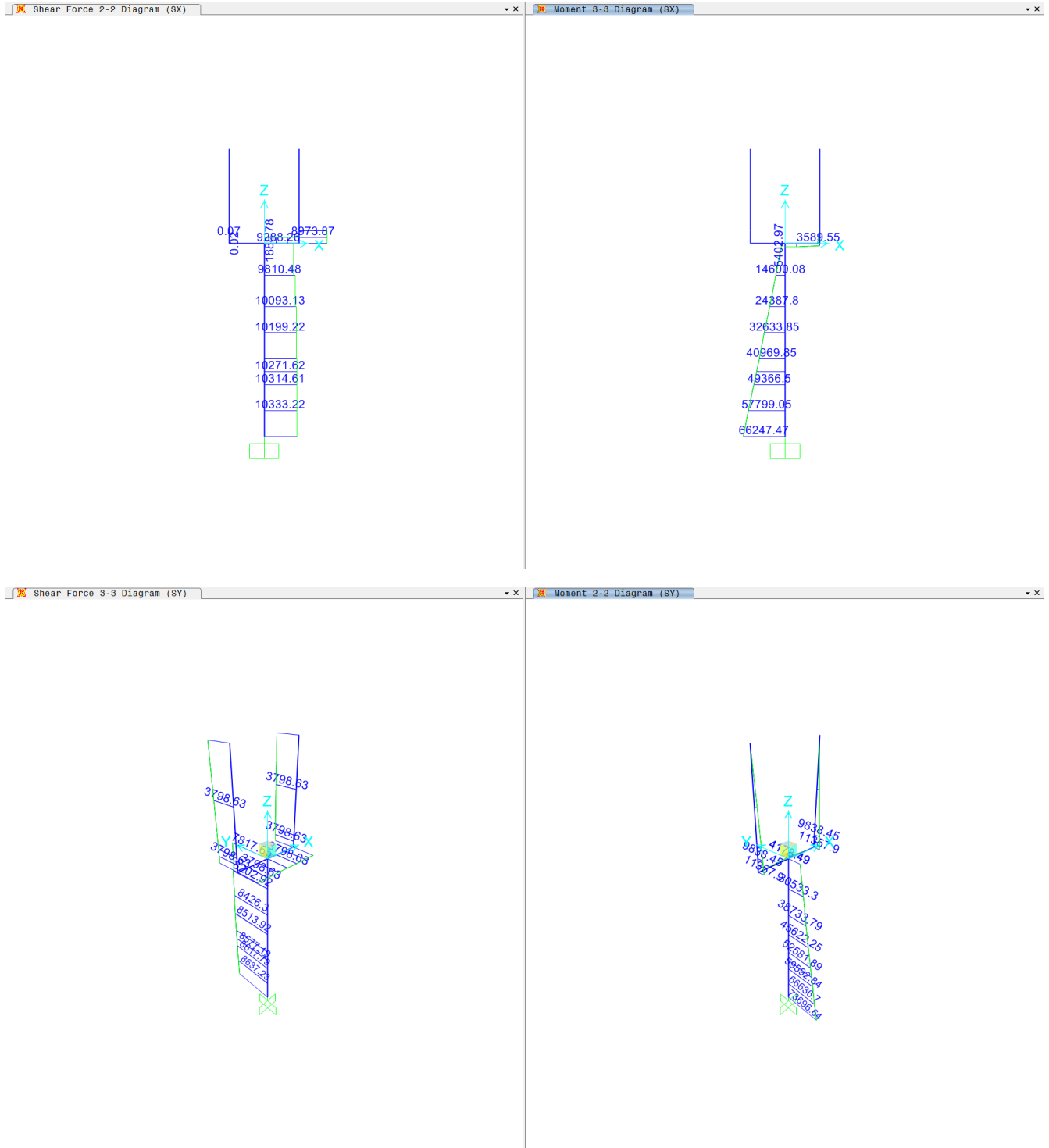
Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		25	25	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1.1	1.1	m
Luce in asse appoggi		22.8	22.8	m
Pesi propri	G1	258.1	258.1	kN/ml
Permanenti portati	G2	202.3	202.3	kN/ml
Permanenti	G	460.4	460.4	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	46	46	kN/ml
Massa sismica	M	506.4	506.4	kN/ml

Pesi propri	G1	3 226	3 226	6 453 kN
Permanenti portati	G2	2 529	2 529	5 058 kN
Permanenti	G	5 755	5 755	11 510 kN
Massa sismica	M	6 330	6 330	12 660 kN

11.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	6.49	9.08	9.08 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m ⁴	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		7.79E+06	2.30E+07	5.75E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	12 660	12 660	12 660 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 297	2 297	2 297 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	14 957	14 957	14 957 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 532	2 532	2 532 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 297	2 297	2 297 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	si	si	si -			
Periodo proprio	T	0.09	0.05	0.03 sec	0.10	0.06	0.02 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.646	0.530	0.538 g			
	1.36	0.522	0.457	0.538 g			
	1.5	0.490	0.439	0.538 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	9 660	7 921	8 041 kN	10 333	8 637	7 250 kN
	1.36	7 805	6 841	8 041 kN	8 149	7 264	7 250 kN
	1.5	7 324	6 561	8 041 kN	7 583	6 908	7 250 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	62 696	71 920	kNm	66 248	73 696	kNm
	1.36	50 652	62 119	kNm	52 237	61 974	kNm
	1.5	47 530	59 578	kNm	48 605	58 936	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
					1.07	1.09	0.90 -
					1.04	1.06	0.90 -
					1.04	1.05	0.90 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
					1.06	1.02	-
					1.03	1.00	-
					1.02		-



11.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		N	ML	MT
Condizione	N max	5 762	354	824
Condizione	ML max	3 553	3 920	548
Condizione	MT max	3 030	-446	6 045
Condizione	Inviluppo	5 762	3 920	6 045

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

	sx	dx
Carico verticale	N max	3 559
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8
Coefficiente dinamico	Φ3	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	4 278

Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	5 755	5 755 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1*Φ	4 278	4 278 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

	0.03	
Attrito permanente	maxG*0.2*Φ	35 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ*Φ	128 kN

Frenatura

luce campata carica	L	25 m
a livello binario	HL	1 783 kN
a quota testa pila	ML	6 758 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	796 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 300 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		25 m
Reazione del singolo treno	Qv	

Sulla pila

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	2 485	316
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	2 733	262
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	2 733	262
LM71 (caso utilizzato)						316
SW2	100	1	1.00	0.061	3 030	184
Valore utilizzato						499

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	1 535	195
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.127	1 535	195
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.096	1 688	162
LM71 (caso utilizzato)						162
SW2	100	1	1.00	0.061	1 879	114
Valore utilizzato						276

11.5 Vento

Azione del vento - generale - NTC08 e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	as	25	25 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	$v_{b,0}$	28	25 m/s
Parametri	a_0	500	500 m
Parametri	k_a	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (Tr=50 anni)	$v_b = v_{b0} + k_a \cdot (a_s - a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T_R	75	75 anni
	α_r	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v_b	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	0.51	0.41 kN/m ²
Classe di rugosità del terreno		D	D
Distanza dalla costa		< 10 km	
Altitudine sul livello del mare		< 500 m	< 500 m
Categoria di esposizione del sito	Cat	2	2

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k_r	0.19	0.19
parametri	z_0	0.05	0.05 m
parametri	z_{min}	4	4 m
parametri	z_{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1	1
coefficiente di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	7.83	7.83 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.75	1.75 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.91	1.91 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.91	1.91 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	11.83	7.83 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	28.64	15.11 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.42	1.93 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	28.64	15.11 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	28.64	28.64	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f \cdot L/2$	358	358	716 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT \cdot (dtot/2+h2)$	1 580	1 580	3 161 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	15.11	15.11	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT=f \cdot L/2$	189	189	378 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT=FT \cdot (dtot/2+h2)$	834	834	1 668 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	6.09	6.09 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.05	2.05 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.05	2.05 -

Pulvino

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.05	2.05 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	4.44	3.54 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.39	1.11 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	4.44	3.54 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	8.9	7.1 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.05	2.05 -
Coefficiente di forza	cf_0	1.32	1.32 -
Dimensione parallela alla direzione del vento	b	3.2	3.2 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	4.44	3.54 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.39	1.11 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	4.44	3.54 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	4.09	4.09 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	18.2	14.5 kN

11.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesi propri	6 453			0	
Impalcato - Permamenti portati	5 058			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	5 762			354	824
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 553			3 920	548
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	3 030			446	6 045
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	5 762			3 920	6 045
Traffico ferroviario - Frenatura		1 783		17 616	
Traffico ferroviario - Centrifuga			499		5 830
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		2 075
Vento a ponte scarico - Impalcato			716		7 521
Vento a ponte scarico - Pulvino			9		45
Vento a ponte scarico - Pila			18		37
Vento a ponte carico - Impalcato			378		3 968
Vento a ponte carico - Pulvino			7		36
Vento a ponte carico - Pila			14		30
Attrito - Permanente		35		224	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		128		833	
Sisma q=1 - Long 100%		10 333		66 248	
Sisma q=1 - Trasv 100%			8 637		73 696
Sisma q=1 - Vert 100%	7 250				
Sisma q=1.36 - Long 100%		8 149		52 237	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			7 264		61 974
Sisma q=1.36 - Vert 100%	7 250				
Sisma q=1.5 - Long 100%		7 583		48 605	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			6 908		58 936
Sisma q=1.5 - Vert 100%	7 250				
Pila - Peso proprio	3 490				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	9 000				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	2 868				

Dati plinto e riempimento				
	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
Numero file pali	3	3		9
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	12	12	2.5	
Modulo minimo palificata (m)	27	27		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76	mq		
Spessore riempimento	1.5	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m3		

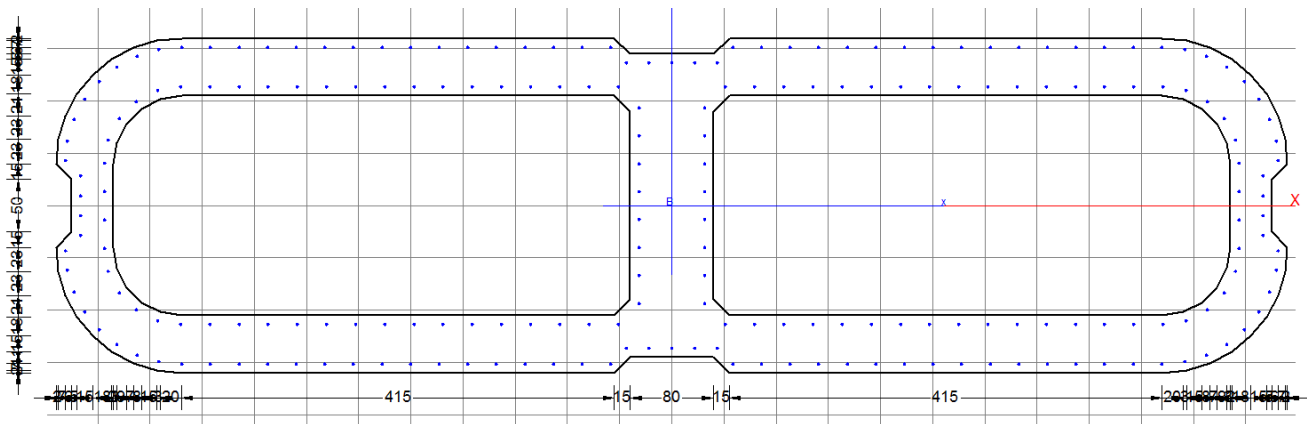
11.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

11.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati						wk	sc	ss	c.s.(>1)
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	15 001	35	0	225	0	0.000	0.89	12.9	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	18 458	1 182	666	11 507	7 659	0.000	1.75	2.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	17 133	1 182	666	13 646	7 493	0.001	1.77	-0.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	16 819	1 182	666	11 562	10 791	0.000	1.73	0.1	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	15 001	35	744	225	7 604	0.000	1.08	9.9	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	20 763	1 055	949	10 220	11 150		1.91	4.7	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	18 554	1 055	949	13 786	10 874		1.93	-0.5	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	18 031	1 055	949	10 311	16 371		1.88	0.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	20 763	1 946	595	19 028	7 198		2.21	-2.6	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	18 554	1 946	595	22 594	6 922		2.31	-18.5	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	18 031	1 946	595	19 119	12 418		2.25	-10.5	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	15 001	35	744	225	7 604		1.08	9.9	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	29 364	1 526	1 388	14 796	16 289				6.46
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	26 161	1 526	1 388	19 967	15 889				4.63
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	25 403	1 526	1 388	14 929	23 858				5.87
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	29 364	2 819	874	27 568	10 557				3.54
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	26 161	2 819	874	32 738	10 158				2.86
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	25 403	2 819	874	27 701	18 127				3.31
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	21 009	47	1 115	303	11 406				26.74
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	23 356	1 514	1 388	14 718	16 289				5.97
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	20 153	1 514	1 388	19 888	15 889				4.27
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	19 394	1 514	1 388	14 850	23 858				5.42
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	23 356	2 806	874	27 489	10 557				3.27
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	20 153	2 806	874	32 660	10 158				2.63
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	19 394	2 806	874	27 622	18 127				3.05
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	15 001	35	1 115	225	11 406				24.57
SLVq1_PrevX_Zpos	18 328	10 720	2 733	70 751	24 899				-
SLVq1_PrevY_Zpos	18 328	3 487	8 779	24 377	76 486				-
SLVq1_PrevZpos	23 403	3 487	2 733	24 377	24 899				-
SLVq1_PrevX_Zneg	13 978	10 720	2 733	70 751	24 899				-
SLVq1_PrevY_Zneg	13 978	3 487	8 779	24 377	76 486				-
SLVq1_PrevZneg	8 903	3 487	2 733	24 377	24 899				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	18 328	8 536	2 322	56 740	21 383				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	18 328	2 832	7 406	20 174	64 764				-
SLVq1.36_PrevZpos	23 403	2 832	2 322	20 174	21 383				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	13 978	8 536	2 322	56 740	21 383				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	13 978	2 832	7 406	20 174	64 764				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 903	2 832	2 322	20 174	21 383				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	18 328	7 970	2 215	53 108	20 471				1.57
SLVq1.50_PrevY_Zpos	18 328	2 662	7 050	19 085	61 726				3.57
SLVq1.50_PrevZpos	23 403	2 662	2 215	19 085	20 471				4.61
SLVq1.50_PrevX_Zneg	13 978	7 970	2 215	53 108	20 471				1.46
SLVq1.50_PrevY_Zneg	13 978	2 662	7 050	19 085	61 726				3.34
SLVq1.50_PrevZneg	8 903	2 662	2 215	19 085	20 471				3.63

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	0.89	12.9	
SLS_Rara_Fess	0.001	1.77	-0.4	
SLS_Rara		2.31	-18.5	
SLU_A1				2.63
SLV - q=1				0.00
SLV - q=1.36				0.00
SLV - q=1.5				1.46



● 218 Ø 24

Af tot = 986.21
(0.63 %)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 90 di 103

11.9 Verifica a taglio pila

La verifica viene condotta per le singole anime ripartendo il carico in base ai rapporti di rigidezza a taglio.

Anima	num	b	h	A	k=A/Atot
-	-	m	m	mq	-
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
laterale	1	0.4	2.5	1	0.23
centrale	1	0.8	2.9	2.32	0.54
somma				4.32	1

Pila		1	1
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	6.09	6.09
fattore di struttura	q	1.5	1.5
fattore di sovrarresistenza (eq 7.9.7)		1	1
fattore di sovrarresistenza filtrato (eq 7.9.7)	grd	1	1
taglio derivante dall'analisi (con q=1)	V	10 720	8 779
momento corrispondente alla base della pila (con q=1)	M	70 751	76 486
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	7 970	7 050
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	53 108	61 726
momento resistente alla base della pila	Mrd	77 538	206 165
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.46	3.34
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		non critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	10 720	8 779
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	11 636	23 547
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	10 720	8 779
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	1.13	1.05
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.13	1.05
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	10 720	8 779
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.13	1.05
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	da calc	da calc

Taglio longitudinale - Setto centrale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γC= 1.50
fcm= 40 MPa
αcc= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk0.05= 2.12 MPa
fctk0.95= 3.93 MPa
αct= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

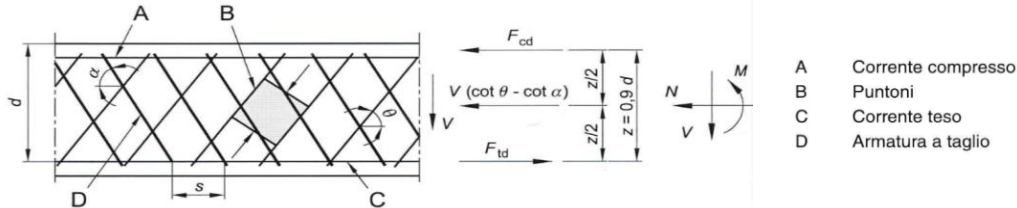
γ
Gk 0 x1.00= 0 kN
Pk 0 x1.00= 0 kN
Qk 0 x1.00= 0 kN
Aed 10 720 x0.54= 5789 kN
V_{Ed} = 5789 kN

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.800 m Larghezza (6.16)
h = 2.900 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.800 m Altezza utile
Ac = 2.32 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φw= 14 mm Diametro staffa
n= 9.00 - Numero braccia
Asw= 13.85 cm²
z= 2.52 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw= 0.87 % =Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/fyk*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 2.10 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max= 3.39 = Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 69.27 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 6 831 kN =Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp= 0.00 =Nsd/Ac
αcw= 1.00
V_{Rd,max}= 9 563 kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.13 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed}= 5 789 kN

V_{Rd}= 6 045 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.96 <=1

Taglio longitudinale - Setto laterale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γC= 1.50
fcm= 40 MPa
αcc= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0,05}= 2.12 MPa
fctk_{0,95}= 3.93 MPa
αct= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

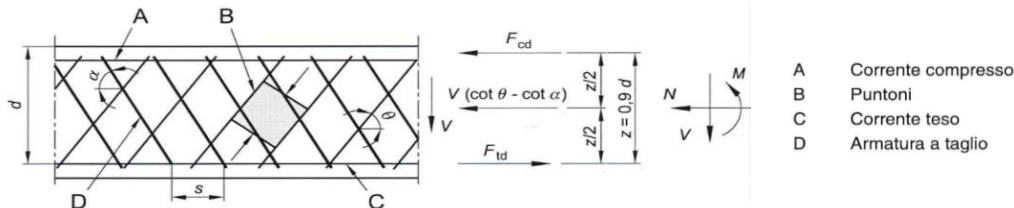
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	10 720	x0.23=	2466 kN
			V_{Ed} = 2466 kN

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.400 m Larghezza (6.16)
h = 2.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.400 m Altezza utile
Ac = 1.00 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φw= 14 mm Diametro staffa
n= 5.00 - Numero braccia
Asw= 7.70 cm²
z= 2.16 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw= 0.96 % =Asw/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/fyk*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρw,max= 3.76 = Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 38.48 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 3 253 kN =Asw/s*z* fywd *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σcp = 0.00 =Nsd/Ac
αcw= 1.00
V_{Rd,max} = 4 099 kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1} = 1.13 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 2 466 kN

V_{Rd} = 2 879 kN =min(V_{Rd,s},V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.86 <=1

Taglio trasversale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γ_C= 1.50
fcm= 40 MPa
α_{cc}= 0.85
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0,05}= 2.12 MPa
fctk_{0,95}= 3.93 MPa
α_{ct}= 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f_{yk}= 450 MPa
γ_s= 1.15
f_{yd}= 391.3 MPa

Taglio

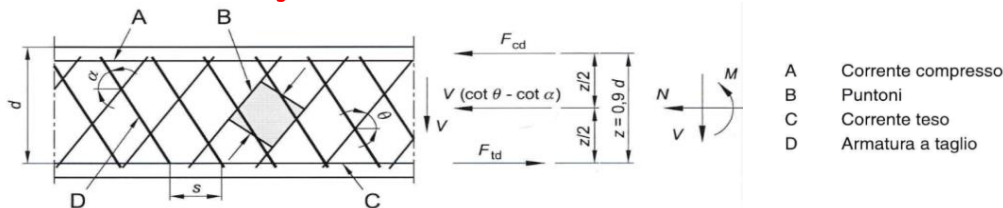
γ
Gk 0 x1.00= 0 kN
Pk 0 x1.00= 0 kN
Qk 0 x1.00= 0 kN
Aed 8 779 x0.50= 4390 kN
V_{Ed} = 4390 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.550 m Larghezza (6.16)
h = 11.100 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 11.000 m Altezza utile
Ac = 6.11 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 14 mm Diametro staffa
n= 2.00 - Numero braccia
A_{sw}= 3.08 cm²
z= 9.90 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.28 % =A_{sw}/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % =(0.08*radq(fck))/f_{yk}*100
s= 0.2 m =passo staffe <= 8.25 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 0.40 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 2.50 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max}= 1.10 = A_{sw,max}*f_{yd}/(bw*s)<=1/2*α_{cw}*v*fcd = 4.74

A_{sw}/s_{ins} = 15.39 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s}= 14 910 kN =A_{sw}/s*z*f_{yd}*cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =N_{sd}/Ac
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 17 812 kN =α_{cw}*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.05 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 4 390 kN

V_{Rd}= 14 200 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.31 <=1

11.10 Carichi sui pali

Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	26 869	35	0	312	0	2 997	2 974	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	30 326	1 182	666	14 462	9 324	4 251	2 489	151
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	29 001	1 182	666	16 601	9 158	4 177	2 269	151
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	28 687	1 182	666	14 517	12 456	4 187	2 189	151
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	26 869	35	744	312	9 464	3 348	2 624	83
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	32 631	1 055	949	12 857	13 523	4 603	2 649	158
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	30 422	1 055	949	16 423	13 247	4 480	2 282	158
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	29 899	1 055	949	12 949	18 743	4 496	2 149	158
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	32 631	1 946	595	23 893	8 685	4 833	2 420	227
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	30 422	1 946	595	27 459	8 409	4 709	2 052	227
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	29 899	1 946	595	23 984	13 906	4 726	1 919	227
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	26 869	35	744	312	9 464	3 348	2 624	83
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	45 387	1 526	1 388	18 611	19 759	6 465	3 622	230
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	42 184	1 526	1 388	23 782	19 359	6 285	3 090	230
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	41 425	1 526	1 388	18 744	27 328	6 310	2 897	230
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	45 387	2 819	874	34 615	12 742	6 797	3 290	328
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	42 184	2 819	874	39 786	12 343	6 618	2 757	328
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	41 425	2 819	874	34 748	20 312	6 643	2 564	328
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	37 032	47	1 115	421	14 193	4 656	3 574	124
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	35 224	1 514	1 388	18 503	19 759	5 331	2 497	229
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	32 021	1 514	1 388	23 673	19 359	5 152	1 965	229
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	31 263	1 514	1 388	18 635	27 328	5 176	1 772	229
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	35 224	2 806	874	34 504	12 742	5 664	2 164	327
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	32 021	2 806	874	39 675	12 343	5 485	1 632	327
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	31 263	2 806	874	34 637	20 312	5 509	1 439	327
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	26 869	35	1 115	312	14 193	3 523	2 449	124
SLVq1_PrevX_Zpos	30 197	10 720	2 733	97 551	31 732	8 144	-1 433	1 230
SLVq1_PrevY_Zpos	30 197	3 487	8 779	33 095	98 434	8 227	-1 516	1 050
SLVq1_PrevZpos	35 272	3 487	2 733	33 095	31 732	6 321	1 519	493
SLVq1_PrevX_Zneg	25 847	10 720	2 733	97 551	31 732	7 661	-1 916	1 230
SLVq1_PrevY_Zneg	25 847	3 487	8 779	33 095	98 434	7 744	-1 999	1 050
SLVq1_PrevZneg	20 772	3 487	2 733	33 095	31 732	4 709	-93	493
SLVq1.36_PrevX_Zpos	30 197	8 536	2 322	78 080	27 188	7 255	-543	983
SLVq1.36_PrevY_Zpos	30 197	2 832	7 406	27 254	83 279	7 450	-738	882
SLVq1.36_PrevZpos	35 272	2 832	2 322	27 254	27 188	5 936	1 903	407
SLVq1.36_PrevX_Zneg	25 847	8 536	2 322	78 080	27 188	6 771	-1 026	983
SLVq1.36_PrevY_Zneg	25 847	2 832	7 406	27 254	83 279	6 966	-1 221	882
SLVq1.36_PrevZneg	20 772	2 832	2 322	27 254	27 188	4 325	292	407
SLVq1.50_PrevX_Zpos	30 197	7 970	2 215	73 033	26 009	7 024	-313	920
SLVq1.50_PrevY_Zpos	30 197	2 662	7 050	25 740	79 351	7 248	-537	838
SLVq1.50_PrevZpos	35 272	2 662	2 215	25 740	26 009	5 836	2 003	385
SLVq1.50_PrevX_Zneg	25 847	7 970	2 215	73 033	26 009	6 541	-796	920
SLVq1.50_PrevY_Zneg	25 847	2 662	7 050	25 740	79 351	6 765	-1 020	838
SLVq1.50_PrevZneg	20 772	2 662	2 215	25 740	26 009	4 225	392	385
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	2 997	2 974	4					
SLS_Rara_Fess	4 251	2 189	151					
SLS_Rara	4 833	1 919	227					
SLU_A1	6 797	1 439	328					
SLV - q=1	8 227	-1 999	1 230					
SLV - q=1.36	7 450	-1 221	983					
SLV - q=1.5	7 248	-1 020	920					

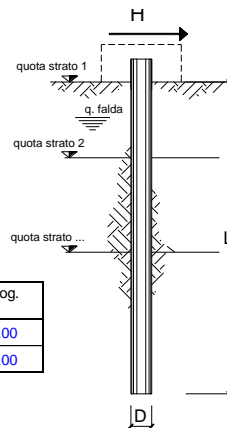
11.11 Verifica palo per forze orizzontali

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 4. Si riporta solo la verifica con Broms visto le caratteristiche diverse del terreno. Per il resto, vale quanto fatto sulla pila 4.

11.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali		A		M		R	
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_f	γ_{cu}	γ_r	
		γ_G	γ_Q				
S.L.U.	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
D.M.B.8		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20	10	32.5	3.32		32.5	3.32	
strato 2						1.00			1.00	
strato 3						1.00			1.00	
strato 4						1.00			1.00	
strato 5						1.00			1.00	
strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **100.00** (m)
 Diametro del palo D **1.50** (m)
 Lunghezza del palo L **41.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **7 919.00** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

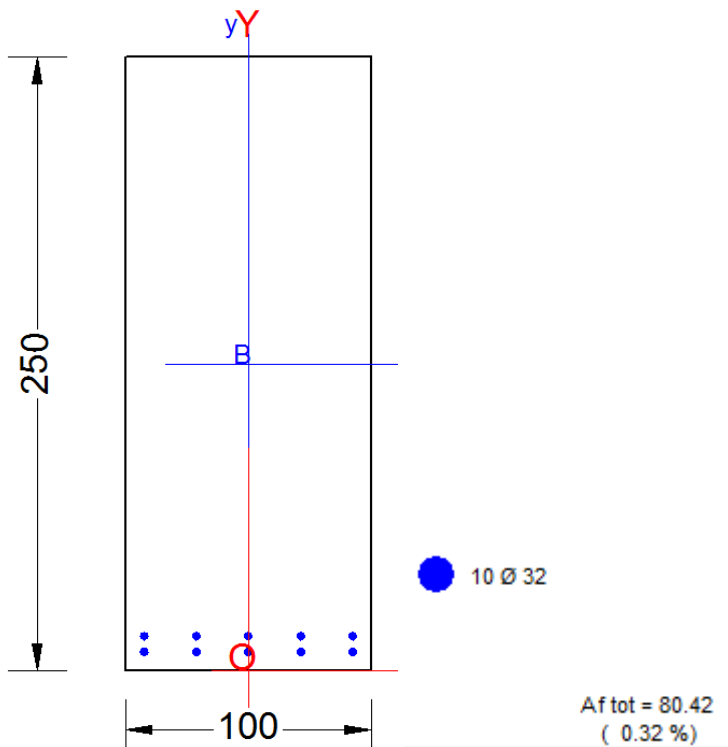
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	3 482 (kN)		3 482 (kN)	
Palo intermedio	32 889 (kN)		32 889 (kN)	
Palo corto	125 663 (kN)		125 663 (kN)	
	H_{med} 3 482 (kN)	Palo lungo	H_{min} 3 482 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		2 110 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata: k =		0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_r) \cdot k$		1 299 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G): G =		1 230 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q): Q =		0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 230 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.06 (-)	

11.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma												
peso specifico	kN/m ³	25	18													
spessore	m	2.5	1.5													
peso a mq	kN/mq	62.5	27	89.5												
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4													
peso totale a m/l	kN/m	275	119	394												
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	261	866												
Larghezza di influenza per pali	m	4.5	=	i pali												
		Fila 1		Fila 2		Fila 3		Effetto pali		Effetto pali a m/l		p.p.plinto+rinterro		Soll. di progetto		
		N	braccio	N	braccio	N	braccio	T	M	T	M	T	M	T	M	
		kN	m	kN	m	kN	m	kN	kNm	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	kN/m	kNm/m	
SLS_qp	kN	2997	2.9	0		0		2997	8691	666	1931	-394	-866	272	1065	
SLS_Rara_Fess	kN	4251	2.9	0		0		4251	12328	945	2740	-394	-866	551	1873	
SLS_Rara	kN	4833	2.9	0		0		4833	14016	1074	3115	-394	-866	680	2248	
SLU_A1	kN	6797	2.9	0		0		6797	19711	1510	4380	-394	-866	1117	3514	
SLV - q=1	kN	8227	2.9	0		0		8227	23858	1828	5302	-394	-866	1434	4435	
SLV - q=1.36	kN	7450	2.9	0		0		7450	21605	1656	4801	-394	-866	1262	3935	
SLV - q=1.5	kN	7248	2.9	0		0		7248	21019	1611	4671	-394	-866	1217	3805	
		Soll. di progetto		Verifica												
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)								
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-								
SLS_qp		272	1065		0.101	1.51	-62									
SLS_Rara_Fess		551	1873		0.177	2.65	-109									
SLS_Rara		680	2248			3.19	-131									
SLU_A1		1117	3514	7271				2.07								
SLV - q=1		1434	4435	7271				1.64								
SLV - q=1.36		1262	3935	7271				1.85								
SLV - q=1.5		1217	3805	7271				1.91								



Si fornisce un quantitativo di armatura a taglio, da realizzare con spille o considerando i cavallotti.

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 35 MPa
γ_C= 1.50
fcm= 43 MPa
α_{cc}= 0.85
fcd= 19.83 MPa

fctm= 3.21 MPa
fctk_{0,05}= 2.25 MPa
fctk_{0,95}= 4.17 MPa
α_{ct}= 1.00
fctd= 1.50 MPa

Acciaio c.a.

f_{yk}= 450 MPa
γ_S= 1.15
f_{yd}= 391.3 MPa

Taglio

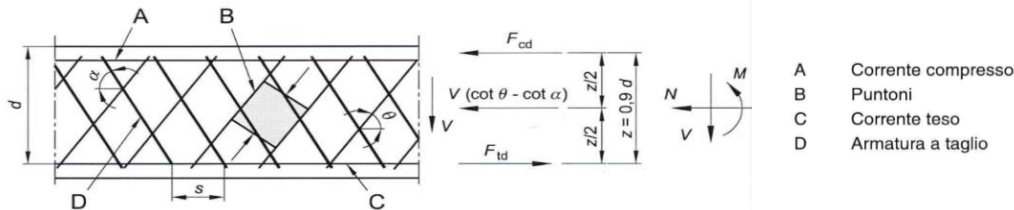
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	1 434	x1.00=	1434 kN
			V_{Ed} = 1434 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 1.000 m Larghezza (6.16)
h = 2.500 m Altezza totale
c = 0.100 m Copriferro
d = 2.400 m Altezza utile
Ac = 2.50 mq Area

Elementi CA e CAP armati a taglio



Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 20 mm Diametro staffa
n= 2.00 - Numero braccia
A_{sw}= 6.28 cm²
z= 2.16 m =0.9*d
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.09 % =A_{sw}/(s*bw*senα)*100
s= 0.725 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75*d*(1+cotα)
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ= 0.40 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ= 2.50 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max}= 0.34 = A_{sw,max}*f_{yd}/(bw*s)<=1/2*α_{cw}*v*fcd = 5.12

A_{sw/s,ins} = 8.67 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 1 831 kN =A_{sw}/s*z* f_{yd} *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.516 =0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp}= 0.00 =N_{sd}/Ac
α_{cw}= 1.00
V_{Rd,max}= 7 622 kN =α_{cw}*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ_{Bd1}= 1.25 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 1 434 kN

V_{Rd}= 1 465 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

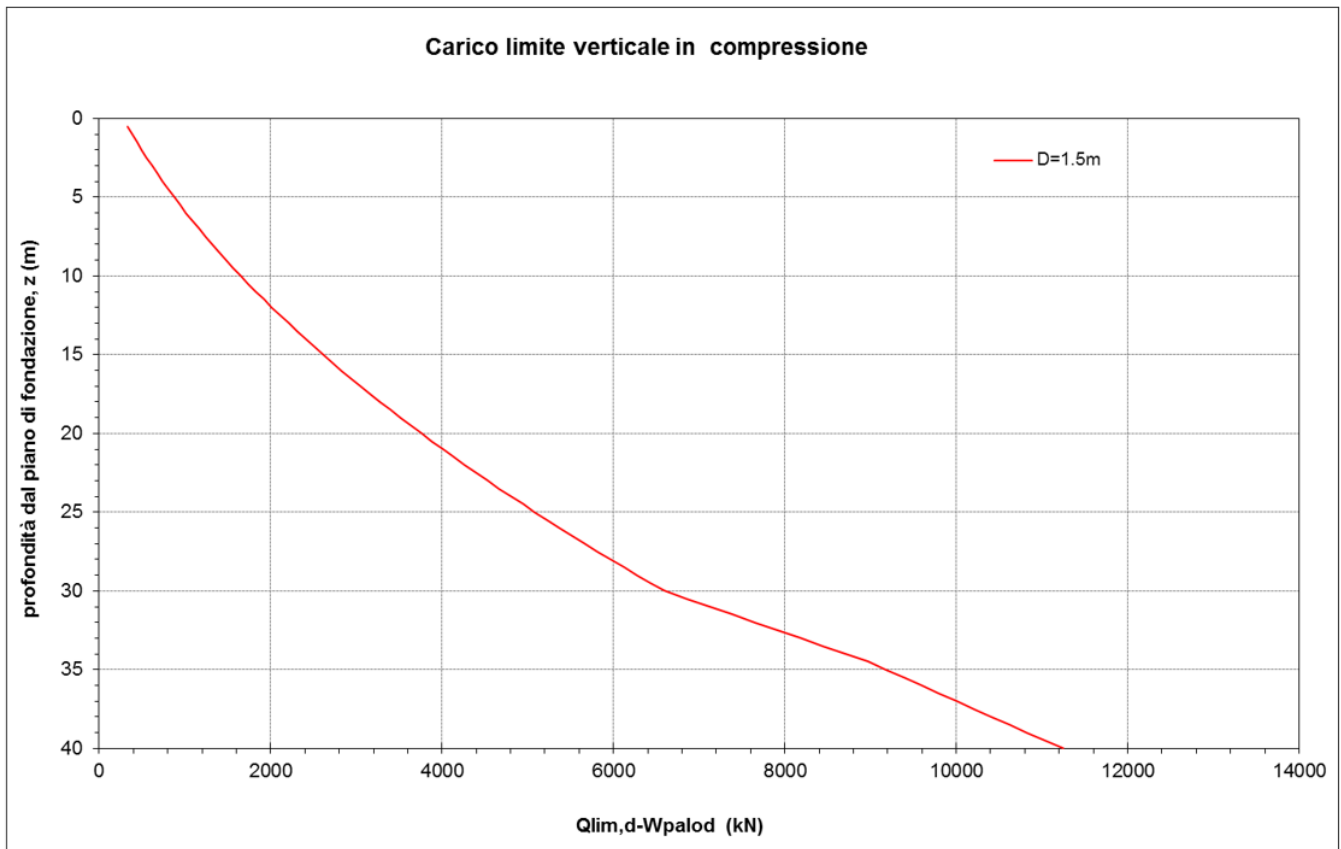
c.s. = 0.98 <=1

12 VERIFICA CAPACITA' PORTANTE VERTICALE PALO

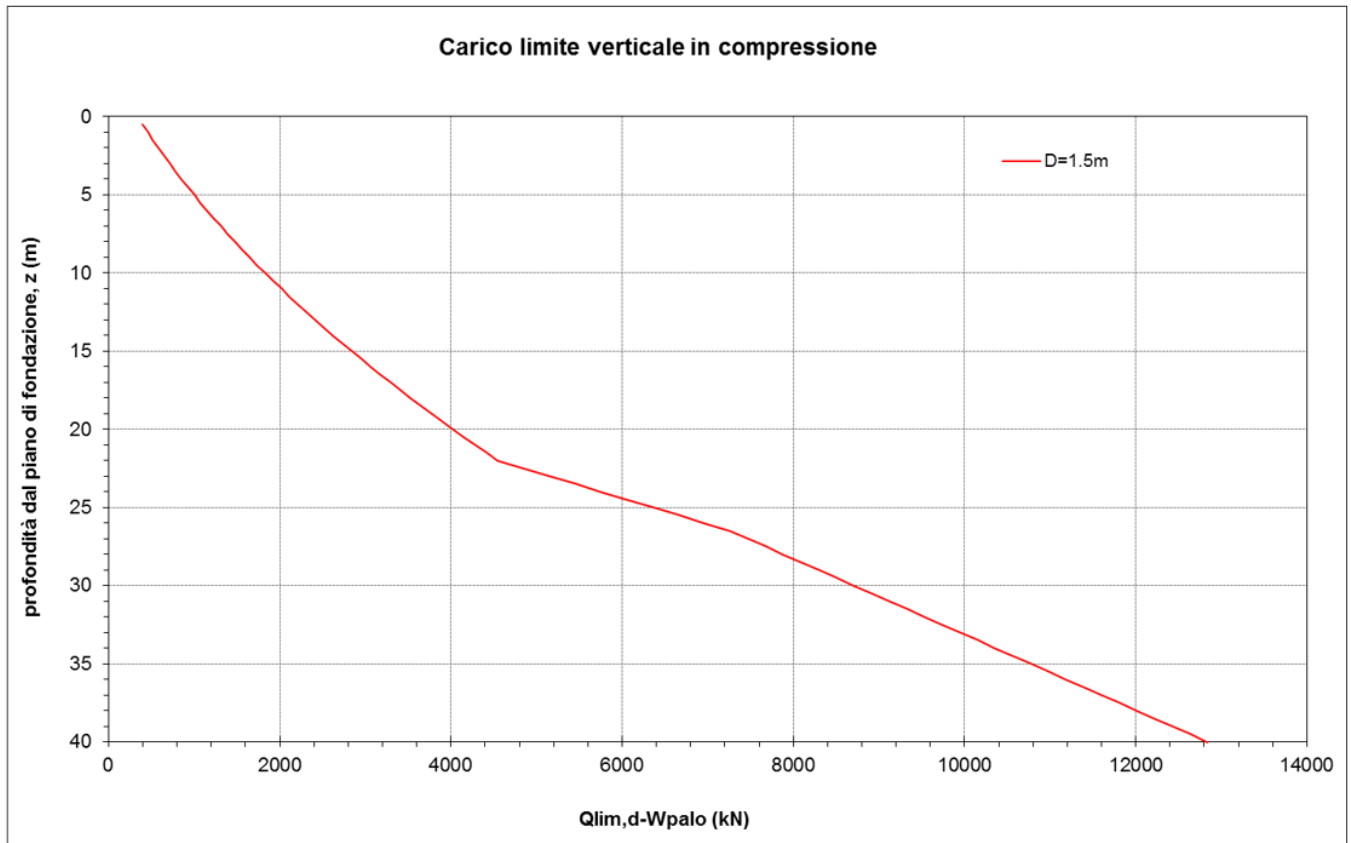
Il carico totale viene confrontato con la curva di capacità portante. Le curve comprendono già il peso proprio del palo e partono dalla quota testa palo.

Opera	Binario	Pila/Spalla	n° pali	Nmax (kN)	Lpalo (m)
VI07	Entrambi	P1	9	7 450	32
VI07	Entrambi	P2	16	10 935	41
VI07	Entrambi	P3	16	9 350	33
VI07	Entrambi	P4	12	8 615	31
VI07	Entrambi	P5	12	8 615	31
VI07	Entrambi	P6	12	8 615	31
VI07	Entrambi	P7	12	8 615	31
VI07	Entrambi	P8	16	9 450	33

VI07 (SA, P1, P2)



VI07 (da P3 a SB)



13 ESCURSIONE APPOGGI E GIUNTI

Vista l'elevata sismicità del sito ($a_g > 0.25g$), l'escursione totale massima E_L è governata dal valore minimo richiesto da [N5] al punto 2.5.2.1.5.1

L 25 m luce totale impalcato

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore di E_L dovrà essere assunto non minore di

per $a_g(SLV) \geq 0.25g$	E_L	$3.3 \cdot L / 1000 + 0.1$ 0.15m	182.5 mm 150.0 mm
per $a_g(SLV) < 0.25g$	E_L	$2.3 \cdot L / 1000 + 0.073$ 0.10m	130.5 mm 100.0 cm
		E_L	182.5 mm

Risulta quindi

E_L 182.5 mm escursione totale longitudinale

Vincoli degli impalcato, corsa degli appoggi, varchi

In direzione longitudinale:

La corsa degli apparecchi d'appoggio deve essere pari a: $\pm E_L$ 182.5 mm

$\pm E_L / 2 \pm \max(15\text{mm}; E_L / 8)$ 114.1 mm \approx +/- 115 mm $\pm E_L / 2$ 91.3 mm
 $\pm E_L / 8$ 22.8 mm

L'escursione dei giunti deve essere pari a:

$\pm E_L / 2 \pm 10\text{mm}$ 101.3 mm \approx +/- 105 mm

L'ampiezza dei varchi, a temperatura media ambiente, deve essere pari a:

V_0 20.0 mm
 $V \geq E_L / 2 + V_0$ 111.3 mm \approx 115 mm

La distanza tra il ritegno sismico longitudinale e la testata della trave supportata dal vincolo mobile, deve essere pari a:

$V - V_0 / 2$ 101.3 mm \approx 105 mm

L 50 m luce totale impalcato

Per garantire un valore minimo di escursione, in funzione della sismicità del sito, il valore di E_L dovrà essere assunto non minore di

per $a_g(SLV) \geq 0.25g$ E_L $3.3 \cdot L / 1000 + 0.1$ 265.0 mm
0.15m 150.0 mm

per $a_g(SLV) < 0.25g$ E_L $2.3 \cdot L / 1000 + 0.073$ 188.0 mm
0.10m 100.0 cm

E_L **265 mm**

Risulta quindi

E_L 265.0 mm escursione totale longitudinale

Vincoli degli impalcato, corsa degli appoggi, varchi

In direzione longitudinale:

La corsa degli apparecchi d'appoggio deve essere pari a: $\pm E_L$ 265.0 mm

$\pm E_L / 2 \pm \max(15\text{mm}; E_L / 8)$ 165.6 mm \approx +/- 170 mm $\pm E_L / 2$ 132.5 mm
 $\pm E_L / 8$ 33.1 mm

L'escursione dei giunti deve essere pari a:

$\pm E_L / 2 \pm 10\text{mm}$ 142.5 mm \approx +/- 145 mm

L'ampiezza dei varchi, a temperatura media ambiente, deve essere pari a:

V_0 20.0 mm
 $V \geq E_L / 2 + V_0$ 152.5 mm \approx 155 mm

La distanza tra il ritegno sismico longitudinale e la testata della trave supportata dal vincolo mobile, deve essere pari a:

$V - V_0 / 2$ 142.5 mm \approx 145 mm

VI07 - VIADOTTO SATANO					
SPALLA FISSA		LATO FIUMEFREDDO			
PILA/SPALLA	Impalcato supportato o lato mobile	Corsa appoggi	Escursion e giunti a livello soletta	Ampiezza a varchi a livello soletta	Varco trave - ritegno longitudinale
				V	
		mm	mm	mm	mm
SA	FISSA	-	± 50	50	5
P1	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P2	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P3	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P4	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P5	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P6	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P7	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P8	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
SB	AC - 50m	± 170	± 145	155	145



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI- FIUMEFREDDO

VI07 – VIADOTTO SATANO
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0705 001 A 103 di 103

14 CARICHI ORIZZONTALI APPOGGI

Si riporta il calcolo delle azioni massime orizzontali agli appoggi che si ottengono in condizione sismiche. Il calcolo viene effettuato in favore di sicurezza con l'accelerazione massima elastica, e per ogni tipologia di impalcato.

Per i carichi verticali si rimanda alla relazione dell'impalcato.

		L	B	n°Bin	DIR	g	q*0.2	m	M	Smax	FH-MAX/ 1 FILA	QL	QTc	QTS	FH	n°APP/ 1 FILA	F-APP
		m	m	m		kN/m	kN/m	kN/m	kN	g	kN						kN
VI07	CAP	25	13.7	2	L	460.4	51.90	512.3	12 808	0.904	11 578	1 783			11 935	2	5 967
VI07	CAP	25	13.7	2	T	460.4	51.90	512.3	12 808	0.904	5 789		276 210		5 886	1	5 886
VI07	AC	50	13.7	2	L	392.3	45.50	437.8	21 890	0.904	19 789	2 605			20 310	4	5 077
VI07	AC	50	13.7	2	T	392.3	45.50	437.8	21 890	0.904	9 894		469 210		10 030	1	10 030