

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)

VI03 – VIADOTTO LETOJANNI

Relazione di calcolo pile

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 09 CL VI0305 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.Carlesimo	Genn.2018	A.Viozzi Genn.2018

ITALFERR S.p.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
Dott. Ing. Angelo Viozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
N° A20783

File: RS2S02D09CLVI0305001A.docx

n. Erb.: 1866



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 2 di 144

**INDICE**

1	INTRODUZIONE .....	7
2	DOCUMENTI CORRELATI.....	7
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	9
5	ANALISI DEI CARICHI .....	10
5.1	PESI PROPRI E PERMANENTI PORTATI .....	10
6	MODELLO DI CALCOLO.....	12
6.1	NOTE .....	12
6.2	LIMITI TENSIONALI .....	13
6.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	13
6.4	LEGENDA.....	13
7	CALCOLO E VERIFICA PILA 4 BINARIO DISPARI.....	14
7.1	AZIONE SISMICA .....	14
7.2	DATI GENERALI .....	15
7.3	ANALISI SISMICA .....	16
7.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	18
7.5	VENTO.....	19
7.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	21
7.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	22
7.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	23
7.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	25
7.10	CARICHI SUI PALI.....	29
7.11	VERIFICA PLINTO.....	30
8	CALCOLO E VERIFICA PILA 2 BINARIO DISPARI.....	32



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 3 di 144

8.1	AZIONE SISMICA .....	32
8.2	DATI GENERALI .....	32
8.3	ANALISI SISMICA .....	33
8.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	35
8.5	VENTO.....	36
8.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	38
8.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	39
8.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	39
8.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	41
8.10	SCARICHI INTRADOSSO FONDAZIONE.....	45
9	CALCOLO E VERIFICA PILA 3 BINARIO DISPARI.....	46
9.1	AZIONE SISMICA .....	46
9.2	DATI GENERALI .....	46
9.3	ANALISI SISMICA .....	47
9.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	48
9.5	VENTO.....	49
9.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	51
9.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	52
9.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	52
9.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	54
9.10	CARICHI SUI PALI.....	55
9.11	VERIFICA PLINTO.....	56
10	CALCOLO E VERIFICA PILA 5 BINARIO DISPARI.....	57
10.1	AZIONE SISMICA .....	57
10.2	DATI GENERALI .....	57



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 4 di 144

10.3	ANALISI SISMICA .....	58
10.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	59
10.5	VENTO.....	60
10.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	62
10.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	63
10.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	63
10.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	65
10.10	CARICHI SUI PALI.....	69
10.11	VERIFICA PLINTO .....	70
11	CALCOLO E VERIFICA PILA 1 BINARIO DISPARI.....	72
11.1	AZIONE SISMICA .....	72
11.2	DATI GENERALI .....	72
11.3	ANALISI SISMICA .....	73
11.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	75
11.5	VENTO.....	76
11.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	78
11.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	79
11.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	79
11.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	81
11.10	CARICHI SUI PALI.....	82
11.11	VERIFICA PLINTO .....	83
12	CALCOLO E VERIFICA PILA 4 BINARIO PARI .....	85
12.1	AZIONE SISMICA .....	85
12.2	DATI GENERALI .....	85
12.3	ANALISI SISMICA .....	86



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 5 di 144

12.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	88
12.5	VENTO.....	89
12.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	91
12.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	92
12.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	92
12.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	94
12.10	CARICHI SUI PALI.....	95
12.11	VERIFICA PLINTO.....	96
13	CALCOLO E VERIFICA PILA 5 BINARIO PARI .....	97
13.1	AZIONE SISMICA .....	97
13.2	DATI GENERALI .....	97
13.3	ANALISI SISMICA .....	98
13.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	100
13.5	VENTO.....	101
13.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	103
13.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	104
13.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	104
13.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	106
13.10	CARICHI SUI PALI.....	110
13.11	VERIFICA PLINTO.....	111
14	CALCOLO E VERIFICA PILA 1 BINARIO PARI .....	112
14.1	AZIONE SISMICA .....	112
14.2	DATI GENERALI .....	112
14.3	ANALISI SISMICA .....	113
14.4	CARICHI DA TRAFFICO .....	115



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 6 di 144

14.5	VENTO.....	116
14.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	118
14.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	119
14.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	119
14.9	VERIFICA A TAGLIO PILA .....	121
14.10	CARICHI SUI PALI.....	125
14.11	VERIFICA PLINTO.....	126
15	VERIFICA CAPACITA' PORTANTE VERTICALE PALO .....	128
16	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI.....	130
16.1	PILA 1 BINARIO PARI.....	131
	16.1.1 Capacità portante orizzontale (Broms).....	131
	16.1.2 Resistenza strutturale .....	132
	16.1.3 Taglio strutturale.....	133
16.2	PILA 1 BINARIO DISPARI.....	134
	16.2.1 Capacità portante orizzontale (Broms).....	134
	16.2.2 Resistenza strutturale .....	135
	16.2.3 Taglio strutturale.....	136
16.3	PILA 5 BINARIO DISPARI.....	137
	16.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms).....	137
	16.3.2 Resistenza strutturale .....	138
	16.3.3 Taglio strutturale.....	139
17	ESCURSIONE APPOGGI E GIUNTI.....	140
18	CARICHI ORIZZONTALI APPOGGI.....	144



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 7 di 144

## 1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica strutturale delle pile del Viadotto Letojanni VI03, nell'ambito del progetto raddoppio della tratta Giampilieri – Fiumefreddo.

In questo viadotto le piattaforme sono separate. Gli impalcati presenti sono tutti a singolo binario e piattaforma da 9.70m. Sono presenti due tipologie di impalcati in acciaio – calcestruzzo di luce 35 e 50m in asse pila e un impalcato in CAP di luce 25m in asse pila. Tutti gli impalcati sono in semplice appoggio.

Le pile sono tutte a sezione scatolare bi-cellulare con dimensioni fuori tutto 8.60x3.20m. L'altezza massima delle pile è di 15.10m. 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  $\Phi 1500$  ad eccezione della pila 2 che è fondata su pozzi a diaframmi

Il calcolo per la pila 3 binario dispari vale anche la pila 3 binario pari

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

## 2 DOCUMENTI CORRELATI

- [C1] **RS2S-02-D-09-RB-VI03-03-001:** Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni;
- [C2] **RS2S-02-D-09-CL-VI03-03-001:** Relazione geotecnica e di calcolo strutturale fondazioni su pozzo;

## 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;*



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 8 di 144

- [N9] **UNI EN 1992-2:2006:** *Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;*
- [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, CORDOLI OPERE PROVVISORIALI

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

###### CALCESTRUZZO FONDAZIONE PILE, SPALLE E SOLETTONI

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- 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 :  $\leq 0.50$
- 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 :  $\leq 0.50$
- 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  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
  - 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	2				1.0932	19.2	41.98	25	1049.5
Sezione in testata					1.9730	0.0	0.00	25	0.0
Sezione media	2				1.5331	5.10	15.64	25	390.9
<b>sommano</b>							<b>24.30</b>	<b>57.62</b>	<b>1440.4</b>

##### 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		5.30	6.29	25	157.2
Trasversi di testata	2		0.425	1.6		5.30	7.21	25	180.2
Fori a detrarre trasversi interni	-2	2	0.325		0.5473		-0.71	25	-17.8
Fori a detrarre trasversi di testata	-2	2	0.425		0.5473		-0.93	25	-23.3
<b>sommano</b>							<b>11.85</b>		<b>296.3</b>

##### Soletta

	Parti simili	Ripetizioni	Spessore(m)	Larghezza(m)	Area(mq)	Lunghezza(m)	Volume(m3)	p(KN/mc-mq)	Peso (kN)
Soletta	1	1	0.375	9.7		25.00	90.94	25	2273.4
<b>sommano</b>							<b>90.94</b>		<b>2273.4</b>

##### Riepilogo

	Peso (kN)	ez (m)	Sz (kNm/m)	L(m)	Peso (kN/ml)
Travi	1440.4	0.00	0.0	25.00	57.62
Trasversi	296.3	0.00	0.0	25.00	11.85
Soletta	2273.4	0.00	0.0	25.00	90.94
<b>sommano</b>	<b>4010.2</b>	<b>0.00</b>	<b>0.0</b>	<b>25.00</b>	<b>160.4</b>

≈ **4010.0**

##### Lunghezza

25.00 m

##### Larghezza

9.70 m

##### Peso a metro/lineare

160.40 kN/ml

##### Peso a metro/quadro

16.54 kN/mq

##### Pesì propri

	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p	Peso	L	Ptot
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Impalcato CAP (travi+soletta)	1					1.0000	160.4	160.4	25	4 010
<b>Totale pesì propri G1</b>								<b>160.4</b>		<b>4 010</b>

##### Permanenti portati

	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p	Peso	L	Ptot
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Muri parballast	1			0.1433		0.1433	25	3.6	25	90
Muri banchina FFPP	1			0.4000		0.4000	25	10.0	25	250
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	4.1			3.2800	18	59.0	25	1 476
Incremento per rialzo in curva	1			0.17		0.1700	20	3.4	25	85
Canalette	1			0.085		0.0850	25	2.1	25	53
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	25	89
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	25	800
Telaio FFPP	1					1.0000	1.5	1.5	25	38
Impianti	1					1.0000	1.5	1.5	25	38
<b>Totale permanenti portati G2</b>								<b>126.9</b>		<b>3 174</b>
<b>Totale permanenti G</b>								<b>287.3</b>		<b>7 184</b>

**Impalcato in acciaio – cls – L=35m**

<b>Pesi propri</b>	<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	35	35.0	35	1 225
Soletta	1	0.375	9.7			3.6375	25	90.9	35	3 183
Totale pesi propri G1								<b>125.9</b>		4 408
<b>Permanenti portati</b>	<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	1			0.1433		0.1433	25	3.6	35	125
Muri banchina FFPP	1			0.4000		0.4000	25	10.0	35	350
Cordolo in sx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	35	100
Cordolo in dx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	35	100
Velette	2			0.09		0.1800	25	4.5	35	158
Ballast+ impermab. sottoballast + armamento	1	0.8	4.1			3.2800	18	59.0	35	2 066
Incremento per rialzo in curva	1			0.17		0.1700	20	3.4	35	119
Canalette	1			0.085		0.0850	25	2.1	35	74
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	35	125
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	35	1 120
Telaio FFPP	1					1.0000	1.5	1.5	35	53
Impianti	1					1.0000	1.5	1.5	35	53
Totale permanenti portati G2								<b>126.9</b>		4 443
Totale permanenti G								<b>252.9</b>		8 851

**Impalcato in acciaio – cls – L=50m**

<b>Pesi propri</b>	<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	40	40.0	50	2 000
Soletta	1	0.375	9.7			3.6375	25	90.9	50	4 547
Totale pesi propri G1								<b>130.9</b>		6 547
<b>Permanenti portati</b>	<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	1			0.1433		0.1433	25	3.6	50	179
Muri banchina FFPP	1			0.4000		0.4000	25	10.0	50	500
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	4.1			3.2800	18	59.0	50	2 952
Incremento per rialzo in curva	1			0.17		0.1700	20	3.4	50	170
Canalette	1			0.085		0.0850	25	2.1	50	106
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	50	178
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	50	1 600
Telaio FFPP	1					1.0000	1.5	1.5	50	75
Impianti	1					1.0000	1.5	1.5	50	75
Totale permanenti portati G2								<b>126.9</b>		6 347
Totale permanenti G								<b>257.9</b>		12 894

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA–CATANIA–PALERMO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI– FIUMEFREDDO</b>																		
<b>VI03 – VIADOTTO LETOJANNI</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO PILE</b>	<table border="0"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE</td> <td>ENTE</td> <td>COD.</td> <td>DOC.</td> <td>PROG.</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS2S</td> <td>02</td> <td>D</td> <td>09</td> <td>CL</td> <td>VI0305</td> <td>001</td> <td>A</td> <td>12 di 144</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO	RS2S	02	D	09	CL	VI0305	001	A	12 di 144
PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO											
RS2S	02	D	09	CL	VI0305	001	A	12 di 144											

## 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
C25/30	$\sigma_c \leq 0.40 * f_{ck} = 10.0 \text{ MPa}$	$\sigma_c \leq 0.55 * f_{ck} = 13.75 \text{ MPa}$
C28/35	$\sigma_c \leq 0.40 * f_{ck} = 11.2 \text{ MPa}$	$\sigma_c \leq 0.55 * f_{ck} = 15.4 \text{ MPa}$
C32/40	$\sigma_c \leq 0.40 * f_{ck} = 12.8 \text{ MPa}$	$\sigma_c \leq 0.55 * f_{ck} = 17.6 \text{ MPa}$
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	XC2	Ordinaria (permanente contatto con il terreno)	C28/35	40 mm	w1=0.200 mm
Pali di fondazione	XC2	Ordinaria (permanente contatto con il terreno)	C25/30	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

## 7 CALCOLO E VERIFICA PILA 4 BINARIO DISPARI

### 7.1 Azione sismica

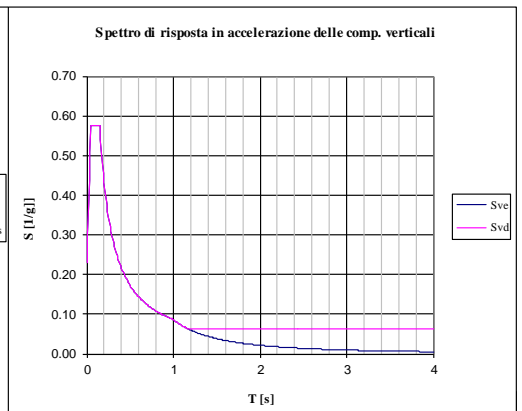
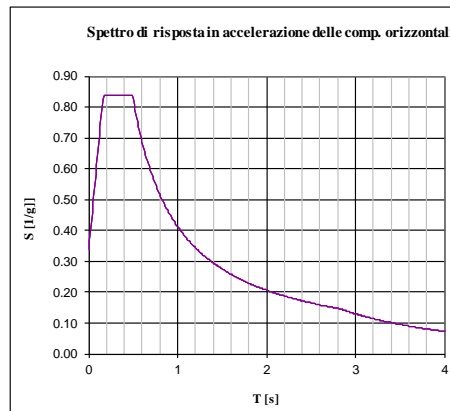
Terr. Tipo	b				
Cat. Topog.	1				
$\xi$	5%				
$\eta$	1				
$a_{g0}$	0.308 g				
$F_0$	2.494				
$T_{C^*}$	0.365 s				
$\gamma_1$	1				
$a_g$	0.308 g				
q	1				
$\beta$	0.2				
		Ss	St		
		1.093	1.000		
Cc	S	TB	TC	TD	
	1.345	1.093	0.164	0.492	2.832

componente verticale		Ss	St		
$F_v$	1.869	1.000	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
$S_d(T)$	0.337	0.231
$S_d(T)$	0.337	0.231

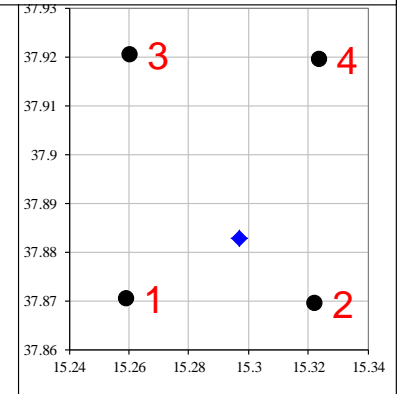
Valore massimo dello spettro (plateau)		
	orizz	vert
$S_d(T)$	0.840	0.576
$S_d(T)$	0.840	0.576

Ponti isolati	
$T_{is}$	1 s
$0.8 \cdot T_{is}$	0.8 s
$\xi$	5%
$\eta$	1.000
$S_{e, is}(T_{is})$	0.413



$V_N$	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	46315	15.25915	37.87057	0.289	2.529	0.363
2	46316	15.32225	37.86952	0.321	2.463	0.366
3	46093	15.26045	37.92056	0.290	2.527	0.364
4	46094	15.32364	37.9195	0.327	2.473	0.369
P		15.296922	37.883022	0.308	2.494	0.365



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

	gradi	primi	secondi	gradi decimali
lat.	37	52	58.88	37.883022
long.	15	17	48.92	15.296922

## 7.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	12.35	11.78	3 637
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					5 013

### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>14.35 m</b>
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	18.84 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	21.84 m

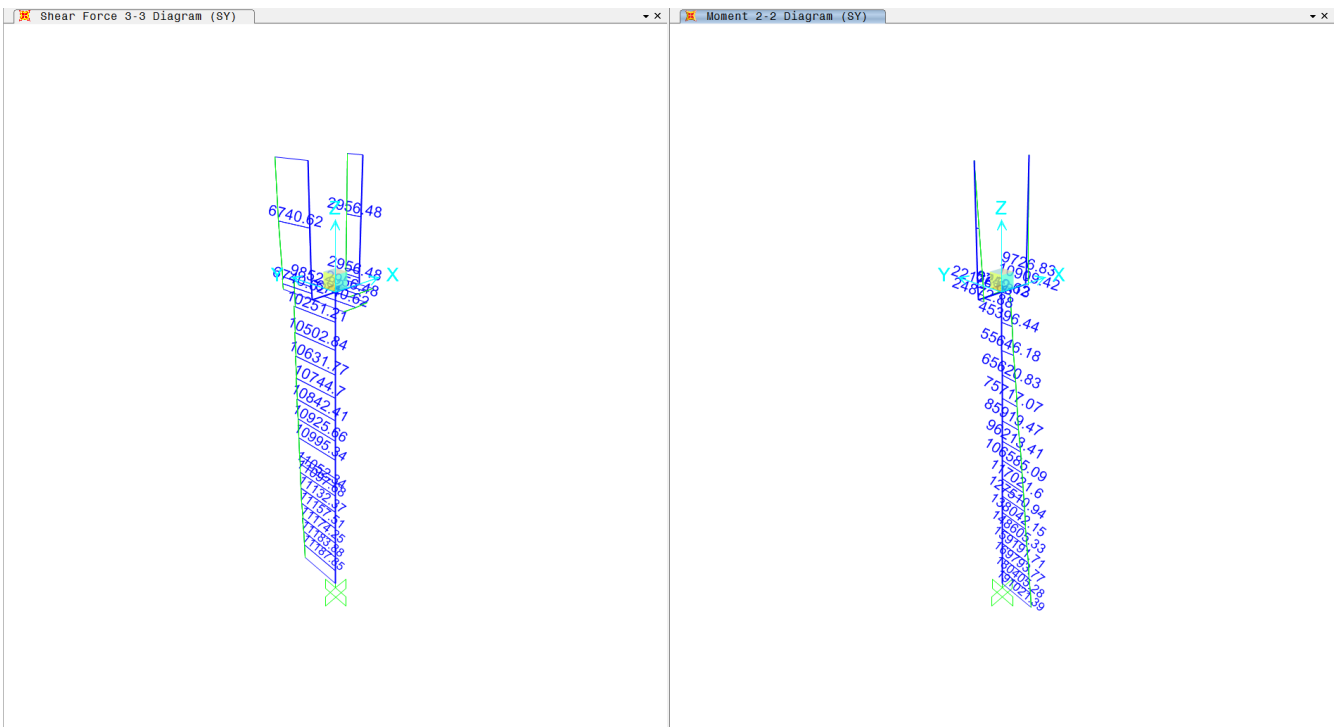
### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
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	130.9	160.4	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	257.8	287.3	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	21	21	kN/ml
Massa sismica	M	278.8	308.3	kN/ml
Pesi propri	G1	3 273	2 005	5 278 kN
Permanenti portati	G2	3 173	1 586	4 759 kN
Permanenti	G	6 445	3 591	10 036 kN
Massa sismica	M	6 970	3 854	10 824 kN

### 7.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	14.75	18.04	18.04 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m <sup>4</sup>	<b>2</b> Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		4.89E+05	1.31E+06	2.18E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	13 940	10 824	10 824 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 900	2 900	2 900 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	16 840	13 724	13 724 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 788	2 165	2 165 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 900	2 900	2 900 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	<b>0.37</b>	<b>0.21</b>	<b>0.05</b> sec	<b>0.37</b>	<b>0.20</b>	<b>0.04</b> sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.576 g			
	1.36	0.617	0.617	0.576 g			
	1.5	0.560	0.560	0.576 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	14 138	11 522	7 902 kN	14 145	11 187	7 112 kN
	1.36	10 396	8 472	7 902 kN	10 404	8 234	7 112 kN
	1.5	9 425	7 681	7 902 kN	9 434	7 469	7 112 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	208 536	207 853	kNm	202 833	191 021	kNm
	1.36	153 335	152 833	kNm	149 144	140 465	kNm
	1.5	139 024	138 569	kNm	135 225	127 358	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.97	0.90 -	1.00	0.97	0.90 -
		1.00	0.97	0.90 -	1.00	0.97	0.90 -
		1.00	0.97	0.90 -	1.00	0.97	0.90 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.92	-	0.97	0.92	-
		0.97	0.92	-	0.97	0.92	-
		0.97	0.92	-	0.97	0.92	-





## 7.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	4 528	958	306
Condizione	ML max	3 302	3 301	0
Condizione	MT max	3 834	984	306
Condizione	Inviluppo	4 528	3 301	306

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 303	1 879
Luce impalcato asse appoggi	Lc	48	22,8
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.051	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	3 472	2 259

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	6 445	3 591 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q1*\Phi$	3 472	2 259 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	$\max G*0.2*\Phi$	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q*\Phi$	104 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	1 505 kN
a quota testa pila	ML	6 757 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 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	0.127	3 491	442
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	3 840	380
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	3 840	380
LM71 (caso utilizzato)						442
SW2	100	1	1.00	0.062	4 528	283
Valore utilizzato						442

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	2 552	323
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 807	278
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 807	278
LM71 (caso utilizzato)						278
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						484

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	1 535	194
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 (caso utilizzato)						167
SW2	100	1	1.00	0.062	1 879	117
Valore utilizzato						285

## 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	22	22 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	v <sub>b,0</sub>	28	25 m/s
Parametri	a <sub>0</sub>	500	500 m
Parametri	k <sub>a</sub>	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (Tr=50 anni)	v <sub>b</sub> =v <sub>b0</sub> +k <sub>a</sub> *(a <sub>s</sub> -a <sub>0</sub> )	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T <sub>R</sub>	75	75 anni
	α <sub>r</sub>	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v <sub>b</sub>	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub> =0.5*ρ*v <sub>b</sub> <sup>2</sup>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 m
parametri	k <sub>r</sub>	0.19	0.19
parametri	Z <sub>0</sub>	0.05	0.05 m
parametri	Z <sub>min</sub>	4	4 m
parametri	Z <sub>max</sub>	200	200 m
Coefficiente di topografia	C <sub>t</sub>	1	1
coefficiente di esposizione (z≤z <sub>min</sub> )	C <sub>e</sub> (Z <sub>min</sub> )	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	C <sub>e</sub> (z)	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	C <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	C <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	50	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	964	482	1 445 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	5 189	2 595	7 784 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	50	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	545	273	818 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 935	1 468	4 403 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	14.35	14.35 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.59	2.59 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.59	2.59 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.59	2.59 -
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	5.61	4.48 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.75	1.40 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.61	4.48 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.2</b>	<b>9.0 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.59	2.59 -
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	5.61	4.48 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.75	1.40 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.61	4.48 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	12.35	12.35 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>69.3</b>	<b>55.3 kN</b>

**7.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione**

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N kN	HL kN	HT kN	ML kNm	MT kNm
Impalcato - Pesi propri	5 278			1 067	
Impalcato - Permanenti portati	4 759			1 428	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	4 528			958	306
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 302			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	3 834			984	306
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	4 528			3 301	306
Traffico ferroviario - Frenatura		1 505		28 354	
Traffico ferroviario - Centrifuga			442		9 131
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		2 072
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 445		28 526
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		150
Vento a ponte scarico - Pila			69		428
Vento a ponte carico - Impalcato			818		16 135
Vento a ponte carico - Pulvino			9		119
Vento a ponte carico - Pila			55		341
Attrito - Permanente		39		570	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		104		1 536	
Sisma q=1 - Long 100%		14 145		202 833	
Sisma q=1 - Trasv 100%			11 187		191 021
Sisma q=1 - Vert 100%	7 112				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 404		149 144	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			8 234		140 465
Sisma q=1.36 - Vert 100%	7 112				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 434		135 225	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			7 469		127 358
Sisma q=1.5 - Vert 100%	7 112				
Pila - Peso proprio	5 013				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	14 850				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	10 740				

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	3	
Modulo minimo palificata (m)	36	45		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	27.52 mq			
Spessore riempimento	3.5 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m3			



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 22 di 144

**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				
<b>Impalcato - Pesi propri</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Impalcato - Permanenti portati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax		Nota 1				0	1		3							0
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max			Nota 1			0		1		1						0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max				Nota 1		0			1							0
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo																
Traffico ferroviario - Frenatura		Nota 1	Nota 1	Nota 1	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0				0
Traffico ferroviario - Centrifuga		Nota 1	Nota 1	Nota 1	0	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0				0
Traffico ferroviario - Serpeggio		Nota 1	Nota 1	Nota 1	0	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0				0
Vento a ponte scarico - Impalcato					1											1
Vento a ponte scarico - Pulvino					1											1
Vento a ponte scarico - Pila					1											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	1	1	1	1
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		0.6	0.6	0.6	0	1	1	1	1	1	1	0				0
Pila - Peso proprio	1	1	1	1	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	1	1	1	1
Ricoprimento plinto - Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	SLUUp_A1_Traffico_gr1_Nmax	SLUUp_A1_Traffico_gr1_MLmax	SLUUp_A1_Traffico_gr1_MTmax	SLUUp_A1_Traffico_gr3_Nmax	SLUUp_A1_Traffico_gr3_MLmax	SLUUp_A1_Traffico_gr3_MTmax	SLUUp_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
	<b>Impalcato - Pesi propri</b>	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
Impalcato - Permanenti portati	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	1.48			1.48			0	1.48			1.48		1.48	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max		1.48			1.48		0		1.48			1.48		0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max			1.48			1.48	0			1.48			1.48	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo														
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
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
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
Attrito - Permanente	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1
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	1	1	1	1	1	1
Fondazione - Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1
Ricoprimento plinto - Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1

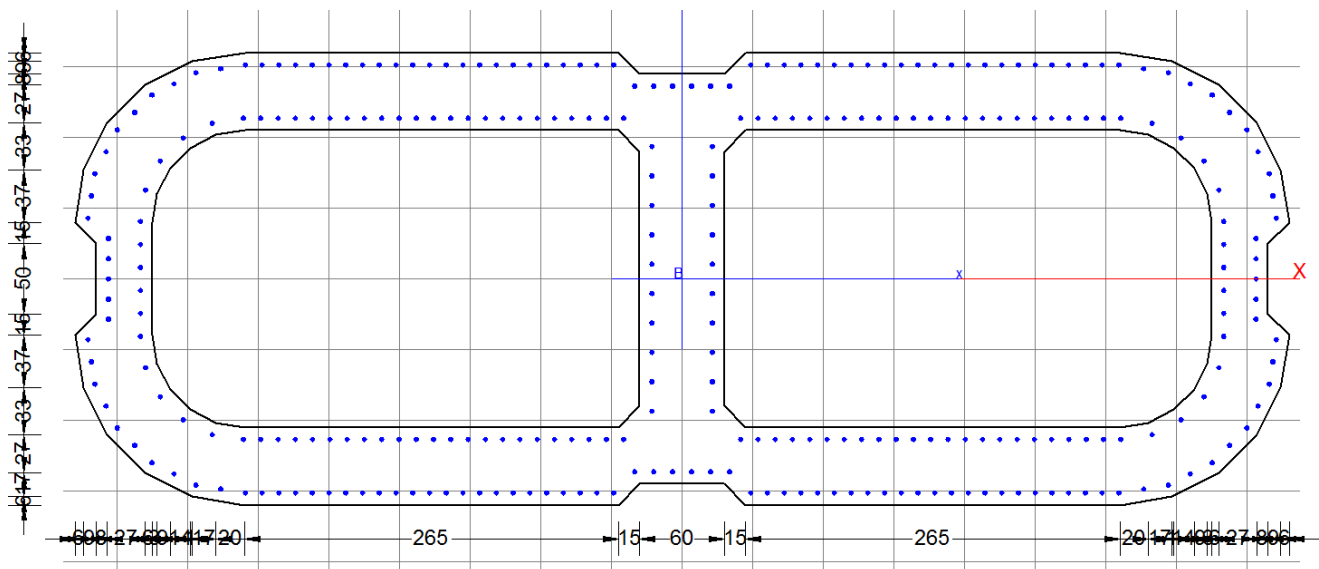
  

	SLV_PrevX_Zpos	SLV_PrevY_Zpos	SLV_PrevZpos	SLV_PrevX_Zneg	SLV_PrevY_Zneg	SLV_PrevZneg
	<b>Impalcato - Pesi propri</b>	1	1	1	1	1
Impalcato - Permanenti portati	1	1	1	1	1	1
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax						
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max						
Traffico ferroviario - 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	1	0.3	0.3	1	0.3
Sisma - Vert 100%	0.3	0.3	1	-0.3	-0.3	-1
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

## 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	15 050	39	0	3 066	0	0.000	1.14	11.4	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	18 672	1 326	971	27 744	19 165	0.064	3.51	-44.3	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	17 691	1 326	971	29 619	18 920	0.081	3.55	-54.7	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	18 117	1 326	971	27 765	19 165	0.068	3.48	-46.5	-
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	15 050	39	1 526	3 066	29 104	0.012	2.22	-7.3	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	19 578	896	1 082	19 737	21 467		3.13	-19.9	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	18 352	896	1 082	22 080	21 161		3.23	-28.9	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	18 884	896	1 082	19 763	21 467		3.10	-21.6	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	19 578	1 648	806	33 914	15 866		3.75	-60.4	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	18 352	1 648	806	36 257	15 559		3.77	-74.1	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	18 884	1 648	806	33 940	15 866		3.71	-63.3	-
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	15 050	39	1 526	3 066	29 104		2.22	-7.3	-
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	27 597	1 295	1 595	28 526	31 625				5.09
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	25 819	1 295	1 595	31 923	31 181				4.60
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	26 590	1 295	1 595	28 564	31 625				5.04
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	27 597	2 386	1 195	49 083	23 503				3.23
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	25 819	2 386	1 195	52 480	23 059				2.99
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	26 590	2 386	1 195	49 121	23 503				3.20
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	21 031	53	2 289	4 352	43 656				7.71
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	21 615	1 281	1 595	27 239	31 625				5.09
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	19 838	1 281	1 595	30 636	31 181				4.61
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	20 609	1 281	1 595	27 277	31 625				5.07
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	21 615	2 372	1 195	47 796	23 503				3.18
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	19 838	2 372	1 195	51 193	23 059				2.94
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	20 609	2 372	1 195	47 834	23 503				3.15
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	15 050	39	2 289	3 066	43 656				7.61
SLVq1_PrevX_Zpos	18 089	14 476	3 467	212 098	59 609				-
SLVq1_PrevY_Zpos	18 089	4 575	11 298	70 115	193 323				-
SLVq1_PrevZpos	23 067	4 575	3 467	70 115	59 609				-
SLVq1_PrevX_Zneg	13 822	14 476	3 467	212 098	59 609				-
SLVq1_PrevY_Zneg	13 822	4 575	11 298	70 115	193 323				-
SLVq1_PrevZneg	8 843	4 575	3 467	70 115	59 609				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	18 089	10 735	2 581	158 409	44 442				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	18 089	3 452	8 345	54 008	142 767				-
SLVq1.36_PrevZpos	23 067	3 452	2 581	54 008	44 442				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	13 822	10 735	2 581	158 409	44 442				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	13 822	3 452	8 345	54 008	142 767				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 843	3 452	2 581	54 008	44 442				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	18 089	9 765	2 352	144 490	40 510				1.04
SLVq1.50_PrevY_Zpos	18 089	3 161	7 580	49 832	129 660				1.99
SLVq1.50_PrevZpos	23 067	3 161	2 352	49 832	40 510				2.98
SLVq1.50_PrevX_Zneg	13 822	9 765	2 352	144 490	40 510				1.00
SLVq1.50_PrevY_Zneg	13 822	3 161	7 580	49 832	129 660				1.95
SLVq1.50_PrevZneg	8 843	3 161	2 352	49 832	40 510				2.69

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.14	11.4	
SLS_Rara_Fess	0.081	3.55	-54.7	
SLS_Rara		3.77	-74.1	
SLU_A1				2.94
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.00



● 294 Ø 32

Af tot = 2364.49  
( 2.02 %)



## 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		4-BD	4-BD
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>14.35</b>	<b>14.35</b>
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	14 476	11 298
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	212 098	193 323
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	9 765	7 580
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	144 490	129 660
momento resistente alla base della pila	Mrd	144 490	252 837
Rapporto di sovraresistenza	Mrd/Med	1.00	1.95
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	14 476	11 298
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	9 765	14 781
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>9 765</b>	<b>11 298</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.75	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>9 765</b>	<b>11 298</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

Taglio longitudinale - Setto centrale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0.05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0.95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

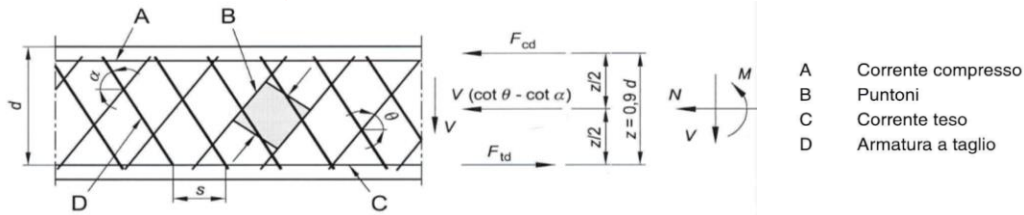
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	9 765	x0.47=	4590 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 4590 kN</b>

N<sub>sd</sub>= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.600 m Larghezza (6.16)  
h = 2.900 m Altezza totale  
c = 0.100 m Copriferro  
d = 2.800 m Altezza utile  
Ac = 1.74 mq Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φ<sub>w</sub>= 14 mm Diametro staffa  
n= 7.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 10.78 cm<sup>2</sup>  
z= 2.52 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.90 % =A<sub>sw</sub>/(s\*b<sub>w</sub>\*sinα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/f<sub>yk</sub>\*100  
s= 0.2 m =passo staffe <= 2.10 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(b<sub>w</sub>\*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<sub>w,max</sub>= 3.51 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(b<sub>w</sub>\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw/s,ins</sub> = 53.88 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 5 313 kN =A<sub>sw</sub>\*s\*z\* f<sub>yd</sub> \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub> = 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 7 172 kN =α<sub>cw</sub>\*b<sub>w</sub>\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 4 590 kN

V<sub>Rd</sub>= 5 313 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.86 <=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<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
αct= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γs= 1.15  
fyd= 391.3 MPa

Taglio

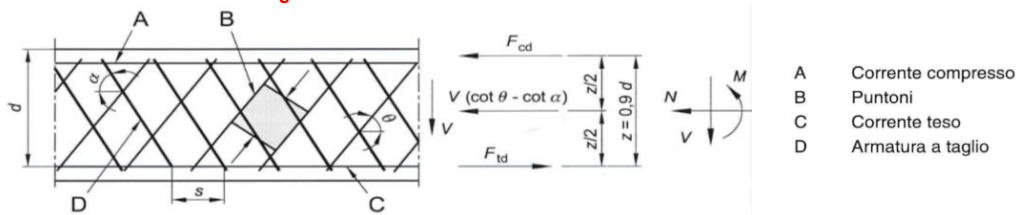
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 9 765 x0.27= 2637 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 2637 kN**

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 cm<sup>2</sup>  
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\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 38.48 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 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)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =Nsd/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 4 099 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub>= 2 637 kN

V<sub>Rd</sub>= 3 253 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>,V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.81 <=1**

### Taglio trasversale

#### 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<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
αct= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

##### Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γS= 1.15  
fyd= 391.3 MPa

##### Taglio

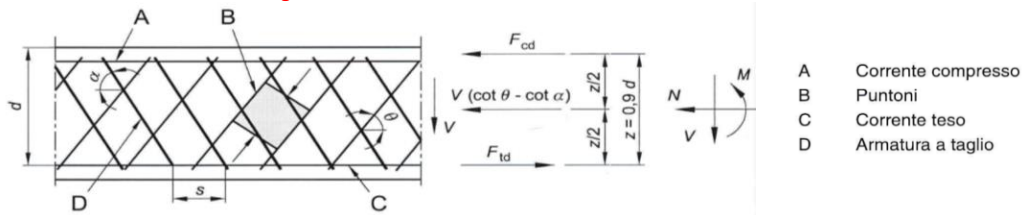
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 11 298 x0.50= 5649 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 5649 kN**

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)

φw= 14 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
Asw= 3.08 cm<sup>2</sup>  
z= 9.90 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρw= 0.28 % =Asw/(s\*bw\*sinα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/fyk\*100  
s= 0.2 m =passo staffe <= 8.25 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= 1.10 = Asw,max\*fyd/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 15.39 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 14 910 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  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 17 812 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.24 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 5 649 kN

V<sub>Rd</sub>= 12 024 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

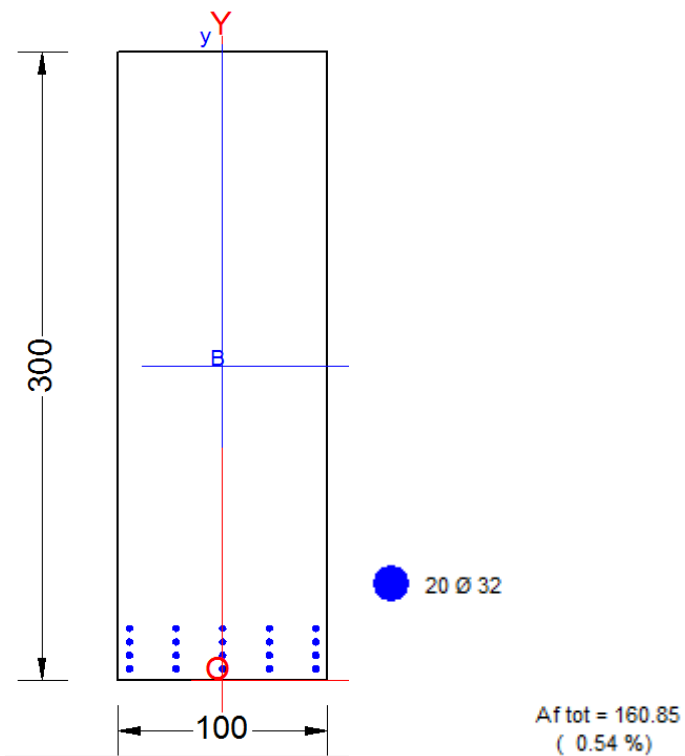
**c.s. = 0,47 <=1**

## 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	40 640	39	0	3 183	0	3 476	3 299	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	44 262	1 326	971	31 722	22 078	5 061	2 317	137
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	43 282	1 326	971	33 597	21 833	5 026	2 189	137
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	43 707	1 326	971	31 743	22 078	5 015	2 270	137
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	40 640	39	1 526	3 183	33 682	4 224	2 550	128
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	45 168	896	1 082	22 425	24 713	4 937	2 592	118
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	43 942	896	1 082	24 768	24 407	4 893	2 432	118
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	44 474	896	1 082	22 451	24 713	4 879	2 534	118
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	45 168	1 648	806	38 858	18 284	5 250	2 279	153
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	43 942	1 648	806	41 201	17 977	5 206	2 118	153
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	44 474	1 648	806	38 884	18 284	5 193	2 220	153
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	40 640	39	1 526	3 183	33 682	4 224	2 550	128
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	62 143	1 295	1 595	32 411	36 410	6 888	3 470	172
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	60 366	1 295	1 595	35 808	35 966	6 825	3 237	172
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	61 137	1 295	1 595	32 449	36 410	6 806	3 385	172
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	62 143	2 386	1 195	56 241	27 088	7 343	3 015	223
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	60 366	2 386	1 195	59 638	26 644	7 280	2 782	223
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	61 137	2 386	1 195	56 279	27 088	7 261	2 930	223
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	55 578	53	2 289	4 511	50 523	5 880	3 384	191
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	47 206	1 281	1 595	31 082	36 410	5 607	2 262	171
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	45 428	1 281	1 595	34 479	35 966	5 543	2 029	171
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	46 199	1 281	1 595	31 120	36 410	5 524	2 177	171
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	47 206	2 372	1 195	54 912	27 088	6 062	1 807	222
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	45 428	2 372	1 195	58 309	26 644	5 998	1 574	222
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	46 199	2 372	1 195	54 950	27 088	5 979	1 722	222
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	40 640	39	2 289	3 183	50 523	4 598	2 176	191
SLVq1_PrevX_Zpos	43 679	14 476	3 467	255 526	70 010	12 294	-5 013	1 241
SLVq1_PrevY_Zpos	43 679	4 575	11 298	83 840	227 217	11 019	-3 738	1 016
SLVq1_PrevZpos	48 658	4 575	3 467	83 840	70 010	7 940	171	479
SLVq1_PrevX_Zneg	39 412	14 476	3 467	255 526	70 010	11 939	-5 369	1 241
SLVq1_PrevY_Zneg	39 412	4 575	11 298	83 840	227 217	10 663	-4 093	1 016
SLVq1_PrevZneg	34 434	4 575	3 467	83 840	70 010	6 755	-1 015	479
SLVq1.36_PrevX_Zpos	43 679	10 735	2 581	190 614	52 185	10 095	-2 814	921
SLVq1.36_PrevY_Zpos	43 679	3 452	8 345	64 364	167 802	9 157	-1 876	753
SLVq1.36_PrevZpos	48 658	3 452	2 581	64 364	52 185	7 003	1 108	360
SLVq1.36_PrevX_Zneg	39 412	10 735	2 581	190 614	52 185	9 739	-3 170	921
SLVq1.36_PrevY_Zneg	39 412	3 452	8 345	64 364	167 802	8 802	-2 232	753
SLVq1.36_PrevZneg	34 434	3 452	2 581	64 364	52 185	5 818	-78	360
SLVq1.50_PrevX_Zpos	43 679	9 765	2 352	173 785	47 566	9 525	-2 244	838
SLVq1.50_PrevY_Zpos	43 679	3 161	7 580	59 315	152 400	8 675	-1 394	685
SLVq1.50_PrevZpos	48 658	3 161	2 352	59 315	47 566	6 760	1 351	329
SLVq1.50_PrevX_Zneg	39 412	9 765	2 352	173 785	47 566	9 169	-2 600	838
SLVq1.50_PrevY_Zneg	39 412	3 161	7 580	59 315	152 400	8 319	-1 749	685
SLVq1.50_PrevZneg	34 434	3 161	2 352	59 315	47 566	5 575	165	329
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	3 476	3 299	4					
SLS_Rara_Fess	5 061	2 189	137					
SLS_Rara	5 250	2 118	153					
SLU_A1	7 343	1 574	223					
SLV - q=1	12 294	-5 369	1 241					
SLV - q=1.36	10 095	-3 170	921					
SLV - q=1.5	9 525	-2 600	838					

### 7.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma														
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18															
spessore	m	3	3.5															
peso a mq	kN/mq	75	63	138														
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4															
peso totale a m/l	kN/m	330	277	607														
momento nella sezione di verifica	kNm/m	726	610	1336														
Larghezza di influenza per pali	m	2.15	=	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	3476	2.9	0		0		3476	10080	1617	4689	-607	-1336	1010	3353			
SLS_Rara_Fess	kN	5061	2.9	0		0		5061	14677	2354	6826	-607	-1336	1747	5491			
SLS_Rara	kN	5250	2.9	0		0		5250	15225	2442	7081	-607	-1336	1835	5746			
SLU_A1	kN	7343	2.9	0		0		7343	21295	3415	9905	-607	-1336	2808	8569			
SLV - q=1	kN	12294	2.9	0		0		12294	35653	5718	16583	-607	-1336	5111	15247			
SLV - q=1.36	kN	10095	2.9	0		0		10095	29276	4695	13617	-607	-1336	4088	12281			
SLV - q=1.5	kN	9525	2.9	0		0		9525	27623	4430	12848	-607	-1336	3823	11512			
		Soll. di progetto		Verifica														
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)										
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-										
SLS_qp		1010	3353		0.096	2.77	-87											
SLS_Rara_Fess		1747	5491		0.157	4.54	-142											
SLS_Rara		1835	5746			4.75	-148											
SLU_A1		2808	8569	16642				1.94										
SLV - q=1		5111	15247	16642				1.09										
SLV - q=1.36		4088	12281	16642				1.36										
SLV - q=1.5		3823	11512	16642				1.45										



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

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 28 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 36 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 15.87 MPa

fctm= 2.77 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 1.94 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.60 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.29 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

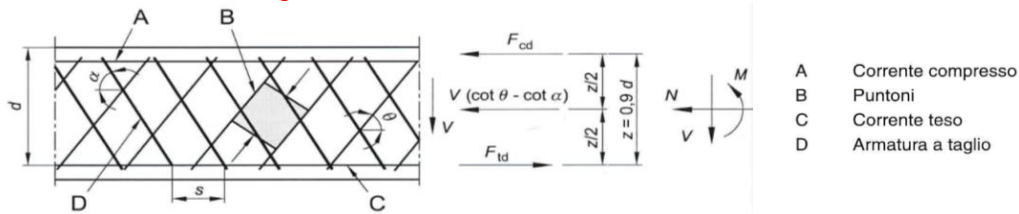
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 5 111 x1.00= 5111 kN  
V<sub>Ed</sub> = 5111 kN

N<sub>sd</sub>= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 1.000 m Larghezza (6.16)  
h = 3.000 m Altezza totale  
c = 0.100 m Copriferro  
d = 2.900 m Altezza utile  
Ac = 3.00 mq Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φ<sub>w</sub>= 25 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 9.82 cm<sup>2</sup>  
z = 2.61 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.25 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*senα)\*100  
s = 0.39 m =passo staffe <= 2.18 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ = 21.8 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(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<sub>w,max</sub> = 0.99 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.23

A<sub>sw/s,ins</sub> = 25.17 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = 6 428 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\* f<sub>ywd</sub> \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v = 0.533 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub> = 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub> = 1.00  
V<sub>Rd,max</sub> = 7 608 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub> = 1.25 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 5 111 kN

V<sub>Rd</sub> = 5 142 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.99 <=1**

## 8 CALCOLO E VERIFICA PILA 2 BINARIO DISPARI

### 8.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 8.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	12.02	11.78	3 540
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 916

#### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>14.02 m</b>
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	18.51 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	21.51 m

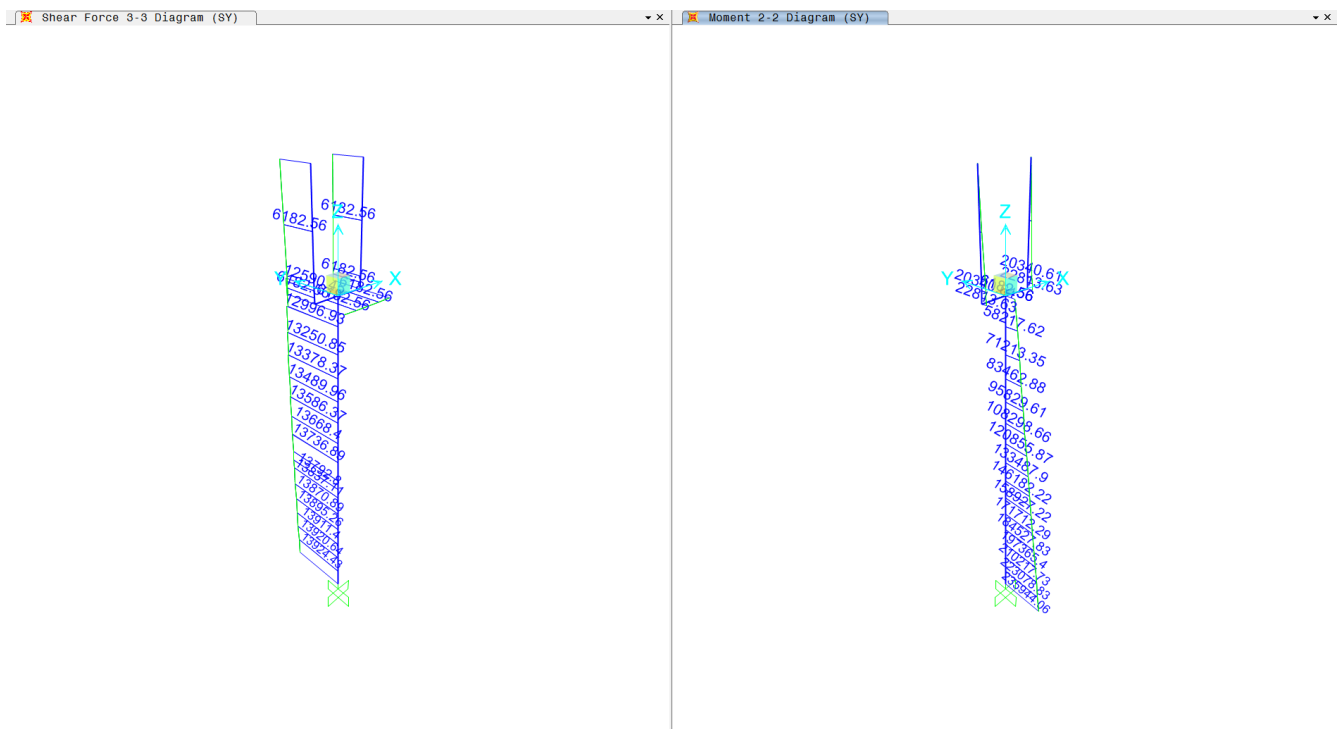
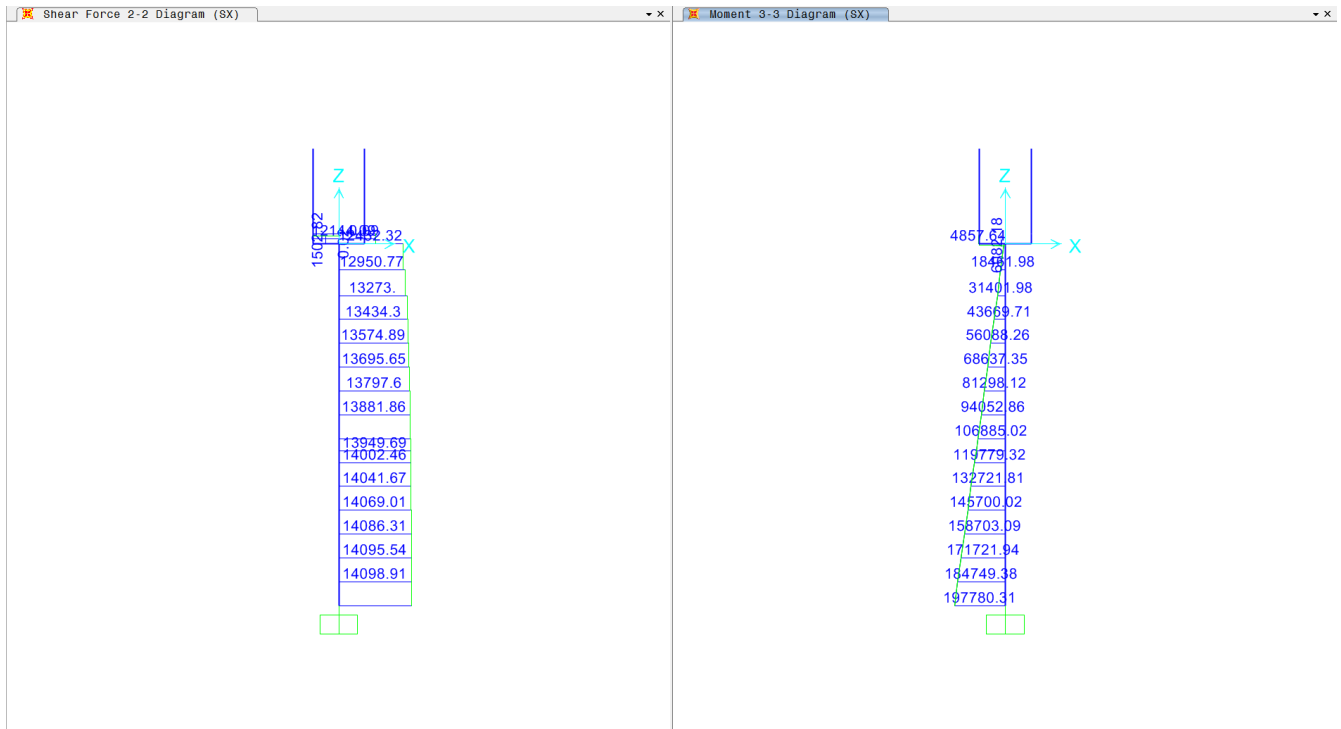
#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
Luce in asse pila		50	50	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1	m
Luce in asse appoggi		48	48	m
Pesi propri	G1	130.9	130.9	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	257.8	257.8	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	21	21	kN/ml
Massa sismica	M	278.8	278.8	kN/ml
Pesi propri	G1	3 273	3 273	6 545 kN
Permanenti portati	G2	3 173	3 173	6 345 kN
Permanenti	G	6 445	6 445	12 890 kN
Massa sismica	M	6 970	6 970	13 940 kN



### 8.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	14.42	17.71	17.71 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m <sup>4</sup>	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		5.24E+05	1.39E+06	2.22E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	13 940	13 940	13 940 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 851	2 851	2 851 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	16 791	16 791	16 791 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 788	2 788	2 788 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 851	2 851	2 851 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.36	0.22	0.06 sec	0.36	0.22	0.05 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.576 g			
	1.36	0.617	0.617	0.576 g			
	1.5	0.560	0.560	0.576 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	14 097	14 097	9 668 kN	14 098	13 924	9 739 kN
	1.36	10 366	10 366	9 668 kN	10 370	10 244	9 739 kN
	1.5	9 398	9 398	9 668 kN	9 403	9 291	9 739 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	203 282	249 662	kNm	197 780	235 944	kNm
	1.36	149 472	183 575	kNm	145 426	173 489	kNm
	1.5	135 521	166 441	kNm	131 854	157 298	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.99	1.01 -	1.00	0.99	1.01 -
		1.00	0.99	1.01 -	1.00	0.99	1.01 -
		1.00	0.99	1.01 -	1.00	0.99	1.01 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.95	-	0.97	0.95	-
		0.97	0.95	-	0.97	0.95	-
		0.97	0.95	-	0.97	0.95	-



## 8.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	5 156	543	394
Condizione	ML max	3 303	3 301	0
Condizione	MT max	4 932	-192	394
Condizione	Inviluppo	5 156	3 301	394

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 303	3 303
Luce impalcato asse appoggi	Lc	48	48
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.051	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	3 472	3 472

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	6 445	6 445 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q_1 \cdot \Phi$	3 472	3 472 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

Attrito permanente	$\max G \cdot 0.2 \cdot \Phi$	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q \cdot \Phi$	104 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	1 505 kN
a quota testa pila	ML	6 757 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 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	0.127	4 485	568
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	4 933	488
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	4 933	488
LM71 (caso utilizzato)						568
SW2	100	1	1.00	0.062	5 156	322
Valore utilizzato						568

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	2 563	325
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	2 563	325
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485

## 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	22	22 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)	$v_b=v_{b,0}+k_a*(a_s-a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	$T_R$	75	75 anni
	$\alpha_r$	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	$v_b$	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	$\rho$	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	$q_b=0.5*\rho*v_b^2$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 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)	$c_e(z)$	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	50	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>964</b>	<b>964</b>	<b>1 927 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	5 189	5 189	10 378 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	50	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>545</b>	<b>545</b>	<b>1 090 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 935	2 935	5 870 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	14.02	14.02 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
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	5.58	4.45 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.58	4.45 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.2</b>	<b>8.9 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
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	5.58	4.45 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.58	4.45 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	12.02	12.02 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>67.1</b>	<b>53.5 kN</b>

## 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	6 545			0	
Impalcato - Permamenti portati	6 345			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	5 156			543	394
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 303			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 932			192	394
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	5 156			3 301	394
Traffico ferroviario - Frenatura		1 505		27 858	
Traffico ferroviario - Centrifuga			568		11 542
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		2 036
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 927		37 398
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		145
Vento a ponte scarico - Pila			67		403
Vento a ponte carico - Impalcato			1 090		21 153
Vento a ponte carico - Pulvino			9		116
Vento a ponte carico - Pila			53		321
Attrito - Permanente		39		558	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		104		1 502	
Sisma q=1 - Long 100%		14 098		197 780	
Sisma q=1 - Trasv 100%			13 924		235 944
Sisma q=1 - Vert 100%	9 739				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 370		145 426	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			10 244		173 489
Sisma q=1.36 - Vert 100%	9 739				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 403		131 854	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			9 291		157 298
Sisma q=1.5 - Vert 100%	9 739				
Pila - Peso proprio	4 916				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	12 483				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	11 253				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	3	4	
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.2	0.55		
Dimensioni plinto (m)	11.4	14.6	3	
Modulo minimo palificata (m)	36	45		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	27.52	mq		
Spessore riempimento	4.5	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m3		

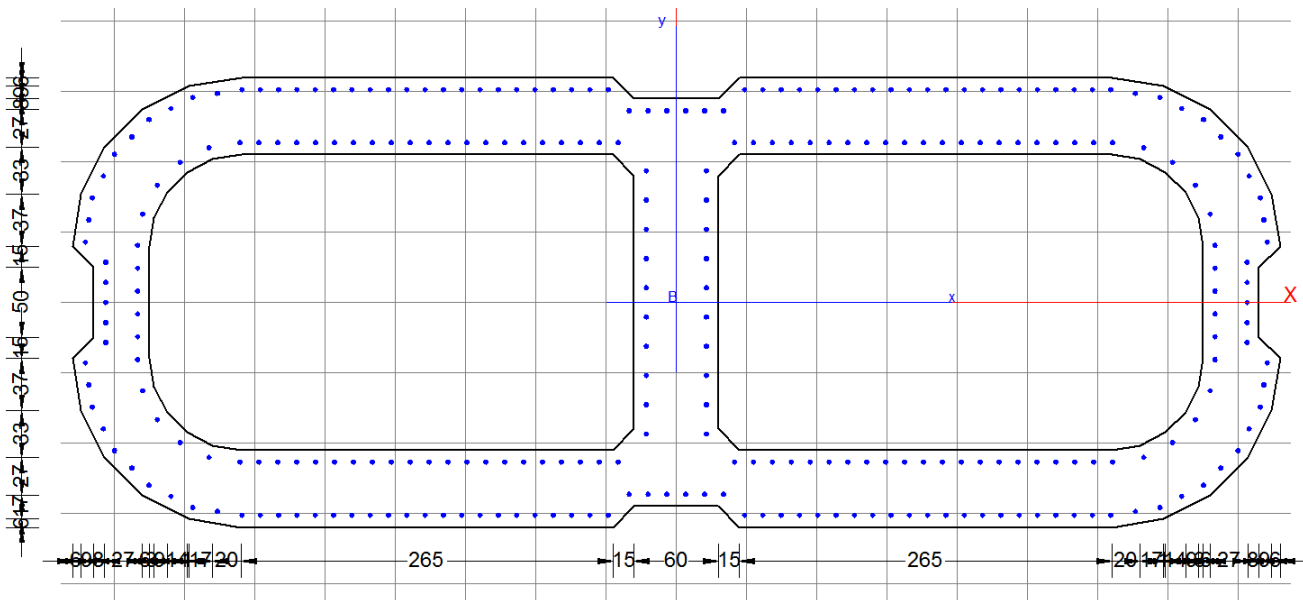
## 8.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

## 8.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati						wk	sc	ss	c.s(>1)
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	17 806	39	0	558	0	0.000	1.21	17.1	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	21 931	1 326	1 235	24 480	24 133	0.044	3.73	-29.0	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	20 449	1 326	1 235	26 687	23 818	0.061	3.81	-40.3	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	21 752	1 326	1 235	24 200	24 133	0.044	3.70	-28.7	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	17 806	39	2 006	558	37 947	0.016	2.73	-10.4	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	22 962	896	1 370	16 532	26 927		3.33	-12.0	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	21 109	896	1 370	19 290	26 533		3.42	-20.9	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	22 738	896	1 370	16 181	26 928		3.30	-11.8	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	22 962	1 648	1 031	30 460	20 138		4.00	-40.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	21 109	1 648	1 031	33 219	19 744		4.05	-57.7	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	22 738	1 648	1 031	30 110	20 138		3.96	-40.0	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	17 806	39	2 006	558	37 947		2.73	-10.4	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	32 466	1 295	2 021	23 915	39 692				5.26
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	29 780	1 295	2 021	27 914	39 121				4.75
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	32 142	1 295	2 021	23 407	39 693				5.33
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	32 466	2 386	1 529	44 111	29 848				3.48
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	29 780	2 386	1 529	48 111	29 276				3.17
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	32 142	2 386	1 529	43 603	29 848				3.50
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	24 990	53	3 009	753	56 921				6.02
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	25 283	1 281	2 021	23 720	39 692				5.15
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	22 596	1 281	2 021	27 719	39 121				4.60
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	24 958	1 281	2 021	23 212	39 693				5.22
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	25 283	2 372	1 529	43 916	29 848				3.34
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	22 596	2 372	1 529	47 916	29 276				3.03
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	24 958	2 372	1 529	43 408	29 848				3.37
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	17 806	39	3 009	558	56 921				5.83
SLVq1_PrevX_Zpos	21 759	14 429	4 313	204 441	73 578				-
SLVq1_PrevY_Zpos	21 759	4 561	14 060	65 995	238 739				-
SLVq1_PrevZpos	28 577	4 561	4 313	65 995	73 578				-
SLVq1_PrevX_Zneg	15 916	14 429	4 313	204 441	73 578				-
SLVq1_PrevY_Zneg	15 916	4 561	14 060	65 995	238 739				-
SLVq1_PrevZneg	9 099	4 561	4 313	65 995	73 578				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	21 759	10 701	3 209	152 087	54 842				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	21 759	3 442	10 380	50 289	176 284				-
SLVq1.36_PrevZpos	28 577	3 442	3 209	50 289	54 842				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	15 916	10 701	3 209	152 087	54 842				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	15 916	3 442	10 380	50 289	176 284				-
SLVq1.36_PrevZneg	9 099	3 442	3 209	50 289	54 842				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	21 759	9 734	2 923	138 515	49 984				1.06
SLVq1.50_PrevY_Zpos	21 759	3 152	9 427	46 217	160 093				1.74
SLVq1.50_PrevZpos	28 577	3 152	2 923	46 217	49 984				3.04
SLVq1.50_PrevX_Zneg	15 916	9 734	2 923	138 515	49 984				1.01
SLVq1.50_PrevY_Zneg	15 916	3 152	9 427	46 217	160 093				1.71
SLVq1.50_PrevZneg	9 099	3 152	2 923	46 217	49 984				2.69

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.21	17.1	
SLS_Rara_Fess	0.061	3.81	-40.3	
SLS_Rara		4.05	-57.7	
SLU_A1				3.03
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.01



● 278 Ø 32

Af tot = 2235.81  
( 1.91 %)



## 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		2-BD	2-BD
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>14.02</b>	<b>14.02</b>
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	14 429	14 060
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	204 441	238 739
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	9 734	9 427
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	138 515	160 093
momento resistente alla base della pila	Mrd	139 900	273 759
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.01	1.71
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	14 429	14 060
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	9 831	16 120
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>9 831</b>	<b>14 060</b>
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	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>9 831</b>	<b>14 060</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

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<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
αct= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γS= 1.15  
fyd= 391.3 MPa

Taglio

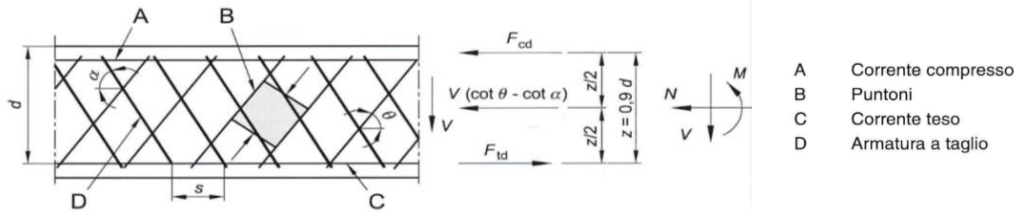
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 9 831 x0.47= 4621 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 4621 kN**

Nsd= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.600 m Larghezza (6.16)  
h = 2.900 m Altezza totale  
c = 0.100 m Copriferro  
d = 2.800 m Altezza utile  
Ac = 1.74 mq Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φw= 14 mm Diametro staffa  
n= 7.00 - Numero braccia  
Asw= 10.78 cm<sup>2</sup>  
z= 2.52 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρw= 0.90 % =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= 3.51 = Asw,max\*fyd/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 53.88 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = 5 313 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<sub>cp</sub>= 0.00 =Nsd/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 7 172 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub> 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 4 621 kN

V<sub>Rd</sub> = 5 313 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.87 <=1**

Taglio longitudinale - Setto laterale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0.05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0.95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

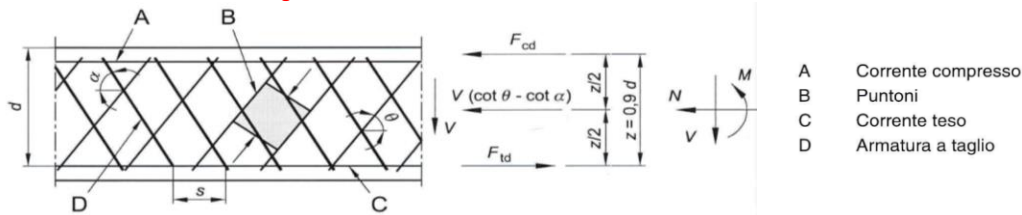
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	9 831	x0.27=	2654 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 2654 kN</b>

N<sub>sd</sub>= 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)**

φ<sub>w</sub>= 14 mm Diametro staffa  
n= 5.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 7.70 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.96 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*sinα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/f<sub>yk</sub>\*100  
s= 0.2 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(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  
ρ<sub>w,max</sub>= 3.76 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw</sub>/s<sub>ins</sub> = 38.48 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 3 253 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\*f<sub>wd</sub>\*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 4 099 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 2 654 kN

V<sub>Rd</sub>= 3 253 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.82 <=1**

### Taglio trasversale

#### 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<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
αct= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

##### Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γS= 1.15  
fyd= 391.3 MPa

##### Taglio

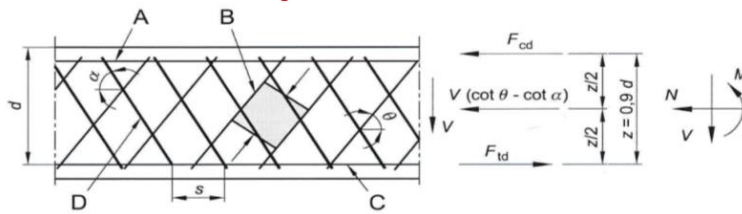
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 14 060 x0.50= 7030 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 7030 kN**

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



- 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<sup>2</sup>  
z= 9.90 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρw= 0.28 % =Asw/(s\*bw\*senα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/fyk\*100  
s= 0.2 m =passo staffe <= 8.25 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= 1.10 = Asw,max\*fyd/(bw\*s)<=1/2\*αcw\*v\*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 15.39 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 14 910 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<sub>Rd,max</sub>= 17 812 kN =αcw\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.24 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub>= 7 030 kN

V<sub>Rd</sub>= 12 024 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.58 <=1**

**8.10 Scarichi intradosso fondazione**

<b>Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati</b>					
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT
SLE_qp	41 542	39	0	675	0
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	45 667	1 326	1 235	28 458	27 838
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	44 184	1 326	1 235	30 665	27 523
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	45 488	1 326	1 235	28 178	27 838
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	41 542	39	2 006	675	43 965
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	46 698	896	1 370	19 220	31 037
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	44 845	896	1 370	21 978	30 643
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	46 474	896	1 370	18 869	31 038
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	46 698	1 648	1 031	35 404	23 231
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	44 845	1 648	1 031	38 163	22 837
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	46 474	1 648	1 031	35 054	23 231
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	41 542	39	2 006	675	43 965
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	64 509	1 295	2 021	27 800	45 755
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	61 823	1 295	2 021	31 799	45 184
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	64 185	1 295	2 021	27 292	45 756
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	64 509	2 386	1 529	51 269	34 435
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	61 823	2 386	1 529	55 269	33 863
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	64 185	2 386	1 529	50 761	34 435
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	57 033	53	3 009	912	65 948
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	49 018	1 281	2 021	27 563	45 755
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	46 331	1 281	2 021	31 562	45 184
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	48 693	1 281	2 021	27 055	45 756
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	49 018	2 372	1 529	51 032	34 435
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	46 331	2 372	1 529	55 032	33 863
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	48 693	2 372	1 529	50 524	34 435
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	41 542	39	3 009	675	65 948
SLVq1_PrevX_Zpos	45 495	14 429	4 313	247 728	86 517
SLVq1_PrevY_Zpos	45 495	4 561	14 060	79 678	280 919
SLVq1_PrevZpos	52 312	4 561	4 313	79 678	86 517
SLVq1_PrevX_Zneg	39 651	14 429	4 313	247 728	86 517
SLVq1_PrevY_Zneg	39 651	4 561	14 060	79 678	280 919
SLVq1_PrevZneg	32 834	4 561	4 313	79 678	86 517
SLVq1.36_PrevX_Zpos	45 495	10 701	3 209	184 190	64 469
SLVq1.36_PrevY_Zpos	45 495	3 442	10 380	60 615	207 424
SLVq1.36_PrevZpos	52 312	3 442	3 209	60 615	64 469
SLVq1.36_PrevX_Zneg	39 651	10 701	3 209	184 190	64 469
SLVq1.36_PrevY_Zneg	39 651	3 442	10 380	60 615	207 424
SLVq1.36_PrevZneg	32 834	3 442	3 209	60 615	64 469
SLVq1.50_PrevX_Zpos	45 495	9 734	2 923	167 717	58 753
SLVq1.50_PrevY_Zpos	45 495	3 152	9 427	55 673	188 374
SLVq1.50_PrevZpos	52 312	3 152	2 923	55 673	58 753
SLVq1.50_PrevX_Zneg	39 651	9 734	2 923	167 717	58 753
SLVq1.50_PrevY_Zneg	39 651	3 152	9 427	55 673	188 374
SLVq1.50_PrevZneg	32 834	3 152	2 923	55 673	58 753

## 9 CALCOLO E VERIFICA PILA 3 BINARIO DISPARI

### 9.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 9.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	9.1	11.78	2 680
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 056

#### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>11.1 m</b>
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	15.59 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	18.59 m

#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
Luce in asse pila		50	50	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1	m
Luce in asse appoggi		48	48	m
Pesi propri	G1	130.9	130.9	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	257.8	257.8	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	21	21	kN/ml
Massa sismica	M	278.8	278.8	kN/ml
Pesi propri	G1	3 273	3 273	6 545 kN
Permanenti portati	G2	3 173	3 173	6 345 kN
Permanenti	G	6 445	6 445	12 890 kN
Massa sismica	M	6 970	6 970	13 940 kN

### 9.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	11.5	14.79	14.79 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m <sup>4</sup>	1 Semplificata		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		1.03E+06	2.38E+06	2.66E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	13 940	13 940	13 940 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 421	2 421	2 421 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	16 361	16 361	16 361 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 788	2 788	2 788 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 421	2 421	2 421 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	si	si	si -			
Periodo proprio	T	0.25	0.17	0.05 sec			
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.574 g			
	1.36	0.617	0.617	0.574 g			
	1.5	0.560	0.560	0.574 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	13 736	13 736	9 397 kN	kN		
	1.36	10 100	10 100	9 397 kN	0 kN		
	1.5	9 158	9 158	9 397 kN	0 kN		
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	157 967	203 159	kNm	kNm		
	1.36	116 152	149 382	kNm	kNm		
	1.5	105 311	135 440	kNm	kNm		
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>					Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		0.00	0.00	0.00 -			
		0.00	0.00	0.00 -			
		0.00	0.00	0.00 -			
		Momento allo spiccato pila					
		0.00	0.00	-			
		0.00	0.00	-			
		0.00		-			

## 9.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	5 156	543	394
Condizione	ML max	3 303	3 301	0
Condizione	MT max	4 932	-192	394
Condizione	Inviluppo	5 156	3 301	394

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	3 303	3 303
Luce impalcato asse appoggi	Lc	48	48
Coefficiente dinamico	Φ3	1.051	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	3 472	3 472

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	6 445	6 445 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1*Φ	3 472	3 472 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	maxG*0.2*Φ	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ*Φ	104 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	1 505 kN
a quota testa pila	ML	6 757 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 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	0.127	4 485	568
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	4 933	488
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	4 933	488
LM71 (caso utilizzato)						568
SW2	100	1	1.00	0.062	5 156	322
Valore utilizzato						568

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.79	0.127	2 563	325
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.79	0.127	2 563	325
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485



## 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	22	22 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
	$\alpha_r$	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	$v_b$	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	$\rho$	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	$q_b=0.5*\rho*v_b^2$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 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)	$c_e(z)$	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	50	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>964</b>	<b>964</b>	<b>1 927 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	5 189	5 189	10 378 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	50	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>545</b>	<b>545</b>	<b>1 090 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 935	2 935	5 870 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	11.1	11.1 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.42	2.42 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.42	2.42 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.42	2.42 -
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	5.25	4.19 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.64	1.31 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.25	4.19 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>10.5</b>	<b>8.4 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.42	2.42 -
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	5.25	4.19 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.64	1.31 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.25	4.19 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	9.1	9.1 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>47.8</b>	<b>38.1 kN</b>

**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	6 545			0	
Impalcato - Permamenti portati	6 345			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	5 156			543	394
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 303			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 932			192	394
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	5 156			3 301	394
Traffico ferroviario - Frenatura		1 505		23 463	
Traffico ferroviario - Centrifuga			568		9 883
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		1 715
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 927		31 771
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		106
Vento a ponte scarico - Pila			48		217
Vento a ponte carico - Impalcato			1 090		17 970
Vento a ponte carico - Pulvino			8		85
Vento a ponte carico - Pila			38		173
Attrito - Permanente		39		445	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		104		1 198	
Sisma q=1 - Long 100%		13 736		157 967	
Sisma q=1 - Trasv 100%			13 736		203 159
Sisma q=1 - Vert 100%	9 397				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 100		116 152	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			10 100		149 382
Sisma q=1.36 - Vert 100%	9 397				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 158		105 311	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			9 158		135 440
Sisma q=1.5 - Vert 100%	9 397				
Pila - Peso proprio	4 056				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	14 850				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	3 069				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	3	4	
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	12	16.5	3	
Modulo minimo palificata (m)	36	45		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	27.52 mq			
Spessore riempimento	1 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m3			

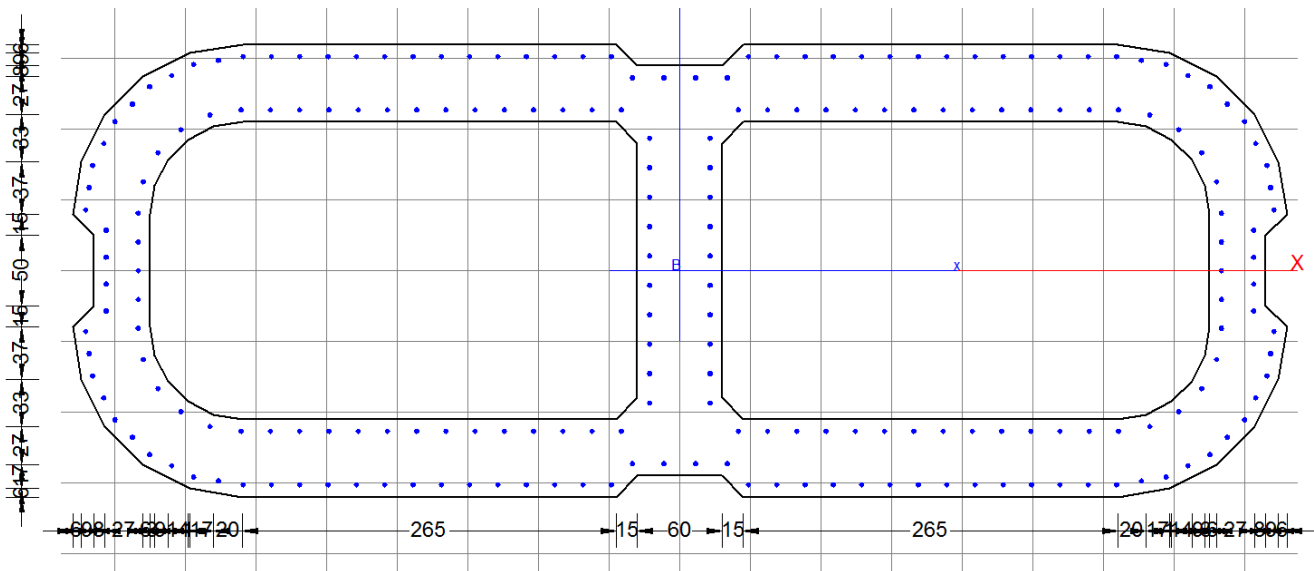
## 9.7 Combinazioni di carico


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	16 946	39	0	445	0	0.000	1.21	17.2	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	21 071	1 326	1 225	20 608	20 531	0.032	3.45	-19.9	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	19 589	1 326	1 225	22 815	20 216	0.055	3.55	-31.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	20 892	1 326	1 225	20 328	20 531	0.032	3.42	-19.7	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	16 946	39	1 986	445	32 095	0.008	2.50	-5.1	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	22 102	896	1 361	13 917	22 929		3.11	-6.2	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	20 249	896	1 361	16 676	22 535		3.20	-14.5	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	21 878	896	1 361	13 567	22 930		3.08	-6.0	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	22 102	1 648	1 022	25 649	17 130		3.73	-28.8	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	20 249	1 648	1 022	28 407	16 736		3.81	-49.0	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	21 878	1 648	1 022	25 298	17 131		3.69	-28.4	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	16 946	39	1 986	445	32 095		2.50	-5.1	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	31 305	1 295	2 007	20 135	33 794				5.38
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	28 619	1 295	2 007	24 135	33 223				4.69
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	30 981	1 295	2 007	19 627	33 794				5.48
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	31 305	2 386	1 515	37 146	25 386				3.45
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	28 619	2 386	1 515	41 145	24 814				3.07
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	30 981	2 386	1 515	36 638	25 386				3.49
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	23 829	53	2 979	601	48 142				6.23
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	24 423	1 281	2 007	19 980	33 794				5.19
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	21 736	1 281	2 007	23 979	33 223				4.48
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	24 098	1 281	2 007	19 472	33 794				5.28
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	24 423	2 372	1 515	36 990	25 386				3.28
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	21 736	2 372	1 515	40 990	24 814				2.91
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	24 098	2 372	1 515	36 482	25 386				3.31
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	16 946	39	2 979	445	48 142				5.94
SLVq1_PrevX_Zpos	20 797	14 068	4 257	163 662	63 347				-
SLVq1_PrevY_Zpos	20 797	4 452	13 872	53 086	205 558				-
SLVq1_PrevZpos	27 374	4 452	4 257	53 086	63 347				-
SLVq1_PrevX_Zneg	15 159	14 068	4 257	163 662	63 347				-
SLVq1_PrevY_Zneg	15 159	4 452	13 872	53 086	205 558				-
SLVq1_PrevZneg	8 581	4 452	4 257	53 086	63 347				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	20 797	10 431	3 166	121 848	47 213				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	20 797	3 361	10 236	40 541	151 781				-
SLVq1.36_PrevZpos	27 374	3 361	3 166	40 541	47 213				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	15 159	10 431	3 166	121 848	47 213				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	15 159	3 361	10 236	40 541	151 781				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 581	3 361	3 166	40 541	47 213				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	20 797	9 489	2 883	111 007	43 031				1.08
SLVq1.50_PrevY_Zpos	20 797	3 079	9 294	37 289	137 838				1.80
SLVq1.50_PrevZpos	27 374	3 079	2 883	37 289	43 031				3.14
SLVq1.50_PrevX_Zneg	15 159	9 489	2 883	111 007	43 031				1.02
SLVq1.50_PrevY_Zneg	15 159	3 079	9 294	37 289	137 838				1.73
SLVq1.50_PrevZneg	8 581	3 079	2 883	37 289	43 031				2.66

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.21	17.2	
SLS_Rara_Fess	0.055	3.55	-31.4	
SLS_Rara		3.81	-49.0	
SLU_A1				2.91
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.02



 214 Ø 32

Af tot = 1721.09  
( 1.47 %)

## 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		3-BD	3-BD
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>11.1</b>	<b>11.1</b>
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	14 068	13 872
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	163 662	205 558
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	9 489	9 294
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	111 007	137 838
momento resistente alla base della pila	Mrd	113 227	238 460
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.02	1.73
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	14 068	13 872
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	9 679	16 079
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>9 679</b>	<b>13 872</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.78	1.25
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>9 679</b>	<b>13 872</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

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

## 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	34 865	39	0	562	0	2 922	2 890	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	38 990	1 326	1 225	24 586	24 206	4 471	2 029	151
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	37 507	1 326	1 225	26 793	23 891	4 401	1 851	151
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	38 811	1 326	1 225	24 306	24 206	4 448	2 022	151
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	34 865	39	1 986	562	38 053	3 767	2 045	166
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	40 021	896	1 361	16 605	27 012	4 397	2 274	136
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	38 168	896	1 361	19 364	26 618	4 311	2 052	136
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	39 797	896	1 361	16 255	27 013	4 369	2 265	136
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	40 021	1 648	1 022	30 593	20 196	4 634	2 037	162
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	38 168	1 648	1 022	33 351	19 802	4 548	1 815	162
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	39 797	1 648	1 022	30 242	20 197	4 606	2 028	162
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	34 865	39	1 986	562	38 053	3 767	2 045	166
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	55 496	1 295	2 007	24 020	39 815	6 177	3 073	200
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	52 809	1 295	2 007	28 020	39 244	6 052	2 751	200
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	55 171	1 295	2 007	23 512	39 815	6 136	3 060	200
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	55 496	2 386	1 515	44 304	29 931	6 521	2 729	236
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	52 809	2 386	1 515	48 303	29 359	6 395	2 407	236
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	55 171	2 386	1 515	43 796	29 931	6 480	2 716	236
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	48 019	53	2 979	760	57 079	5 292	2 713	249
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	42 341	1 281	2 007	23 823	39 815	5 075	1 982	199
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	39 654	1 281	2 007	27 822	39 244	4 950	1 660	199
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	42 016	1 281	2 007	23 315	39 815	5 034	1 969	199
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	42 341	2 372	1 515	44 106	29 931	5 419	1 639	235
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	39 654	2 372	1 515	48 106	29 359	5 294	1 316	235
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	42 016	2 372	1 515	43 598	29 931	5 378	1 626	235
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	34 865	39	2 979	562	57 079	4 190	1 622	249
SLVq1_PrevX_Zpos	38 715	14 068	4 257	205 866	76 118	10 637	-4 183	1 225
SLVq1_PrevY_Zpos	38 715	4 452	13 872	66 442	247 174	10 565	-4 112	1 215
SLVq1_PrevZpos	45 293	4 452	4 257	66 442	76 118	7 312	238	514
SLVq1_PrevX_Zneg	33 077	14 068	4 257	205 866	76 118	10 167	-4 653	1 225
SLVq1_PrevY_Zneg	33 077	4 452	13 872	66 442	247 174	10 095	-4 581	1 215
SLVq1_PrevZneg	26 500	4 452	4 257	66 442	76 118	5 746	-1 328	514
SLVq1.36_PrevX_Zpos	38 715	10 431	3 166	153 141	56 711	8 741	-2 287	909
SLVq1.36_PrevY_Zpos	38 715	3 361	10 236	50 624	182 489	8 688	-2 235	898
SLVq1.36_PrevZpos	45 293	3 361	3 166	50 624	56 711	6 441	1 108	385
SLVq1.36_PrevX_Zneg	33 077	10 431	3 166	153 141	56 711	8 271	-2 757	909
SLVq1.36_PrevY_Zneg	33 077	3 361	10 236	50 624	182 489	8 218	-2 705	898
SLVq1.36_PrevZneg	26 500	3 361	3 166	50 624	56 711	4 875	-458	385
SLVq1.50_PrevX_Zpos	38 715	9 489	2 883	139 474	51 680	8 249	-1 796	827
SLVq1.50_PrevY_Zpos	38 715	3 079	9 294	46 526	165 720	8 202	-1 748	816
SLVq1.50_PrevZpos	45 293	3 079	2 883	46 526	51 680	6 216	1 334	352
SLVq1.50_PrevX_Zneg	33 077	9 489	2 883	139 474	51 680	7 780	-2 266	827
SLVq1.50_PrevY_Zneg	33 077	3 079	9 294	46 526	165 720	7 732	-2 218	816
SLVq1.50_PrevZneg	26 500	3 079	2 883	46 526	51 680	4 650	-232	352
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	2 922	2 890	4					
SLS_Rara_Fess	4 471	1 851	166					
SLS_Rara	4 634	1 815	166					
SLU_A1	6 521	1 316	249					
SLV - q=1	10 637	-4 653	1 225					
SLV - q=1.36	8 741	-2 757	909					
SLV - q=1.5	8 249	-2 266	827					

### 9.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma												
peso specifico	kN/m3	25	18													
spessore	m	3	1													
peso a mq	kN/mq	75	18	93												
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4													
peso totale a m/l	kN/m	330	79	409												
momento nella sezione di verifica	kNm/m	726	174	900												
Larghezza di influenza per pali	m	2.15	=	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	2922	2.9	0		0		2922	8474	1359	3941	-409	-900	950	3041	
SLS_Rara_Fess	kN	4471	2.9	0		0		4471	12966	2080	6031	-409	-900	1670	5130	
SLS_Rara	kN	4634	2.9	0		0		4634	13439	2155	6251	-409	-900	1746	5350	
SLU_A1	kN	6521	2.9	0		0		6521	18911	3033	8796	-409	-900	2624	7896	
SLV - q=1	kN	10637	2.9	0		0		10637	30847	4947	14348	-409	-900	4538	13447	
SLV - q=1.36	kN	8741	2.9	0		0		8741	25349	4066	11790	-409	-900	3656	10890	
SLV - q=1.5	kN	8249	2.9	0		0		8249	23922	3837	11127	-409	-900	3428	10226	
		Soll. di progetto		Verifica												
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)								
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-								
SLS_qp		950	3041		0.099	1.30	-73									
SLS_Rara_Fess		1670	5130		0.159	2.09	-117									
SLS_Rara		1746	5350			2.55	-143									
SLU_A1		2624	7896	4933				1.86								
SLV - q=1		4538	13447	4933				2.30								
SLV - q=1.36		3656	10890	4933				2.53								
SLV - q=1.5		3428	10226	4933				2.60								

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 3 BD. Il plinto viene armato allo stesso modo.



## 10 CALCOLO E VERIFICA PILA 5 BINARIO DISPARI

### 10.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 10.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	13.1	11.78	3 858
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					5 234

#### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>15.1 m</b>
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	18.89 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	21.39 m

#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
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	160.4	160.4	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	287.3	287.3	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	24.2	24.2	kN/ml
Massa sismica	M	311.5	311.5	kN/ml
Pesi propri	G1	2 005	2 005	4 010 kN
Permanenti portati	G2	1 586	1 586	3 173 kN
Permanenti	G	3 591	3 591	7 183 kN
Massa sismica	M	3 894	3 894	7 788 kN

### 10.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	15.5	18.09	18.09 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		4.22E+05	1.30E+06	2.17E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	7 788	7 788	7 788 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 010	3 010	3 010 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	10 798	10 798	10 798 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	1 558	1 558	1 558 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 010	3 010	3 010 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.32	0.18	0.04 sec	0.31	0.18	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.539 g			
	1.36	0.617	0.617	0.539 g			
	1.5	0.560	0.560	0.539 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	9 065	9 065	5 825 kN	9 138	9 019	5 840 kN
	1.36	6 666	6 666	5 825 kN	3 724	6 642	5 840 kN
	1.5	6 044	6 044	5 825 kN	6 098	6 025	5 840 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	140 514	163 994	kNm	134 517	151 316	kNm
	1.36	103 319	120 584	kNm	98 913	111 268	kNm
	1.5	93 676	109 329	kNm	89 682	100 885	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.01	0.99	1.00 -	1.01	0.99	1.00 -
		0.56	1.00	1.00 -	0.56	1.00	1.00 -
		1.01	1.00	1.00 -	1.01	1.00	1.00 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-

## 10.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	3 030	457	218
Condizione	ML max	1 875	2 069	0
Condizione	MT max	2 730	-6	218
Condizione	Inviluppo	3 030	2 069	218

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
		Carico verticale	N max
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8	22.8
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.202	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	2 259	2 259

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	3 591	3 591 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1* $\Phi$	2 259	2 259 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

Attrito permanente	maxG*0.2* $\Phi$	22 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ* $\Phi$	68 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	25 m
a livello binario	HL	908 kN
a quota testa pila	ML	3 441 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	417 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza	Qv	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	0.131	2 485	326
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 733	271
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 733	271
LM71 (caso utilizzato)						326
SW2	100	1	1.00	0.062	3 030	189
Valore utilizzato						326

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.131	1 535	201
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 (caso utilizzato)						167
SW2	100	1	1.00	0.062	1 879	117
Valore utilizzato						285

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.131	1 535	201
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 (caso utilizzato)						167
SW2	100	1	1.00	0.062	1 879	117
Valore utilizzato						285

## 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	22	22 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	v <sub>b,0</sub>	28	25 m/s
Parametri	a <sub>0</sub>	500	500 m
Parametri	k <sub>a</sub>	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (Tr=50 anni)	v <sub>b</sub> =v <sub>b0</sub> +k <sub>a</sub> *(a <sub>s</sub> -a <sub>0</sub> )	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T <sub>R</sub>	75	75 anni
	α <sub>r</sub>	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v <sub>b</sub>	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub> =0.5*ρ*v <sub>b</sub> <sup>2</sup>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 m
parametri	k <sub>r</sub>	0.19	0.19
parametri	z <sub>0</sub>	0.05	0.05 m
parametri	z <sub>min</sub>	4	4 m
parametri	z <sub>max</sub>	200	200 m
Coefficiente di topografia	C <sub>t</sub>	1	1
coefficiente di esposizione (z≤z <sub>min</sub> )	C <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> )	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	C <sub>e</sub> (z)	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	C <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	C <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	482	482	964 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 595	2 595	5 189 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	25	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	273	273	545 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	1 468	1 468	2 935 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	15.1	15.1 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.62	2.62 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.62	2.62 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.62	2.62 -
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	5.69	4.53 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.78	1.42 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.69	4.53 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.4</b>	<b>9.1 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.62	2.62 -
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	5.69	4.53 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.78	1.42 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.69	4.53 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	13.1	13.1 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>74.5</b>	<b>59.4 kN</b>

**10.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione**

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	4 010			0	
Impalcato - Permanenti portati	3 173			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	3 030			457	218
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	1 875			2 069	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	2 730			6	218
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	3 030			2 069	218
Traffico ferroviario - Frenatura		908		17 152	
Traffico ferroviario - Centrifuga			326		6 738
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		2 078
Vento a ponte scarico - Impalcato			964		19 740
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		160
Vento a ponte scarico - Pila			75		488
Vento a ponte carico - Impalcato			545		11 165
Vento a ponte carico - Pulvino			9		128
Vento a ponte carico - Pila			59		389
Attrito - Permanente		22		334	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		68		1 050	
Sisma q=1 - Long 100%		9 138		134 517	
Sisma q=1 - Trasv 100%			9 019		151 316
Sisma q=1 - Vert 100%	5 840				
Sisma q=1.36 - Long 100%		3 724		98 913	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			6 642		111 268
Sisma q=1.36 - Vert 100%	5 840				
Sisma q=1.5 - Long 100%		6 098		89 682	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			6 025		100 885
Sisma q=1.5 - Vert 100%	5 840				
Pila - Peso proprio	5 234				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	9 000				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	10 483				

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	27.52 mq			
Spessore riempimento	5 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m <sup>3</sup>			

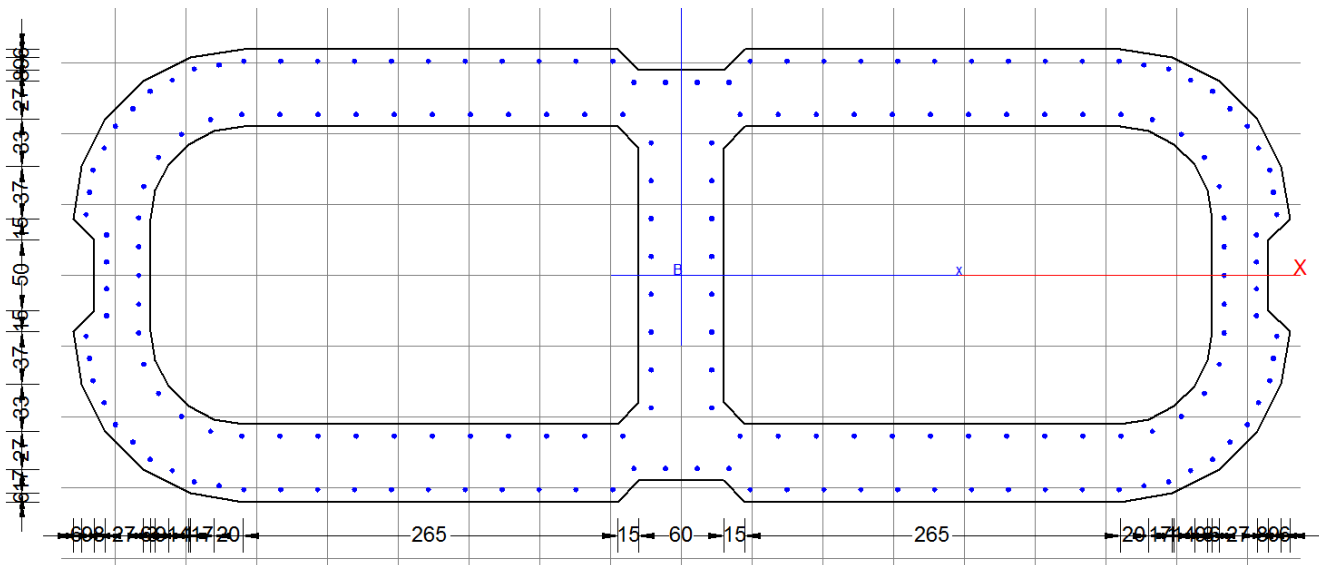
## 10.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

## 10.8 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	12 417	22	0	334	0	0.000	0.91	12.9	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	14 841	803	717	15 262	14 237	0.030	2.54	-16.6	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	13 917	803	717	16 552	14 063	0.047	2.60	-24.8	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	14 601	803	717	14 901	14 237	0.029	2.50	-16.2	-
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	12 417	22	1 050	334	20 389	0.001	1.72	-0.6	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	15 447	544	804	10 418	16 043		2.27	-5.6	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	14 292	544	804	12 030	15 826		2.32	-11.1	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	15 147	544	804	9 967	16 044		2.22	-5.3	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	15 447	998	586	18 994	11 635		2.74	-26.1	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	14 292	998	586	20 606	11 418		2.78	-40.7	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	15 147	998	586	18 543	11 636		2.69	-25.4	-
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	12 417	22	1 050	334	20 389		1.72	-0.6	-
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	21 632	786	1 184	15 072	23 613				6.38
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	19 957	786	1 184	17 410	23 297				5.62
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	21 197	786	1 184	14 419	23 613				6.53
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	21 632	1 444	869	27 508	17 221				3.92
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	19 957	1 444	869	29 845	16 906				3.55
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	21 197	1 444	869	26 854	17 222				3.99
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	17 239	30	1 575	451	30 583				8.70
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	16 810	779	1 184	14 956	23 613				6.12
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	15 136	779	1 184	17 293	23 297				5.39
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	16 375	779	1 184	14 302	23 613				6.31
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	16 810	1 437	869	27 391	17 221				3.72
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	15 136	1 437	869	29 728	16 906				3.39
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	16 375	1 437	869	26 737	17 222				3.79
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	12 417	22	1 575	334	30 583				8.31
SLVq1_PrevX_Zpos	14 775	9 338	2 793	138 634	47 202				-
SLVq1_PrevY_Zpos	14 775	2 941	9 107	44 472	153 123				-
SLVq1_PrevZpos	18 863	2 941	2 793	44 472	47 202				-
SLVq1_PrevX_Zneg	11 271	9 338	2 793	138 634	47 202				-
SLVq1_PrevY_Zneg	11 271	2 941	9 107	44 472	153 123				-
SLVq1_PrevZneg	7 183	2 941	2 793	44 472	47 202				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	14 775	3 924	2 080	103 030	35 188				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	14 775	1 317	6 730	33 791	113 075				-
SLVq1.36_PrevZpos	18 863	1 317	2 080	33 791	35 188				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	11 271	3 924	2 080	103 030	35 188				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	11 271	1 317	6 730	33 791	113 075				-
SLVq1.36_PrevZneg	7 183	1 317	2 080	33 791	35 188				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	14 775	6 298	1 895	93 799	32 073				1.08
SLVq1.50_PrevY_Zpos	14 775	2 029	6 113	31 021	102 692				2.08
SLVq1.50_PrevZpos	18 863	2 029	1 895	31 021	32 073				3.25
SLVq1.50_PrevX_Zneg	11 271	6 298	1 895	93 799	32 073				1.04
SLVq1.50_PrevY_Zneg	11 271	2 029	6 113	31 021	102 692				2.01
SLVq1.50_PrevZneg	7 183	2 029	1 895	31 021	32 073				2.83

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	0.91	12.9	
SLS_Rara_Fess	0.047	2.60	-24.8	
SLS_Rara		2.78	-40.7	
SLU_A1				3.39
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.04



● 186 Ø 32

Af tot = 1495.90  
( 1.28 %)





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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 65 di 144

### 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		5-BD	5-BD
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>15.1</b>	<b>15.1</b>
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	9 338	9 107
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	138 634	153 123
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	6 298	6 113
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	93 799	102 692
momento resistente alla base della pila	Mrd	97 551	206 411
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.04	2.01
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	9 338	9 107
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	6 550	12 287
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>6 550</b>	<b>9 107</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.81	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>6 550</b>	<b>9 107</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

Taglio longitudinale - Setto centrale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
f<sub>cm</sub>= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
f<sub>cd</sub>= 18.13 MPa

f<sub>ctm</sub>= 3.02 MPa  
f<sub>ctk0.05</sub>= 2.12 MPa  
f<sub>ctk0.95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
f<sub>ctd</sub>= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

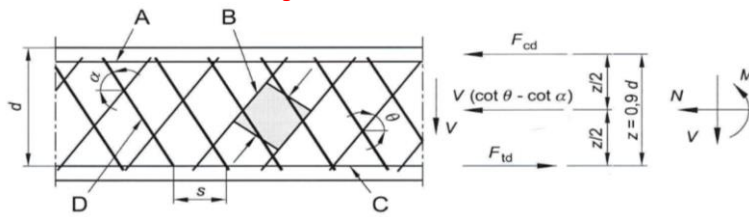
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
PK	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	6 550	x0.47=	3079 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 3079 kN</b>

N<sub>sd</sub>= 0 kN Sforzo normale

Geometria

bw = 0.600 m Larghezza (6.16)  
h = 2.900 m Altezza totale  
c = 0.100 m Copriferro  
d = 2.800 m Altezza utile  
Ac = 1.74 mq Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



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

**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φ<sub>w</sub>= 14 mm Diametro staffa  
n= 5.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 7.70 cm<sup>2</sup>  
z = 2.52 m = 0.9\*d  
senα = 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.64 % = A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*sinα)\*100 >= 0.10 % = (0.08\*radq(fck))/f<sub>yk</sub>\*100  
s = 0.2 m = passo staffe <= 2.10 m = 0.75\*d\*(1+cotα)  
θ = 45.0 ° = arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(bw\*s\*acw\*n\*f<sub>cd</sub>))  
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<sub>w,max</sub> = 2.51 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s) <= 1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*f<sub>cd</sub> = 4.74

A<sub>sw/s, ins</sub> = 38.48 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = 3 795 kN = A<sub>sw</sub>\*s\*z\* f<sub>yd</sub> \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v = 0.523 = 0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub> = 0.00 = N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub> = 1.00  
V<sub>Rd,max</sub> = 7 172 kN = α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*f<sub>cd</sub>/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub> = 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 3 079 kN

V<sub>Rd</sub> = 3 795 kN = min(V<sub>Rd,s</sub>; V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.81 <= 1**

Taglio longitudinale - Setto laterale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
**fcd= 18.13 MPa**

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0.05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0.95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
**fctd= 1.41 MPa**

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
**fyd= 391.3 MPa**

Taglio

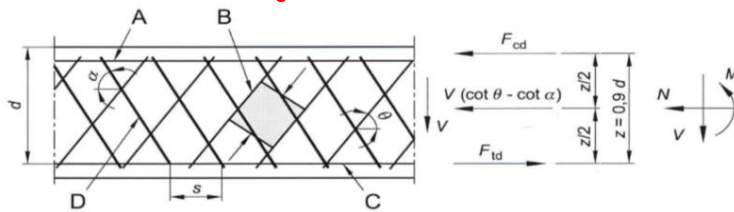
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 6 550 x0.27= 1769 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 1769 kN**

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**



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

**Resistenza lato acciaio (staffe)**

ϕ<sub>w</sub>= 14 mm Diametro staffa  
n= 3.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 4.62 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.58 % =A<sub>sw</sub>/(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(A<sub>sw</sub>\*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  
ρ<sub>w,max</sub>= 2.26 = A<sub>sw,max</sub>\*fyd/(bw\*s) <= 1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw</sub>/s<sub>ins</sub> = 23.09 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = 1 952 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\*fywd\*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =Nsd/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 4 099 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 1 769 kN

V<sub>Rd</sub>= 1 952 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.91 <=1**

### Taglio trasversale

#### Verifica a taglio secondo EC2-2

##### Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
 $\gamma_C$ = 1.50  
 fcm= 40 MPa  
 $\alpha_{cc}$ = 0.85  
**fcd= 18.13 MPa**

fctm= 3.02 MPa  
 fctk<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
 fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
 $\alpha_{ct}$ = 1.00  
**fctd= 1.41 MPa**

##### Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
 $\gamma_S$ = 1.15  
**fyd= 391.3 MPa**

##### Taglio

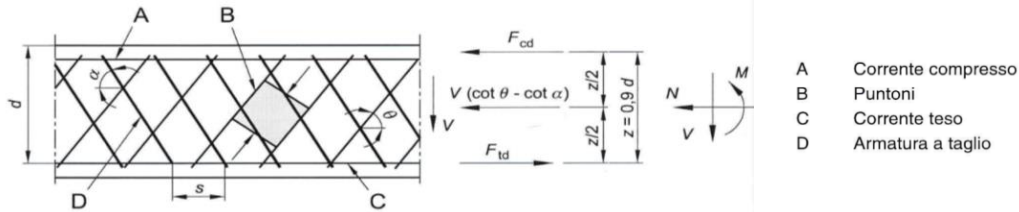
$\gamma$   
 Gk 0 x1.00= 0 kN  
 Pk 0 x1.00= 0 kN  
 Qk 0 x1.00= 0 kN  
 Aed 9 107 x0.50= 4554 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 4554 kN**

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)

$\phi_w$ = 14 mm Diametro staffa  
 n= 2.00 - Numero braccia  
 Asw= 3.08 cm<sup>2</sup>  
 z= 9.90 m =0.9\*d  
 $\sin\alpha$ = 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
 $\rho_w$ = 0.28 % =Asw/(s\*bw\*sin $\alpha$ )\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/fyk\*100  
 s= 0.2 m =passo staffe <= 8.25 m =0.75\*d\*(1+cot $\alpha$ )  
 $\theta$ = 21.8 ° =arcsen(radq(Asw\*f<sub>yd</sub>)/(bw\*s\*acw\*n\*fcd))  
 inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°  
 tan $\theta$ = 0.40 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4  
 cot $\theta$ = 2.50 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5  
 $\rho_{w,max}$ = 1.10 =  $A_{s,w,max} * f_{yd} / (b_w * s) \leq 1/2 * \alpha_{cw} * v * f_{cd} = 4.74$

Asw/s,ins = 15.39 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 14 910 kN =Asw/s\*z\* f<sub>ywd</sub> \*cot $\theta$

#### Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
 $\sigma_{cp}$ = 0.00 =Nsd/Ac  
 $\alpha_{cw}$ = 1.00  
 V<sub>Rd,max</sub>= 17 812 kN = $\alpha_{cw} * b_w * z * v * f_{cd} / (cot\theta + tan\theta)$   
 $\gamma_{Bd1}$ = 1.24 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub>= 4 554 kN

V<sub>Rd</sub>= 12 024 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/ $\gamma_{Bd1}$

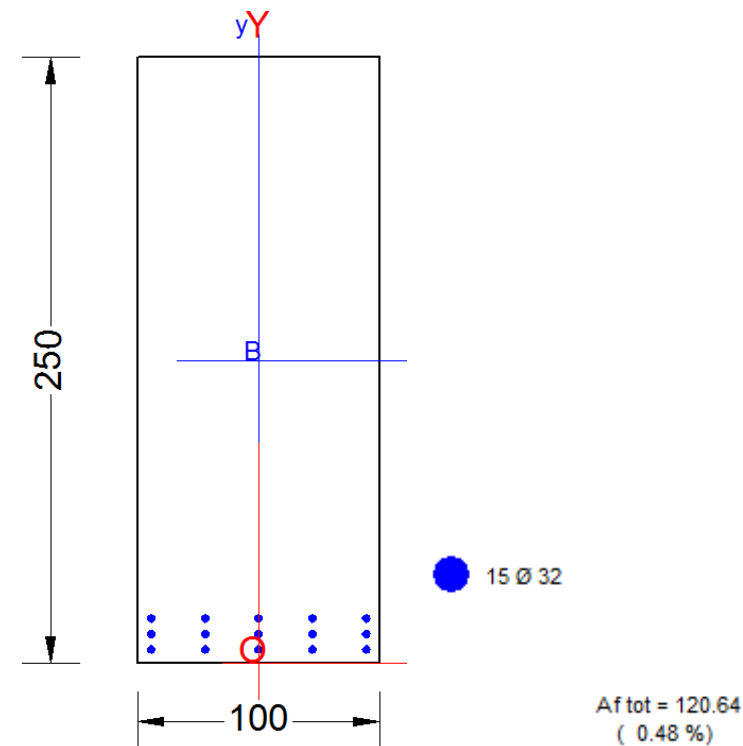
**c.s. = 0.38 <=1**

### 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	31 900	22	0	389	0	3 559	3 531	3
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	34 324	803	717	17 270	16 029	5 048	2 581	120
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	33 400	803	717	18 559	15 855	4 986	2 437	120
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	34 084	803	717	16 909	16 029	5 008	2 568	120
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	31 900	22	1 050	389	23 014	4 412	2 678	117
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	34 930	544	804	11 778	18 053	4 986	2 777	108
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	33 775	544	804	13 390	17 836	4 910	2 597	108
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	34 630	544	804	11 327	18 054	4 936	2 760	108
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	34 930	998	586	21 489	13 100	5 163	2 601	129
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	33 775	998	586	23 101	12 883	5 086	2 421	129
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	34 630	998	586	21 038	13 101	5 113	2 584	129
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	31 900	22	1 050	389	23 014	4 412	2 678	117
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	47 934	786	1 184	17 037	26 573	6 942	3 711	158
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	46 260	786	1 184	19 375	26 257	6 831	3 450	158
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	47 499	786	1 184	16 384	26 573	6 869	3 687	158
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	47 934	1 444	869	31 118	19 394	7 197	3 456	188
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	46 260	1 444	869	33 455	19 078	7 086	3 195	188
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	47 499	1 444	869	30 464	19 394	7 125	3 432	188
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	43 541	30	1 575	526	34 520	6 136	3 540	176
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	36 294	779	1 184	16 903	26 573	5 643	2 423	158
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	34 619	779	1 184	19 240	26 257	5 532	2 162	158
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	35 859	779	1 184	16 249	26 573	5 571	2 399	158
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	36 294	1 437	869	30 983	19 394	5 899	2 167	187
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	34 619	1 437	869	33 321	19 078	5 788	1 906	187
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	35 859	1 437	869	30 330	19 394	5 826	2 143	187
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	31 900	22	1 575	389	34 520	4 838	2 252	176
SLVq1_PrevX_Zpos	34 258	9 338	2 793	161 979	54 185	11 813	-4 199	1 083
SLVq1_PrevY_Zpos	34 258	2 941	9 107	51 824	175 891	12 241	-4 627	1 064
SLVq1_PrevZpos	38 346	2 941	2 793	51 824	54 185	8 187	335	451
SLVq1_PrevX_Zneg	30 754	9 338	2 793	161 979	54 185	11 424	-4 588	1 083
SLVq1_PrevY_Zneg	30 754	2 941	9 107	51 824	175 891	11 851	-5 016	1 064
SLVq1_PrevZneg	26 666	2 941	2 793	51 824	54 185	6 890	-963	451
SLVq1.36_PrevX_Zpos	34 258	3 924	2 080	112 840	40 388	9 482	-1 868	494
SLVq1.36_PrevY_Zpos	34 258	1 317	6 730	37 083	129 900	9 991	-2 378	762
SLVq1.36_PrevZpos	38 346	1 317	2 080	37 083	40 388	7 130	1 392	274
SLVq1.36_PrevX_Zneg	30 754	3 924	2 080	112 840	40 388	9 093	-2 258	494
SLVq1.36_PrevY_Zneg	30 754	1 317	6 730	37 083	129 900	9 602	-2 767	762
SLVq1.36_PrevZneg	26 666	1 317	2 080	37 083	40 388	5 833	94	274
SLVq1.50_PrevX_Zpos	34 258	6 298	1 895	109 544	36 810	9 227	-1 614	731
SLVq1.50_PrevY_Zpos	34 258	2 029	6 113	36 094	117 975	9 513	-1 899	716
SLVq1.50_PrevZpos	38 346	2 029	1 895	36 094	36 810	6 961	1 561	309
SLVq1.50_PrevX_Zneg	30 754	6 298	1 895	109 544	36 810	8 838	-2 003	731
SLVq1.50_PrevY_Zneg	30 754	2 029	6 113	36 094	117 975	9 124	-2 289	716
SLVq1.50_PrevZneg	26 666	2 029	1 895	36 094	36 810	5 664	263	309
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	3 559	3 531	3					
SLS_Rara_Fess	5 048	2 437	120					
SLS_Rara	5 163	2 421	129					
SLU_A1	7 197	1 906	188					
SLV - q=1	12 241	-5 016	1 083					
SLV - q=1.36	9 991	-2 767	762					
SLV - q=1.5	9 513	-2 289	731					

### 10.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma													
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18														
spessore	m	2.5	5														
peso a mq	kN/mq	62.5	90	152.5													
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4														
peso totale a m/l	kN/m	275	396	671													
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	871	1476													
Larghezza di influenza per pali	m	2.87	=	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	3 559	2.9	0		0		3 559	10 321	1 242	3 600	-671	-1476	571	2 124		
SLS_Rara_Fess	kN	5 048	2.9	0		0		5 048	14 639	1 761	5 107	-671	-1476	1 090	3 630		
SLS_Rara	kN	5 163	2.9	0		0		5 163	14 973	1 801	5 223	-671	-1476	1 130	3 747		
SLU_A1	kN	7 197	2.9	0		0		7 197	20 871	2 511	7 281	-671	-1476	1 840	5 804		
SLV - q=1	kN	12 241	2.9	0		0		12 241	35 499	4 270	12 383	-671	-1476	3 599	10 907		
SLV - q=1.36	kN	9 991	2.9	0		0		9 991	28 974	3 485	10 107	-671	-1476	2 814	8 631		
SLV - q=1.5	kN	9 513	2.9	0		0		9 513	27 588	3 318	9 624	-671	-1476	2 647	8 147		
		Soll. di progetto		Verifica													
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)									
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-									
SLS_qp		571	2 124		0.099	2.61	-86										
SLS_Rara_Fess		1 090	3 630		0.169	4.46	-147										
SLS_Rara		1 130	3 747			4.61	-152										
SLU_A1		1 840	5 804	10 513				1.81									
SLV - q=1		3 599	10 907	10 513				0.96									
SLV - q=1.36		2 814	8 631	10 513				1.22									
SLV - q=1.5		2 647	8 147	10 513				1.29									



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

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 28 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 36 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 15.87 MPa

fctm= 2.77 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 1.94 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.60 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.29 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

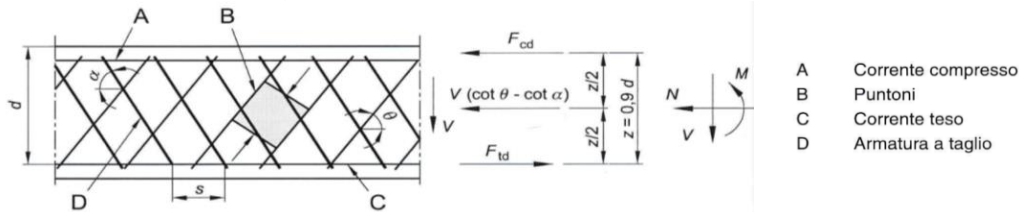
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 3 599 x1.00= 3599 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 3599 kN**

N<sub>sd</sub>= 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<sub>w</sub>= 25 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 9.82 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.22 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*senα)\*100  
s= 0.45 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(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<sub>w,max</sub>= 0.85 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.23

A<sub>sw</sub>/s<sub>ins</sub> = 21.82 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = 4 610 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\*f<sub>yd</sub>\*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.533 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 6 296 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.25 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 3 599 kN

V<sub>Rd</sub>= 3 688 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.98 <=1**

## 11 CALCOLO E VERIFICA PILA 1 BINARIO DISPARI

### 11.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 11.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	11.69	11.78	3 443
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 819

#### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>13.69 m</b>
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	18.18 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	20.68 m

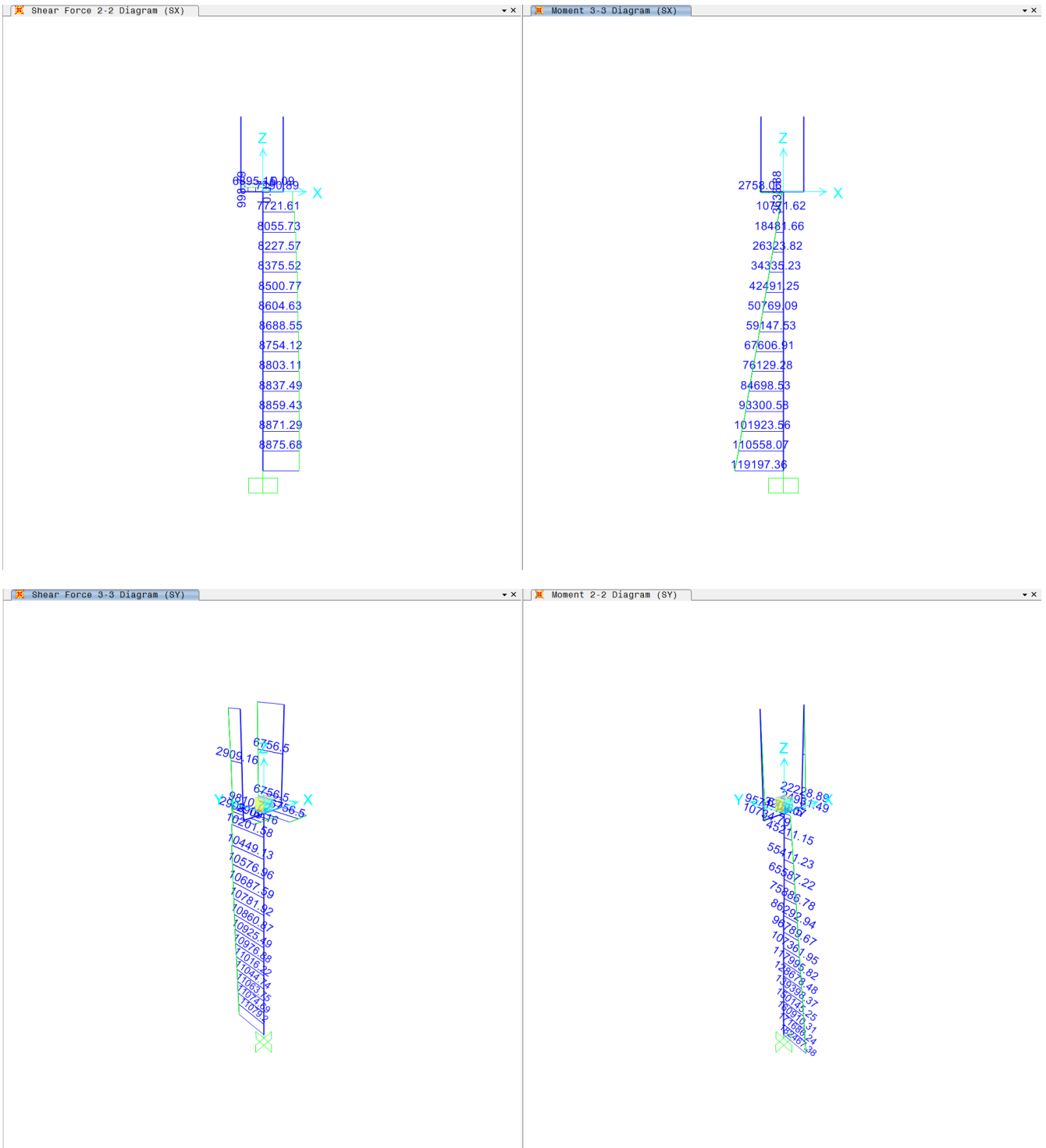
#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
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	160.4	130.9	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	287.3	257.8	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	21	21	kN/ml
Massa sismica	M	308.3	278.8	kN/ml
Pesi propri	G1	2 005	3 273	5 278 kN
Permanenti portati	G2	1 586	3 173	4 759 kN
Permanenti	G	3 591	6 445	10 036 kN
Massa sismica	M	3 854	6 970	10 824 kN



### 11.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	14.09	17.38	17.38 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m <sup>4</sup>	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		5.61E+05	1.47E+06	2.26E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	7 708	10 824	10 824 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 803	2 803	2 803 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	10 510	13 627	13 627 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	1 542	2 165	2 165 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 803	2 803	2 803 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.27	0.19	0.05 sec	0.27	0.19	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.571 g			
	1.36	0.617	0.617	0.571 g			
	1.5	0.560	0.560	0.571 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	8 824	11 440	7 776 kN	8 875	11 079	7 028 kN
	1.36	6 488	8 412	7 776 kN	6 530	8 154	7 028 kN
	1.5	5 883	7 627	7 776 kN	5 923	7 396	7 028 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	124 330	198 831	kNm	119 197	182 467	kNm
	1.36	91 419	146 199	kNm	87 648	134 176	kNm
	1.5	82 886	132 554	kNm	79 468	121 656	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.01	0.97	0.90 -	1.01	0.97	0.90 -
		1.01	0.97	0.90 -	1.01	0.97	0.90 -
		1.01	0.97	0.90 -	1.01	0.97	0.90 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-



## 11.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	4 528	958	306
Condizione	ML max	3 302	3 301	0
Condizione	MT max	3 834	984	306
Condizione	Inviluppo	4 528	3 301	306

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	1 879	3 303
Luce impalcato asse appoggi	Lc	22.8	48
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.202	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	2 259	3 472

Attrito		sx	dx
Permanenti	G	3 591	6 445 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1* $\Phi$	2 259	3 472 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	maxG*0.2* $\Phi$	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ* $\Phi$	104 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	25 m
a livello binario	HL	908 kN
a quota testa pila	ML	4 077 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 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	0.131	3 491	458
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	3 840	380
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	3 840	380
LM71 (caso utilizzato)						458
SW2	100	1	1.00	0.062	4 528	283
Valore utilizzato						458

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.131	1 535	201
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 (caso utilizzato)						167
SW2	100	1	1.00	0.062	1 879	117
Valore utilizzato						285

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.82	0.131	2 552	334
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 807	278
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 807	278
LM71 (caso utilizzato)						278
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						484

## 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	a <sub>s</sub>	22	22 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	v <sub>b,0</sub>	28	25 m/s
Parametri	a <sub>0</sub>	500	500 m
Parametri	k <sub>a</sub>	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (T <sub>r</sub> =50 anni)	v <sub>b</sub> =v <sub>b,0</sub> +k <sub>a</sub> *(a <sub>s</sub> -a <sub>0</sub> )	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T <sub>R</sub>	75	75 anni
	α <sub>r</sub>	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v <sub>b</sub>	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub> =0.5*ρ*v <sub>b</sub> <sup>2</sup>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 m
parametri	k <sub>r</sub>	0.19	0.19
parametri	z <sub>0</sub>	0.05	0.05 m
parametri	z <sub>min</sub>	4	4 m
parametri	z <sub>max</sub>	200	200 m
Coefficiente di topografia	c <sub>t</sub>	1	1
coefficiente di esposizione (z<=z <sub>min</sub> )	c <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> )	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	c <sub>e</sub> (z)	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	c <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	c <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p <sub>min</sub>	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	482	964	1 445 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 595	5 189	7 784 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	25	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	273	545	818 kN
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	1 468	2 935	4 403 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		<b>scarico</b>	<b>carico</b>
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	13.69	13.69 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.56	2.56 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -
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	5.55	4.42 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.73	1.38 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.55	4.42 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.1</b>	<b>8.8 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -
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	5.55	4.42 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.73	1.38 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.55	4.42 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	11.69	11.69 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>64.8</b>	<b>51.7 kN</b>

**11.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione**

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	5 278			1 067	
Impalcato - Permanenti portati	4 759			1 428	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	4 528			958	306
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 302			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	3 834			984	306
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	4 528			3 301	306
Traffico ferroviario - Frenatura		908		16 507	
Traffico ferroviario - Centrifuga			458		9 142
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		2 000
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 445		27 572
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		141
Vento a ponte scarico - Pila			65		379
Vento a ponte carico - Impalcato			818		15 595
Vento a ponte carico - Pulvino			9		112
Vento a ponte carico - Pila			52		302
Attrito - Permanente		39		545	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		104		1 467	
Sisma q=1 - Long 100%		8 875		119 197	
Sisma q=1 - Trasv 100%			11 079		182 467
Sisma q=1 - Vert 100%	7 028				
Sisma q=1.36 - Long 100%		6 530		87 648	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			8 154		134 176
Sisma q=1.36 - Vert 100%	7 028				
Sisma q=1.5 - Long 100%		5 923		79 468	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			7 396		121 656
Sisma q=1.5 - Vert 100%	7 028				
Pila - Peso proprio	4 819				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	9 000				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	11 322				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	3	3	
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	27.52	mq		
Spessore riempimento	5.4	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m <sup>3</sup>		

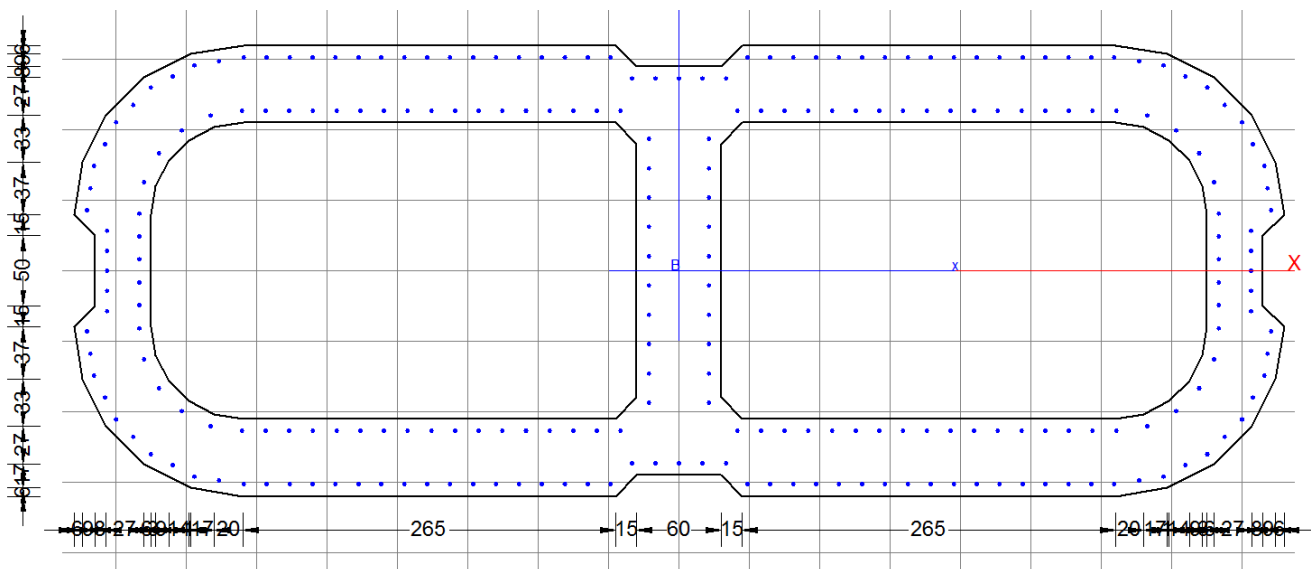
## 11.7 Combinazioni di carico

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	14 855	39	0	3 040	0	0.000	1.26	12.5	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	18 478	849	981	18 186	18 765	0.034	3.23	-20.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	17 497	849	981	20 061	18 520	0.054	3.35	-30.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	17 923	849	981	18 207	18 765	0.039	3.21	-22.3	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	14 855	39	1 522	3 040	28 092	0.013	2.41	-7.2	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	19 383	597	1 095	13 719	21 054		3.02	-9.5	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	18 157	597	1 095	16 062	20 748		3.14	-17.6	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	18 689	597	1 095	13 745	21 055		2.98	-11.1	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	19 383	1 051	811	21 973	15 483		3.43	-26.5	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	18 157	1 051	811	24 316	15 177		3.54	-44.8	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	18 689	1 051	811	21 999	15 483		3.40	-29.9	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	14 855	39	1 522	3 040	28 092		2.41	-7.2	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	27 334	862	1 614	19 803	31 009				4.67
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	25 556	862	1 614	23 200	30 565				4.10
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	26 328	862	1 614	19 841	31 009				4.64
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	27 334	1 520	1 202	31 771	22 931				3.27
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	25 556	1 520	1 202	35 168	22 487				2.93
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	26 328	1 520	1 202	31 809	22 931				3.24
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	20 769	53	2 283	4 318	42 138				5.66
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	21 421	848	1 614	18 525	31 009				4.68
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	19 643	848	1 614	21 922	30 565				4.05
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	20 415	848	1 614	18 563	31 009				4.60
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	21 421	1 507	1 202	30 493	22 931				3.19
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	19 643	1 507	1 202	33 890	22 487				2.83
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	20 415	1 507	1 202	30 531	22 931				3.15
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	14 855	39	2 283	3 040	42 138				5.41
SLVq1_PrevX_Zpos	17 869	9 087	3 438	126 073	57 030				-
SLVq1_PrevY_Zpos	17 869	2 874	11 193	42 635	184 757				-
SLVq1_PrevZpos	22 789	2 874	3 438	42 635	57 030				-
SLVq1_PrevX_Zneg	13 653	9 087	3 438	126 073	57 030				-
SLVq1_PrevY_Zneg	13 653	2 874	11 193	42 635	184 757				-
SLVq1_PrevZneg	8 733	2 874	3 438	42 635	57 030				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	17 869	6 742	2 560	94 524	42 543				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	17 869	2 171	8 268	33 170	136 466				-
SLVq1.36_PrevZpos	22 789	2 171	2 560	33 170	42 543				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	13 653	6 742	2 560	94 524	42 543				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	13 653	2 171	8 268	33 170	136 466				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 733	2 171	2 560	33 170	42 543				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	17 869	6 135	2 333	86 344	38 787				1.10
SLVq1.50_PrevY_Zpos	17 869	1 989	7 510	30 716	123 946				1.68
SLVq1.50_PrevZpos	22 789	1 989	2 333	30 716	38 787				3.03
SLVq1.50_PrevX_Zneg	13 653	6 135	2 333	86 344	38 787				1.04
SLVq1.50_PrevY_Zneg	13 653	1 989	7 510	30 716	123 946				1.62
SLVq1.50_PrevZneg	8 733	1 989	2 333	30 716	38 787				2.58

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.26	12.5	
SLS_Rara_Fess	0.054	3.35	-30.7	
SLS_Rara		3.54	-44.8	
SLU_A1				2.83
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.04



● 244 Ø 26

Af tot = 1295.47  
( 1.10 %)



### 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		1-BD	1-BD
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>13.69</b>	<b>13.69</b>
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	9 087	11 193
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	126 073	184 757
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	6 135	7 510
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	86 344	123 946
momento resistente alla base della pila	Mrd	89 798	200 793
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.04	1.62
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	9 087	11 193
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	6 380	12 166
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>6 380</b>	<b>11 193</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.81	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>6 380</b>	<b>11 193</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

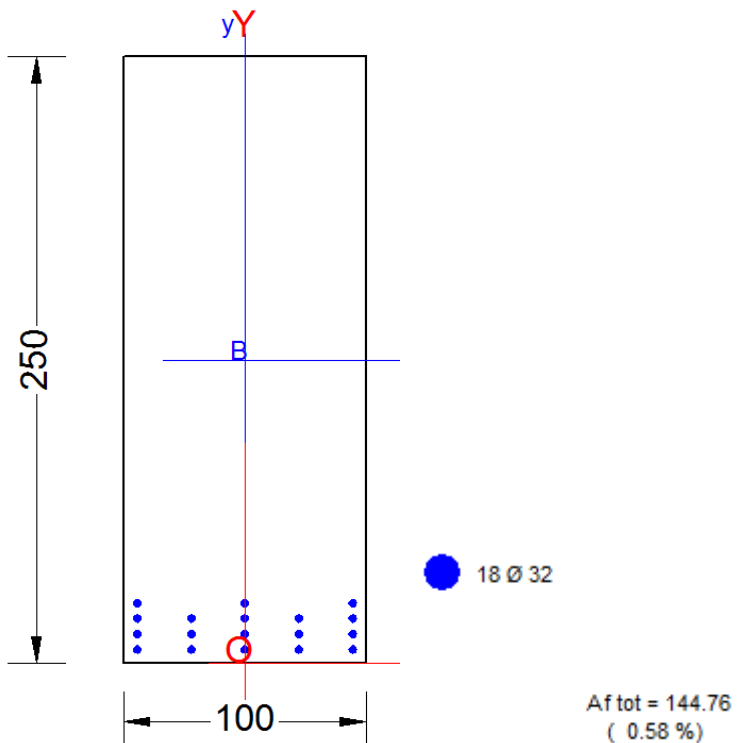
Le sollecitazioni sono simili a quelle della pila 5 B.D.. Per la verifica quindi si rimanda a quella della pila 5 B.D.

## 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	35 177	39	0	3 137	0	4 025	3 793	5
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	38 800	849	981	20 309	21 217	5 850	2 774	145
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	37 819	849	981	22 183	20 972	5 801	2 604	145
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	38 245	849	981	20 330	21 217	5 789	2 711	145
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	35 177	39	1 522	3 137	31 897	5 207	2 611	170
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	39 705	597	1 095	15 212	23 792	5 857	2 968	139
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	38 479	597	1 095	17 555	23 486	5 796	2 756	139
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	39 011	597	1 095	15 238	23 792	5 781	2 889	139
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	39 705	1 051	811	24 600	17 511	5 972	2 852	148
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	38 479	1 051	811	26 943	17 205	5 911	2 641	148
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	39 011	1 051	811	24 627	17 511	5 896	2 774	148
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	35 177	39	1 522	3 137	31 897	5 207	2 611	170
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	54 769	862	1 614	21 958	35 044	8 197	3 975	204
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	52 991	862	1 614	25 355	34 600	8 109	3 668	204
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	53 762	862	1 614	21 996	35 044	8 087	3 861	204
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	54 769	1 520	1 202	35 571	25 936	8 364	3 808	216
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	52 991	1 520	1 202	38 968	25 492	8 276	3 501	216
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	53 762	1 520	1 202	35 609	25 936	8 253	3 695	216
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	48 203	53	2 283	4 450	47 845	7 293	3 420	254
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	41 743	848	1 614	20 645	35 044	6 701	2 576	203
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	39 965	848	1 614	24 042	34 600	6 613	2 269	203
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	40 737	848	1 614	20 683	35 044	6 591	2 463	203
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	41 743	1 507	1 202	34 260	25 936	6 868	2 409	215
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	39 965	1 507	1 202	37 658	25 492	6 780	2 102	215
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	40 737	1 507	1 202	34 298	25 936	6 758	2 296	215
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	35 177	39	2 283	3 137	47 845	5 797	2 021	254
SLVq1_PrevX_Zpos	38 191	9 087	3 438	148 791	65 625	12 185	-3 697	1 080
SLVq1_PrevY_Zpos	38 191	2 874	11 193	49 820	212 740	13 968	-5 481	1 285
SLVq1_PrevZpos	43 111	2 874	3 438	49 820	65 625	9 066	515	498
SLVq1_PrevX_Zneg	33 975	9 087	3 438	148 791	65 625	11 717	-4 166	1 080
SLVq1_PrevY_Zneg	33 975	2 874	11 193	49 820	212 740	13 500	-5 949	1 285
SLVq1_PrevZneg	29 055	2 874	3 438	49 820	65 625	7 505	-1 047	498
SLVq1.36_PrevX_Zpos	38 191	6 742	2 560	111 379	48 943	10 182	-1 694	802
SLVq1.36_PrevY_Zpos	38 191	2 171	8 268	38 598	157 136	11 493	-3 005	950
SLVq1.36_PrevZpos	43 111	2 171	2 560	38 598	48 943	8 033	1 548	373
SLVq1.36_PrevX_Zneg	33 975	6 742	2 560	111 379	48 943	9 713	-2 162	802
SLVq1.36_PrevY_Zneg	33 975	2 171	8 268	38 598	157 136	11 025	-3 474	950
SLVq1.36_PrevZneg	29 055	2 171	2 560	38 598	48 943	6 471	-13	373
SLVq1.50_PrevX_Zpos	38 191	6 135	2 333	101 682	44 619	9 662	-1 175	730
SLVq1.50_PrevY_Zpos	38 191	1 989	7 510	35 689	142 721	10 852	-2 364	864
SLVq1.50_PrevZpos	43 111	1 989	2 333	35 689	44 619	7 765	1 816	341
SLVq1.50_PrevX_Zneg	33 975	6 135	2 333	101 682	44 619	9 194	-1 643	730
SLVq1.50_PrevY_Zneg	33 975	1 989	7 510	35 689	142 721	10 383	-2 832	864
SLVq1.50_PrevZneg	29 055	1 989	2 333	35 689	44 619	6 203	254	341
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	4 025	3 793	5					
SLS_Rara_Fess	5 850	2 604	170					
SLS_Rara	5 972	2 611	170					
SLU_A1	8 364	2 021	254					
SLV - q=1	13 968	-5 949	1 285					
SLV - q=1.36	11 493	-3 474	950					
SLV - q=1.5	10 852	-2 832	864					

### 11.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma														
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18															
spessore	m	2.5	5.4															
peso a mq	kN/mq	62.5	97.2	159.7														
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4															
peso totale a m/l	kN/m	275	428	703														
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	941	1546														
Larghezza di influenza per pali	m	2.87	=	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	4 025	2.9	0		0		4 025	11 673	1 404	4 072	-703	-1546	701	2 526			
SLS_Rara_Fess	kN	5 850	2.9	0		0		5 850	16 965	2 041	5 918	-703	-1546	1 338	4 372			
SLS_Rara	kN	5 972	2.9	0		0		5 972	17 319	2 083	6 041	-703	-1546	1 381	4 496			
SLU_A1	kN	8 364	2.9	0		0		8 364	24 256	2 918	8 461	-703	-1546	2 215	6 915			
SLV - q=1	kN	13 968	2.9	0		0		13 968	40 507	4 873	14 130	-703	-1546	4 170	12 585			
SLV - q=1.36	kN	11 493	2.9	0		0		11 493	33 330	4 009	11 627	-703	-1546	3 307	10 081			
SLV - q=1.5	kN	10 852	2.9	0		0		10 852	31 471	3 786	10 978	-703	-1546	3 083	9 432			
		Soll. di progetto		Verifica														
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)										
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-										
SLS_qp		701	2 526		0.099	2.96	-88											
SLS_Rara_Fess		1 338	4 372		0.172	5.12	-153											
SLS_Rara		1 381	4 496			5.26	-157											
SLU_A1		2 215	6 915	12 321				1.78										
SLV - q=1		4 170	12 585	12 321				0.98										
SLV - q=1.36		3 307	10 081	12 321				1.22										
SLV - q=1.5		3 083	9 432	12 321				1.31										



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

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 28 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 36 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 15.87 MPa

fctm= 2.77 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 1.94 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.60 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.29 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>s</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

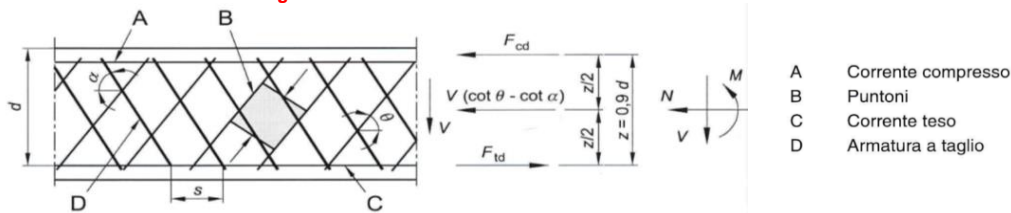
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	4 170	x1.00=	4170 kN
<b>V<sub>Ed</sub> = 4170 kN</b>			

N<sub>sd</sub>= 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<sub>w</sub>= 25 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 9.82 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.25 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*senα)\*100  
s= 0.39 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 21.8 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(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<sub>w,max</sub>= 0.99 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.23

A<sub>sw</sub>/s<sub>ins</sub> = 25.17 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 5 320 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\* f<sub>yd</sub> \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.533 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub> = 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 6 296 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.25 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 4 170 kN

V<sub>Rd</sub>= 4 256 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.98 <=1**

## 12 CALCOLO E VERIFICA PILA 4 BINARIO PARI

### 12.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 12.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mg)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	10	11.78	2 945
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 321

#### Geometria

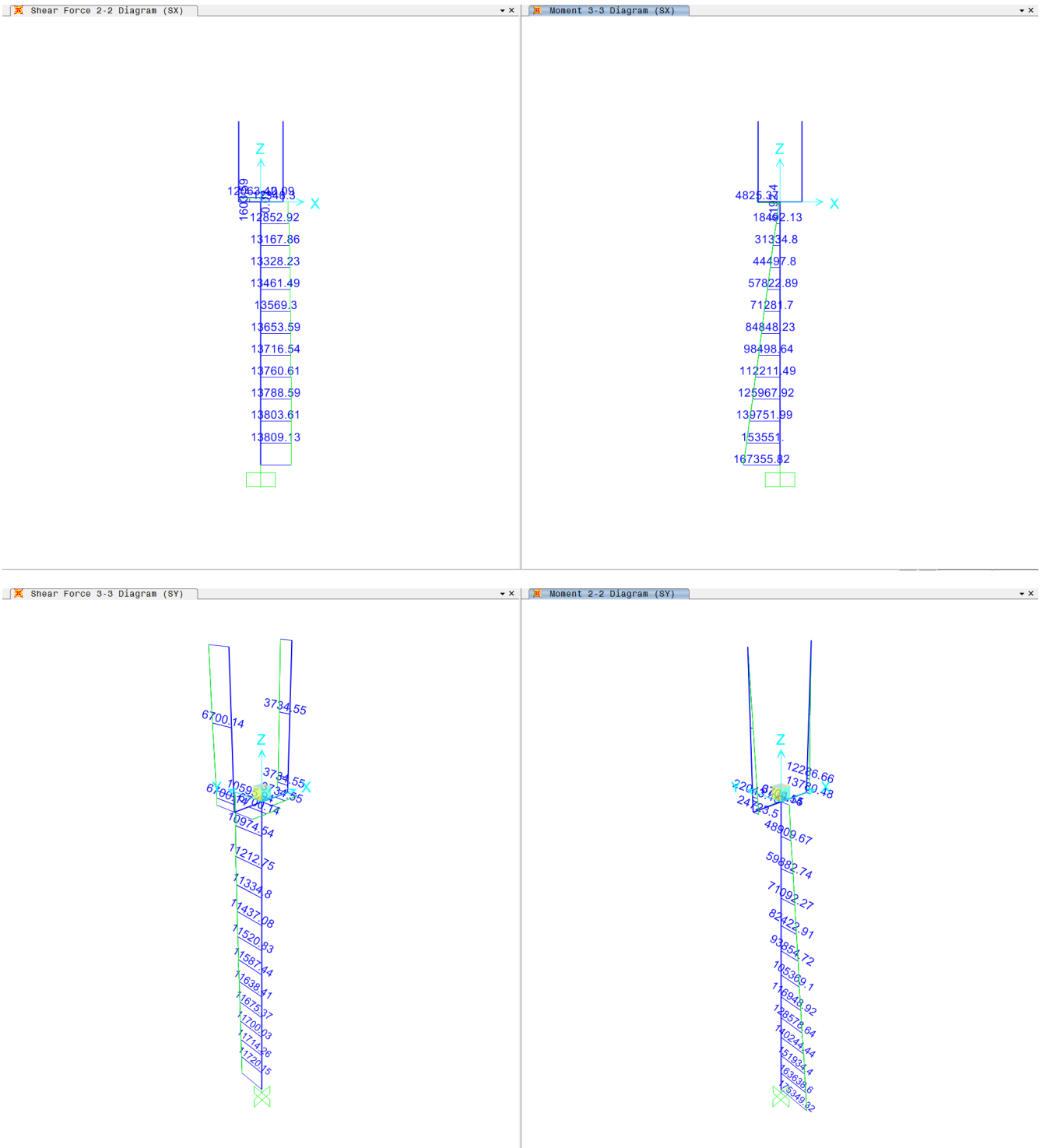
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>12 m</b>
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.99 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.49 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.69 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	16.49 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	19.49 m

#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
Luce in asse pila		50	35	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1	m
Luce in asse appoggi		48	33	m
Pesi propri	G1	130.9	125.9	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	257.8	252.8	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	21	23	kN/ml
Massa sismica	M	278.8	275.8	kN/ml
Pesi propri	G1	3 273	2 203	5 476 kN
Permanenti portati	G2	3 173	2 221	5 393 kN
Permanenti	G	6 445	4 424	10 869 kN
Massa sismica	M	6 970	4 827	11 797 kN

### 12.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	12.4	15.69	15.69 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m4	<b>2</b> Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		8.24E+05	1.99E+06	2.50E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	13 940	11 797	11 797 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 554	2 554	2 554 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	16 494	14 351	14 351 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	2 788	2 359	2 359 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 554	2 554	2 554 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	si	no	no -			
Periodo proprio	T	<b>0.28</b>	<b>0.17</b>	<b>0.05</b> sec	<b>0.29</b>	<b>0.17</b>	<b>0.04</b> sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.562 g			
	1.36	0.617	0.617	0.562 g			
	1.5	0.560	0.560	0.562 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	13 848	12 048	8 067 kN	13 809	11 720	7 497 kN
	1.36	10 182	8 859	8 067 kN	10 156	8 623	7 497 kN
	1.5	9 232	8 032	8 067 kN	9 209	7 821	7 497 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	171 709	189 032	kNm	167 355	175 349	kNm
	1.36	126 257	138 994	kNm	123 057	128 939	kNm
	1.5	114 473	126 022	kNm	111 572	116 907	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.97	0.93 -	1.00	0.97	0.93 -
		1.00	0.97	0.93 -	1.00	0.97	0.93 -
		1.00	0.97	0.93 -	1.00	0.97	0.93 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-



## 12.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	4 824	500	341
Condizione	ML max	3 303	3 301	0
Condizione	MT max	4 271	854	341
Condizione	Inviluppo	4 824	3 301	341

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	2 452	3 303
Luce impalcato asse appoggi	Lc	48	33
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.051	1.120
Carico verticale dinamizzato	N	2 577	3 698

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	6 445	4 424 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q1*\Phi$	2 577	3 698 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	$\max G*0.2*\Phi$	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q*\Phi$	111 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	50 m
a livello binario	HL	1 505 kN
a quota testa pila	ML	6 757 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 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	0.127	3 886	493
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	4 275	423
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	4 275	423
LM71 (caso utilizzato)						493
SW2	100	1	1.00	0.062	4 824	301
Valore utilizzato						493

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	2 563	325
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.79	0.127	1 961	248
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 157	214
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 157	214
LM71 (caso utilizzato)						214
SW2	100	1	1.00	0.062	2 452	153
Valore utilizzato						367



## 12.5 Vento

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

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	a <sub>s</sub>	22	22 m
Zona	Z	4	4 -
Parametri	v <sub>b,0</sub>	28	25 m/s
Parametri	a <sub>0</sub>	500	500 m
Parametri	k <sub>a</sub>	0.020	0.020 1/s
Velocità di riferimento (T <sub>r</sub> =50 anni)	v <sub>b</sub> =v <sub>b0</sub> +k <sub>a</sub> *(a <sub>s</sub> -a <sub>0</sub> )	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	T <sub>R</sub>	75	75 anni
	α <sub>r</sub>	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	v <sub>b</sub>	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub> =0.5*ρ*v <sub>b</sub> <sup>2</sup>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 m
parametri	k <sub>r</sub>	0.19	0.19
parametri	z <sub>0</sub>	0.05	0.05 m
parametri	z <sub>min</sub>	4	4 m
parametri	z <sub>max</sub>	200	200 m
Coefficiente di topografia	c <sub>t</sub>	1	1
coefficiente di esposizione (z<z <sub>min</sub> )	c <sub>e</sub> (z <sub>min</sub> )	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	c <sub>e</sub> (z)	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	c <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q <sub>b</sub>	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	c <sub>e</sub>	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	p=f/dtot	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p <sub>min</sub>	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	50	35	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>964</b>	<b>675</b>	<b>1 638 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	5 189	3 632	8 822 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	50	35	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>545</b>	<b>382</b>	<b>927 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 935	2 055	4 990 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	12	12 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.47	2.47 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.47	2.47 -
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	5.36	4.27 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.67	1.34 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.36	4.27 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>10.7</b>	<b>8.5 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.47	2.47 -
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	5.36	4.27 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.67	1.34 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.36	4.27 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	10	10 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>53.6</b>	<b>42.7 kN</b>

**12.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione**

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	5 476			1 069	
Impalcato - Permanenti portati	5 393			952	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	4 824			500	341
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 303			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 271			854	341
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	4 824			3 301	341
Traffico ferroviario - Frenatura		1 505		24 817	
Traffico ferroviario - Centrifuga			493		9 008
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		1 814
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 638		28 479
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		118
Vento a ponte scarico - Pila			54		268
Vento a ponte carico - Impalcato			927		16 109
Vento a ponte carico - Pulvino			9		94
Vento a ponte carico - Pila			43		214
Attrito - Permanente		39		480	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		111		1 376	
Sisma q=1 - Long 100%		13 809		167 355	
Sisma q=1 - Trasv 100%			11 720		175 349
Sisma q=1 - Vert 100%	7 497				
Sisma q=1.36 - Long 100%		10 156		123 057	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			8 623		128 939
Sisma q=1.36 - Vert 100%	7 497				
Sisma q=1.5 - Long 100%		9 209		111 572	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			7 821		116 907
Sisma q=1.5 - Vert 100%	7 497				
Pila - Peso proprio	4 321				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	14 850				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	6 137				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	3	4	
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	12	16.5	3	
Modulo minimo palificata (m)	36	45		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	27.52 mq			
Spessore riempimento	2 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m3			

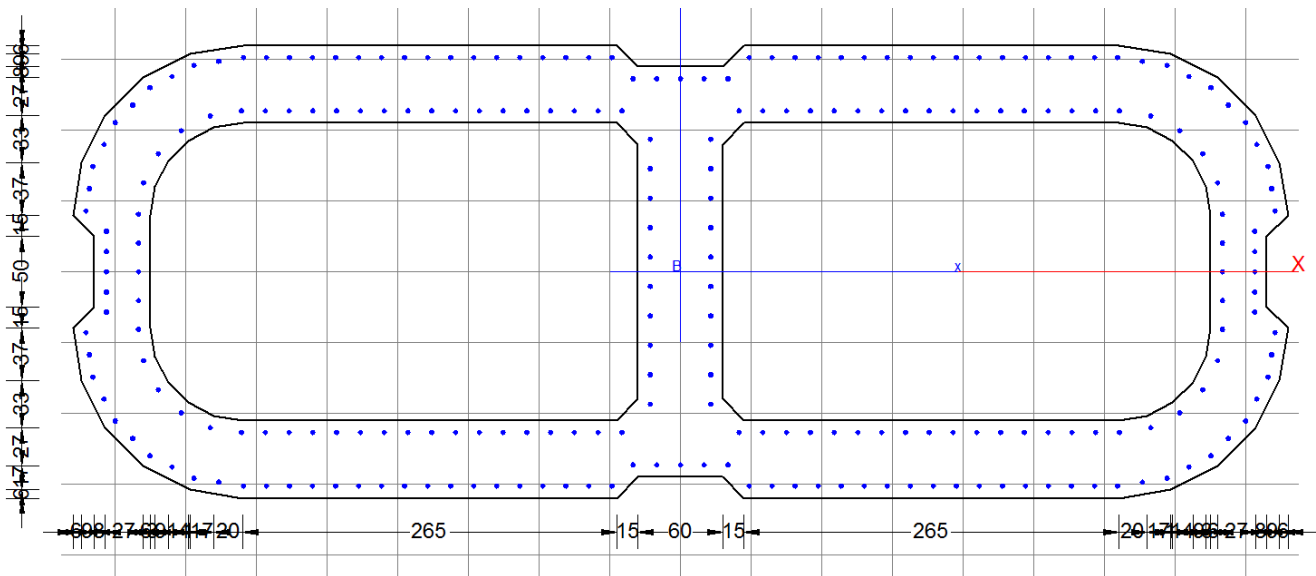
## 12.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

## 12.8 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	15 190	39	0	2 501	0	0.000	1.17	12.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	19 050	1 332	1 069	23 856	18 781	0.054	3.44	-33.5	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	17 833	1 332	1 069	26 096	18 508	0.079	3.51	-47.5	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	18 607	1 332	1 069	24 139	18 781	0.057	3.44	-36.4	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	15 190	39	1 703	2 501	28 866	0.010	2.27	-6.2	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	20 014	903	1 190	16 786	21 013		3.05	-13.2	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	18 493	903	1 190	19 587	20 672		3.18	-23.4	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	19 461	903	1 190	17 139	21 014		3.05	-15.2	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	20 014	1 655	888	29 194	15 602		3.69	-48.1	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	18 493	1 655	888	31 995	15 261		3.74	-67.7	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	19 461	1 655	888	29 548	15 603		3.68	-52.2	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	15 190	39	1 703	2 501	28 866		2.27	-6.2	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	28 311	1 305	1 754	24 232	30 962				5.14
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	26 105	1 305	1 754	28 293	30 467				4.48
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	27 509	1 305	1 754	24 744	30 962				5.02
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	28 311	2 396	1 317	42 224	23 116				3.26
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	26 105	2 396	1 317	46 286	22 621				2.94
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	27 509	2 396	1 317	42 737	23 116				3.20
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	21 316	53	2 554	3 519	43 299				7.11
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	22 185	1 291	1 754	23 214	30 962				5.08
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	19 980	1 291	1 754	27 275	30 467				4.43
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	21 383	1 291	1 754	23 726	30 962				4.99
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	22 185	2 382	1 317	41 207	23 116				3.18
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	19 980	2 382	1 317	45 268	22 621				2.85
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	21 383	2 382	1 317	41 719	23 116				3.12
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	15 190	39	2 554	2 501	43 299				6.91
SLVq1_PrevX_Zpos	18 404	14 141	3 637	175 378	54 838				-
SLVq1_PrevY_Zpos	18 404	4 475	11 841	58 229	177 582				-
SLVq1_PrevZpos	23 652	4 475	3 637	58 229	54 838				-
SLVq1_PrevX_Zneg	13 906	14 141	3 637	175 378	54 838				-
SLVq1_PrevY_Zneg	13 906	4 475	11 841	58 229	177 582				-
SLVq1_PrevZneg	8 658	4 475	3 637	58 229	54 838				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	18 404	10 488	2 708	131 080	40 915				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	18 404	3 379	8 744	44 940	131 172				-
SLVq1.36_PrevZpos	23 652	3 379	2 708	44 940	40 915				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	13 906	10 488	2 708	131 080	40 915				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	13 906	3 379	8 744	44 940	131 172				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 658	3 379	2 708	44 940	40 915				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	18 404	9 541	2 467	119 595	37 305				1.08
SLVq1.50_PrevY_Zpos	18 404	3 095	7 942	41 494	119 140				2.02
SLVq1.50_PrevZpos	23 652	3 095	2 467	41 494	37 305				3.08
SLVq1.50_PrevX_Zneg	13 906	9 541	2 467	119 595	37 305				1.03
SLVq1.50_PrevY_Zneg	13 906	3 095	7 942	41 494	119 140				1.97
SLVq1.50_PrevZneg	8 658	3 095	2 467	41 494	37 305				2.72

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.17	12.7	
SLS_Rara_Fess	0.079	3.51	-47.5	
SLS_Rara		3.74	-67.7	
SLU_A1				2.85
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.03



● 242 Ø 32

Af tot = 1946.28  
( 1.66 %)



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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 94 di 144

### 12.9 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		4-BP	4-BP
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>12</b>	<b>12</b>
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	14 141	11 841
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	175 378	177 582
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	9 541	7 942
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	119 595	119 140
momento resistente alla base della pila	Mrd	123 183	234 706
Rapporto di sovraresistenza	Mrd/Med	1.03	1.97
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	14 141	11 841
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	9 827	15 646
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>9 827</b>	<b>11 841</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.79	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>9 827</b>	<b>11 841</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

Le sollecitazioni sono simili a quelle della pila 4 B.D.. Per la verifica quindi si rimanda a quella della pila 4 B.D.

## 12.10 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	36 178	39	0	2 618	0	3 088	2 943	4
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	40 037	1 332	1 069	27 852	21 988	4 599	2 075	143
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	38 820	1 332	1 069	30 092	21 715	4 554	1 917	143
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	39 595	1 332	1 069	28 135	21 988	4 570	2 030	143
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	36 178	39	1 703	2 618	33 975	3 843	2 188	142
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	41 002	903	1 190	19 495	24 583	4 505	2 330	125
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	39 481	903	1 190	22 296	24 242	4 449	2 133	125
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	40 449	903	1 190	19 848	24 584	4 469	2 274	125
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	41 002	1 655	888	34 159	18 266	4 772	2 063	157
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	39 481	1 655	888	36 960	17 925	4 716	1 866	157
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	40 449	1 655	888	34 513	18 267	4 736	2 007	157
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	36 178	39	1 703	2 618	33 975	3 843	2 188	142
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	56 644	1 305	1 754	28 147	36 224	6 308	3 134	183
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	54 438	1 305	1 754	32 208	35 729	6 226	2 848	183
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	55 842	1 305	1 754	28 659	36 224	6 255	3 053	183
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	56 644	2 396	1 317	49 412	27 067	6 695	2 747	228
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	54 438	2 396	1 317	53 474	26 572	6 613	2 461	228
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	55 842	2 396	1 317	49 925	27 067	6 642	2 666	228
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	49 649	53	2 554	3 678	50 961	5 373	2 903	213
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	43 173	1 291	1 754	27 087	36 224	5 156	2 041	182
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	40 967	1 291	1 754	31 148	35 729	5 074	1 755	182
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	42 371	1 291	1 754	27 599	36 224	5 103	1 960	182
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	43 173	2 382	1 317	48 353	27 067	5 543	1 654	227
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	40 967	2 382	1 317	52 414	26 572	5 461	1 368	227
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	42 371	2 382	1 317	48 865	27 067	5 490	1 573	227
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	36 178	39	2 554	2 618	50 961	4 221	1 810	213
SLVq1_PrevX_Zpos	39 392	14 141	3 637	217 801	65 749	10 794	-4 228	1 217
SLVq1_PrevY_Zpos	39 392	4 475	11 841	71 654	213 105	10 009	-3 443	1 055
SLVq1_PrevZpos	44 640	4 475	3 637	71 654	65 749	7 172	269	481
SLVq1_PrevX_Zneg	34 893	14 141	3 637	217 801	65 749	10 419	-4 603	1 217
SLVq1_PrevY_Zneg	34 893	4 475	11 841	71 654	213 105	9 634	-3 818	1 055
SLVq1_PrevZneg	29 646	4 475	3 637	71 654	65 749	5 922	-980	481
SLVq1.36_PrevX_Zpos	39 392	10 488	2 708	162 544	49 039	8 888	-2 322	903
SLVq1.36_PrevY_Zpos	39 392	3 379	8 744	55 077	157 404	8 311	-1 745	782
SLVq1.36_PrevZpos	44 640	3 379	2 708	55 077	49 039	6 340	1 101	361
SLVq1.36_PrevX_Zneg	34 893	10 488	2 708	162 544	49 039	8 513	-2 697	903
SLVq1.36_PrevY_Zneg	34 893	3 379	8 744	55 077	157 404	7 936	-2 120	782
SLVq1.36_PrevZneg	29 646	3 379	2 708	55 077	49 039	5 091	-149	361
SLVq1.50_PrevX_Zpos	39 392	9 541	2 467	148 218	44 706	8 394	-1 827	822
SLVq1.50_PrevY_Zpos	39 392	3 095	7 942	50 779	142 966	7 871	-1 304	711
SLVq1.50_PrevZpos	44 640	3 095	2 467	50 779	44 706	6 124	1 317	330
SLVq1.50_PrevX_Zneg	34 893	9 541	2 467	148 218	44 706	8 019	-2 202	822
SLVq1.50_PrevY_Zneg	34 893	3 095	7 942	50 779	142 966	7 496	-1 679	711
SLVq1.50_PrevZneg	29 646	3 095	2 467	50 779	44 706	4 875	67	330
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	3 088	2 943	4					
SLS_Rara_Fess	4 599	1 917	143					
SLS_Rara	4 772	1 866	157					
SLU_A1	6 695	1 368	228					
SLV - q=1	10 794	-4 603	1 217					
SLV - q=1.36	8 888	-2 697	903					
SLV - q=1.5	8 394	-2 202	822					

### 12.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma											
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18												
spessore	m	3	2												
peso a mq	kN/mq	75	36	111											
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4												
peso totale a m/l	kN/m	330	158	488											
momento nella sezione di verifica	kNm/m	726	348	1074											
Larghezza di influenza per pali	m	2.15	=	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	3 088	2.9	0		0		3 088	8 955	1 436	4 165	-488	-1074	948	3 091
SLS_Rara_Fess	kN	4 599	2.9	0		0		4 599	13 337	2 139	6 203	-488	-1074	1 651	5 129
SLS_Rara	kN	4 772	2.9	0		0		4 772	13 839	2 220	6 437	-488	-1074	1 731	5 362
SLU_A1	kN	6 695	2.9	0		0		6 695	19 416	3 114	9 030	-488	-1074	2 626	7 956
SLV - q=1	kN	10 794	2.9	0		0		10 794	31 303	5 020	14 559	-488	-1074	4 532	13 485
SLV - q=1.36	kN	8 888	2.9	0		0		8 888	25 775	4 134	11 988	-488	-1074	3 646	10 914
SLV - q=1.5	kN	8 394	2.9	0		0		8 394	24 343	3 904	11 322	-488	-1074	3 416	10 248
		Soll. di progetto		Verifica											
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)							
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-							
SLS_qp		948	3 091		0	0.00	0								
SLS_Rara_Fess		1 651	5 129		0	0.00	0								
SLS_Rara		1 731	5 362			0	0								
SLU_A1		2 626	7 956	0				0.00							
SLV - q=1		4 532	13 485	0				0.00							
SLV - q=1.36		3 646	10 914	0				0.00							
SLV - q=1.5		3 416	10 248	0				0.00							

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 4 BD. Il plinto viene armato allo stesso modo.



## 13 CALCOLO E VERIFICA PILA 5 BINARIO PARI

### 13.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 13.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	11.85	11.78	3 490
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 866

#### Geometria

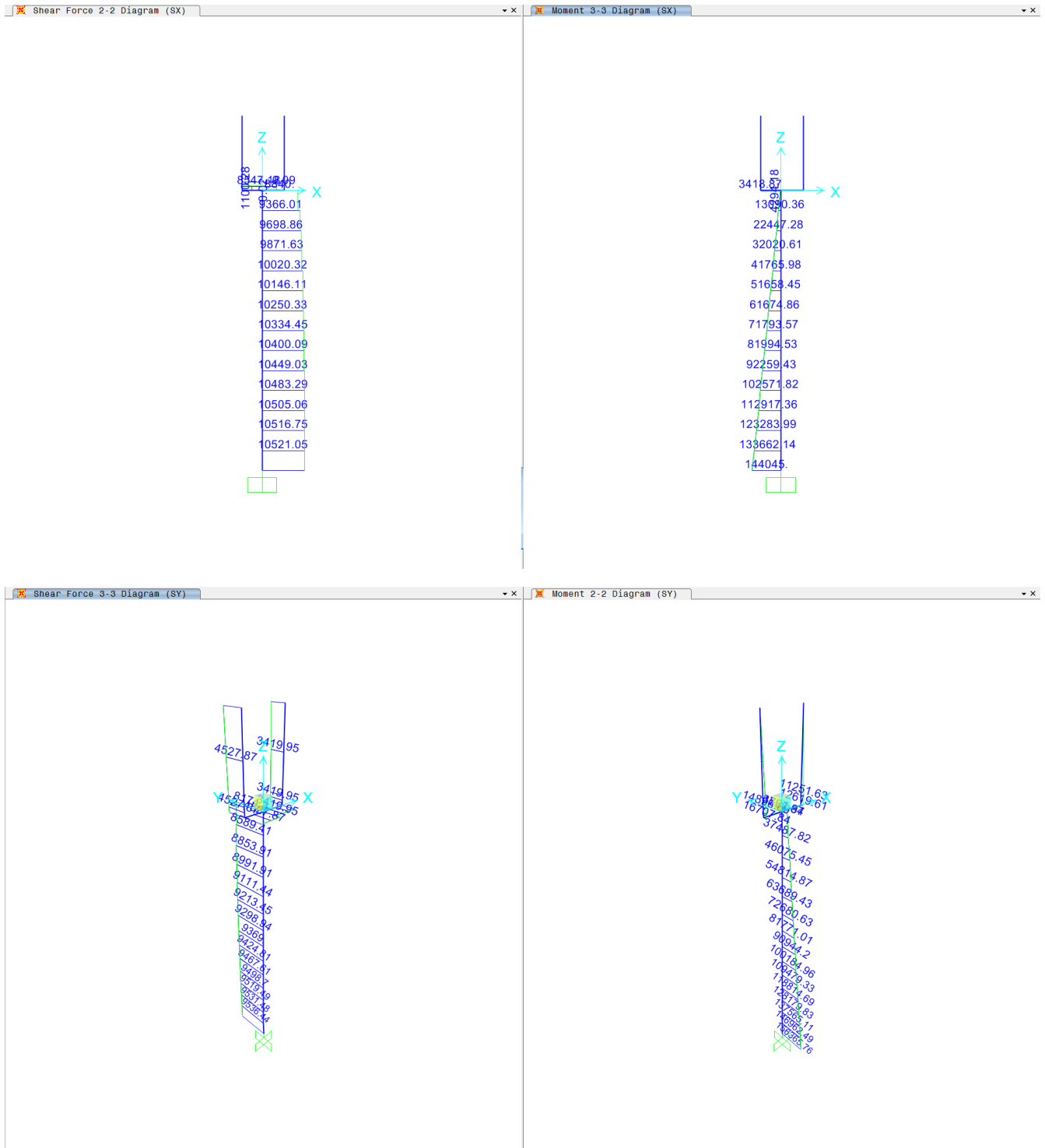
Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>13.85 m</b>
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.99 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.49 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.69 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	18.34 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	20.84 m

#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
Luce in asse pila		35	25	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1.1	m
Luce in asse appoggi		33	22.8	m
Pesi propri	G1	125.9	160.4	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	252.8	287.3	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	23	24	kN/ml
Massa sismica	M	275.8	311.3	kN/ml
Pesi propri	G1	2 203	2 005	4 208 kN
Permanenti portati	G2	2 221	1 586	3 807 kN
Permanenti	G	4 424	3 591	8 015 kN
Massa sismica	M	4 827	3 891	8 718 kN

### 13.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	14.25	17.54	17.54 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m4	<b>2</b> Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		5.43E+05	1.43E+06	2.24E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	9 653	8 718	8 718 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 826	2 826	2 826 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	12 479	11 544	11 544 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	1 931	1 744	1 744 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 826	2 826	2 826 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	<b>0.30</b>	<b>0.18</b>	<b>0.05</b> sec	<b>0.30</b>	<b>0.17</b>	<b>0.04</b> sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.545 g			
	1.36	0.617	0.617	0.545 g			
	1.5	0.560	0.560	0.545 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	10 477	9 692	6 292 kN	10 521	9 536	6 093 kN
	1.36	7 704	7 126	6 292 kN	7 740	7 020	6 093 kN
	1.5	6 985	6 461	6 292 kN	7 019	6 369	6 093 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	149 298	169 996	kNm	144 045	156 365	kNm
	1.36	109 778	124 997	kNm	105 918	114 979	kNm
	1.5	99 532	113 330	kNm	96 033	104 250	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.98	0.97 -	1.00	0.98	0.97 -
		1.00	0.99	0.97 -	1.00	0.99	0.97 -
		1.00	0.99	0.97 -	1.00	0.99	0.97 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-
		0.96	0.92	-	0.96	0.92	-



### 13.4 Carichi da traffico

#### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	3 648	137	253
Condizione	ML max	1 879	2 065	0
Condizione	MT max	3 171	-261	253
Condizione	Inviluppo	3 648	2 065	253

#### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

	sx	dx	
Carico verticale	N max	2 452	1 879
Luce impalcato asse appoggi	Lc	33	22.8
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.120	1.202
Carico verticale dinamizzato	N	2 745	2 259

#### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	4 424	3 591 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q1*\Phi$	2 745	2 259 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

	0.03	
Attrito permanente	$\max G*0.2*\Phi$	27 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q*\Phi$	82 kN

#### Frenatura

luce campata carica	L	35 m
a livello binario	HL	1 100 kN
a quota testa pila	ML	4 939 kNm

#### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

#### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		35 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	0.80	0.129	2 887	372
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	3 176	314
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	3 176	314
LM71 (caso utilizzato)						372
SW2	100	1	1.00	0.062	3 648	228
Valore utilizzato						372

#### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.80	0.129	1 939	250
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 133	211
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 133	211
LM71 (caso utilizzato)						211
SW2	100	1	1.00	0.062	2 452	153
Valore utilizzato						364

#### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.80	0.129	1 535	198
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	1 688	167
LM71 (caso utilizzato)						167
SW2	100	1	1.00	0.062	1 879	117
Valore utilizzato						285

### 13.5 Vento

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

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico
Altitudine sul livello del mare	$a_s$	22	22 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
	$\alpha_r$	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	$v_b$	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	$\rho$	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	$q_b=0.5*\rho*v_b^2$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 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)	$c_e(z)$	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

#### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

#### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	35	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>675</b>	<b>482</b>	<b>1 156 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	3 632	2 595	6 227 kNm

#### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	35	25	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>382</b>	<b>273</b>	<b>654 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 055	1 468	3 523 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	13.85	13.85 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.56	2.56 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -
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	5.56	4.43 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.56	4.43 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.1</b>	<b>8.9 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.56	2.56 -
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	5.56	4.43 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.56	4.43 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	11.85	11.85 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>65.9</b>	<b>52.6 kN</b>

### 13.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	4 208			2	
Impalcato - Permanenti portati	3 807			476	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	3 648			137	253
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	1 879			2 065	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	3 171			261	253
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	3 648			2 065	253
Traffico ferroviario - Frenatura		1 100		20 174	
Traffico ferroviario - Centrifuga			372		7 488
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		2 017
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 156		22 242
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		143
Vento a ponte scarico - Pila			66		391
Vento a ponte carico - Impalcato			654		12 581
Vento a ponte carico - Pulvino			9		114
Vento a ponte carico - Pila			53		311
Attrito - Permanente		27		378	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		82		1 174	
Sisma q=1 - Long 100%		10 521		144 045	
Sisma q=1 - Trasv 100%			9 536		156 365
Sisma q=1 - Vert 100%	6 093				
Sisma q=1.36 - Long 100%		7 740		105 918	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			7 020		114 979
Sisma q=1.36 - Vert 100%	6 093				
Sisma q=1.5 - Long 100%		7 019		96 033	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			6 369		104 250
Sisma q=1.5 - Vert 100%	6 093				
Pila - Peso proprio	4 866				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	9 000				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	12 580				

Dati plinto e riempimento	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
	Numero file pali	3	3	
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	27.52	mq		
Spessore riempimento	6	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m3		

### 13.7 Combinazioni di carico

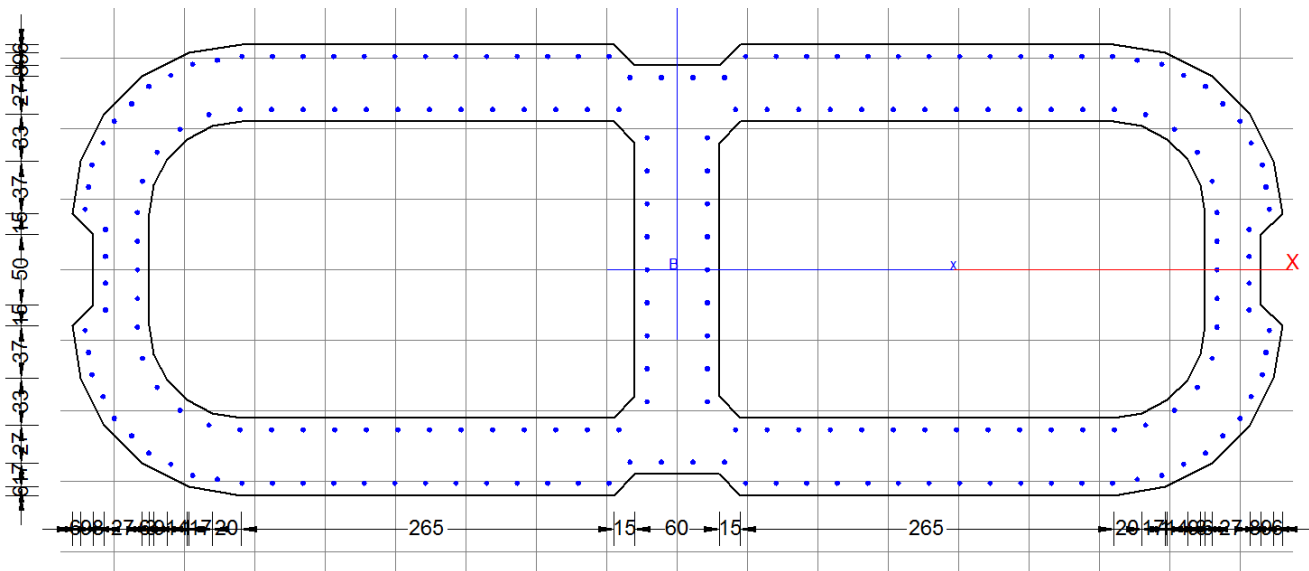
Identiche alla pila precedente.

### 13.8 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	12 882	27	0	857	0	0.000	0.96	12.6	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	15 800	973	815	18 044	15 611	0.042	2.83	-23.6	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	14 385	973	815	19 587	15 409	0.066	2.87	-36.6	-
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	15 418	973	815	18 143	15 611	0.046	2.82	-25.5	-
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	12 882	27	1 234	857	22 776	0.004	1.85	-2.4	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	16 530	659	912	12 254	17 563		2.49	-8.3	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	14 761	659	912	14 182	17 310		2.55	-16.7	-
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	16 053	659	912	12 378	17 563		2.48	-9.5	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	16 530	1 209	671	22 341	12 810		3.04	-36.2	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	14 761	1 209	671	24 269	12 557		3.04	-55.8	-
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	16 053	1 209	671	22 465	12 810		3.02	-39.3	-
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	12 882	27	1 234	857	22 776		1.85	-2.4	-
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	23 251	953	1 343	17 754	25 856				5.89
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	20 686	953	1 343	20 550	25 489				5.17
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	22 559	953	1 343	17 934	25 856				5.82
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	23 251	1 751	994	32 380	18 965				3.60
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	20 686	1 751	994	35 176	18 598				3.26
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	22 559	1 751	994	32 560	18 965				3.57
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	17 961	36	1 851	1 228	34 164				8.19
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	18 171	944	1 343	17 383	25 856				5.75
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	15 606	944	1 343	20 179	25 489				5.00
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	17 480	944	1 343	17 563	25 856				5.68
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	18 171	1 741	994	32 009	18 965				3.47
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	15 606	1 741	994	34 805	18 598				3.12
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	17 480	1 741	994	32 189	18 965				3.43
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	12 882	27	1 851	857	34 164				7.87
SLVq1_PrevX_Zpos	15 439	10 763	2 958	149 278	48 862				-
SLVq1_PrevY_Zpos	15 439	3 398	9 633	48 446	158 317				-
SLVq1_PrevZpos	19 704	3 398	2 958	48 446	48 862				-
SLVq1_PrevX_Zneg	11 783	10 763	2 958	149 278	48 862				-
SLVq1_PrevY_Zneg	11 783	3 398	9 633	48 446	158 317				-
SLVq1_PrevZneg	7 518	3 398	2 958	48 446	48 862				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	15 439	7 982	2 203	111 151	36 446				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	15 439	2 564	7 117	37 008	116 931				-
SLVq1.36_PrevZpos	19 704	2 564	2 203	37 008	36 446				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	11 783	7 982	2 203	111 151	36 446				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	11 783	2 564	7 117	37 008	116 931				-
SLVq1.36_PrevZneg	7 518	2 564	2 203	37 008	36 446				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	15 439	7 261	2 008	101 266	33 227				1.08
SLVq1.50_PrevY_Zpos	15 439	2 348	6 466	34 043	106 202				2.07
SLVq1.50_PrevZpos	19 704	2 348	2 008	34 043	33 227				3.19
SLVq1.50_PrevX_Zneg	11 783	7 261	2 008	101 266	33 227				1.04
SLVq1.50_PrevY_Zneg	11 783	2 348	6 466	34 043	106 202				2.03
SLVq1.50_PrevZneg	7 518	2 348	2 008	34 043	33 227				2.81



Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	0.96	12.6	
SLS_Rara_Fess	0.066	2.87	-36.6	
SLS_Rara		3.04	-55.8	
SLU_A1				3.12
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.04



 204 Ø 32

Af tot = 1640.67  
( 1.40 %)

### 13.9 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		5-BP	5-BP
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>13.85</b>	<b>13.85</b>
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	10 763	9 633
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	149 278	158 317
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	7 261	6 466
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	101 266	106 202
momento resistente alla base della pila	Mrd	105 317	215 590
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.04	2.03
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	10 763	9 633
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	7 551	13 126
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>7 551</b>	<b>9 633</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.81	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>7 551</b>	<b>9 633</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

Taglio longitudinale - Setto centrale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck=	32	MPa
$\gamma_c$ =	1.50	
fcm=	40	MPa
$\alpha_{cc}$ =	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>18.13</b>	MPa
fctm=	3.02	MPa
fctk <sub>0,05</sub> =	2.12	MPa
fctk <sub>0,95</sub> =	3.93	MPa
$\alpha_{ct}$ =	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.41</b>	MPa

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
$\gamma_s$ =	1.15	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	MPa

Taglio

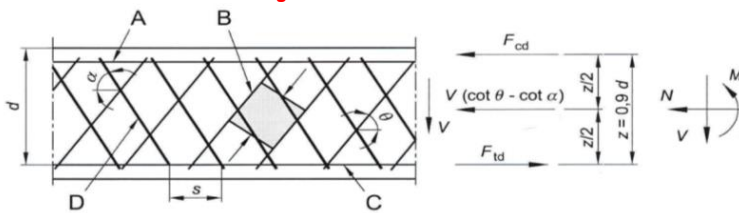
		$\gamma$	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	7 551	x0.47=	3549 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 3549 kN</b>

Nsd= **0** kN Sforzo normale

Geometria

bw =	0.600	m	Larghezza (6.16)
h=	2.900	m	Altezza totale
c=	0.100	m	Copriferro
d =	2.800	m	Altezza utile
Ac=	1.74	mq	Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



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

**Resistenza lato acciaio (staffe)**

$\phi_w$ =	14	mm	Diametro staffa
n=	5.00	-	Numero braccia
ASw=	7.70	cm <sup>2</sup>	
z=	2.52	m	=0.9*d
sen $\alpha$ =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
$\rho_w$ =	0.64	%	=Asw/(s*bw*sen $\alpha$ )*100 >= 0.10 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 2.10 m =0.75*d*(1+cot $\alpha$ )
$\theta$ =	45.0	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tan $\theta$ =	1.00	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot $\theta$ =	1.00	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	2.51	=	Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2* $\alpha_{cw}$ *v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 38.48 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = **3 795** kN =Asw/s\*z\* fywd \*cot $\theta$

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v=	0.523	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
$\sigma_{cp}$ =	0.00	=Nsd/Ac
$\alpha_{cw}$ =	1.00	
V <sub>Rd,max</sub> =	<b>7 172</b>	kN = $\alpha_{cw}$ *bw*z*v*fcd/(cot $\theta$ +tan $\theta$ )
$\gamma_{Bd1}$	1.00	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **3 549** kN

V<sub>Rd</sub> = **3 795** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/ $\gamma_{Bd1}$

**c.s. = 0.94** <=1

Taglio longitudinale - Setto laterale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

Taglio

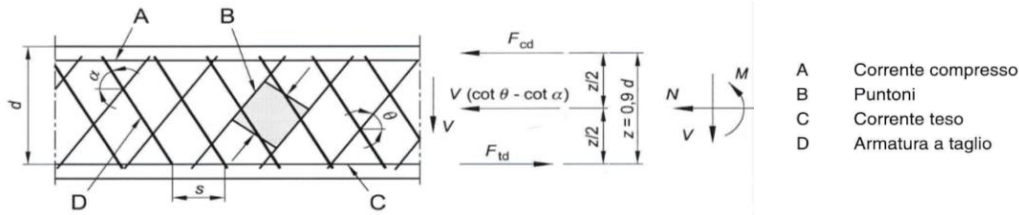
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 7 551 x0.27= 2039 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 2039 kN**

N<sub>sd</sub>= 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)**

φ<sub>w</sub>= 14 mm Diametro staffa  
n= 4.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 6.16 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.77 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*senα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/f<sub>yk</sub>\*100  
s= 0.2 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(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  
ρ<sub>w,max</sub>= 3.01 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw/s,ins</sub> = 30.79 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 2 602 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\* f<sub>ywd</sub> \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =N<sub>sd</sub>/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 4 099 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub>= 2 039 kN

V<sub>Rd</sub>= 2 602 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.78 <=1**

## Taglio trasversale

### Verifica a taglio secondo EC2-2

#### Calcestruzzo

fck=	32	MPa
$\gamma_C$ =	1.50	
fcm=	40	MPa
$\alpha_{cc}$ =	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>18.13</b>	MPa
fctm=	3.02	MPa
fctk <sub>0,05</sub> =	2.12	MPa
fctk <sub>0,95</sub> =	3.93	MPa
$\alpha_{ct}$ =	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.41</b>	MPa

#### Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
$\gamma_S$ =	1.15	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	MPa

#### Taglio

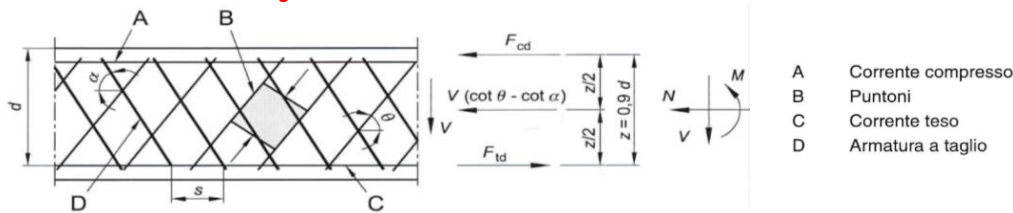
		$\gamma$	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	9 633	x0.50=	4817 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 4817 kN</b>

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)

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

ASw/s,ins = 15.39 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= **14 910** kN =ASw/s\*z\* fywd \*cot $\theta$

#### Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.523	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
$\sigma_{cp}$ =	0.00	=Nsd/Ac
$\alpha_{cw}$ =	1.00	
V <sub>Rd,max</sub> =	<b>17 812</b> kN	= $\alpha_{cw}$ *bw*z*v*fcd/(cot $\theta$ +tan $\theta$ )
$\gamma_{Bd1}$	<b>1.24</b>	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **4 817** kN

V<sub>Rd</sub>= **12 024** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/ $\gamma_{Bd1}$

**c.s. = 0.40** <=1

### 13.10 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	34 461	27	0	924	0	3 864	3 795	3
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	37 380	973	815	20 477	17 649	5 566	2 742	142
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	35 965	973	815	22 019	17 446	5 458	2 535	142
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	36 998	973	815	20 576	17 649	5 527	2 696	142
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	34 461	27	1 234	924	25 861	4 822	2 837	138
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	38 109	659	912	13 901	19 843	5 485	2 985	126
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	36 340	659	912	15 830	19 590	5 350	2 726	126
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	37 632	659	912	14 026	19 843	5 436	2 927	126
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	38 109	1 209	671	25 363	14 488	5 711	2 759	154
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	36 340	1 209	671	27 292	14 235	5 576	2 500	154
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	37 632	1 209	671	25 488	14 488	5 662	2 701	154
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	34 461	27	1 234	924	25 861	4 822	2 837	138
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	52 383	953	1 343	20 136	29 214	7 649	3 993	183
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	49 818	953	1 343	22 932	28 847	7 454	3 618	183
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	51 692	953	1 343	20 316	29 214	7 578	3 910	183
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	52 383	1 751	994	36 757	21 450	7 977	3 665	224
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	49 818	1 751	994	39 553	21 083	7 782	3 290	224
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	51 692	1 751	994	36 937	21 450	7 907	3 582	224
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	47 094	36	1 851	1 318	38 792	6 719	3 748	206
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	39 751	944	1 343	19 743	29 214	6 230	2 604	183
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	37 186	944	1 343	22 539	28 847	6 035	2 229	183
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	39 059	944	1 343	19 923	29 214	6 160	2 520	183
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	39 751	1 741	994	36 361	21 450	6 558	2 276	223
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	37 186	1 741	994	39 157	21 083	6 363	1 901	223
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	39 059	1 741	994	36 541	21 450	6 488	2 193	223
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	34 461	27	1 851	924	38 792	5 300	2 359	206
SLVq1_PrevX_Zpos	37 019	10 763	2 958	176 185	56 257	12 723	-4 495	1 241
SLVq1_PrevY_Zpos	37 019	3 398	9 633	56 941	182 400	12 978	-4 751	1 135
SLVq1_PrevZpos	41 284	3 398	2 958	56 941	56 257	8 780	395	501
SLVq1_PrevX_Zneg	33 363	10 763	2 958	176 185	56 257	12 316	-4 901	1 241
SLVq1_PrevY_Zneg	33 363	3 398	9 633	56 941	182 400	12 572	-5 157	1 135
SLVq1_PrevZneg	29 098	3 398	2 958	56 941	56 257	7 426	-959	501
SLVq1.36_PrevX_Zpos	37 019	7 982	2 203	131 106	41 953	10 523	-2 296	921
SLVq1.36_PrevY_Zpos	37 019	2 564	7 117	43 418	134 724	10 712	-2 484	841
SLVq1.36_PrevZpos	41 284	2 564	2 203	43 418	41 953	7 749	1 426	376
SLVq1.36_PrevX_Zneg	33 363	7 982	2 203	131 106	41 953	10 117	-2 702	921
SLVq1.36_PrevY_Zneg	33 363	2 564	7 117	43 418	134 724	10 305	-2 890	841
SLVq1.36_PrevZneg	29 098	2 564	2 203	43 418	41 953	6 395	72	376
SLVq1.50_PrevX_Zpos	37 019	7 261	2 008	119 418	38 247	9 953	-1 726	838
SLVq1.50_PrevY_Zpos	37 019	2 348	6 466	39 913	122 367	10 124	-1 897	765
SLVq1.50_PrevZpos	41 284	2 348	2 008	39 913	38 247	7 482	1 693	344
SLVq1.50_PrevX_Zneg	33 363	7 261	2 008	119 418	38 247	9 547	-2 132	838
SLVq1.50_PrevY_Zneg	33 363	2 348	6 466	39 913	122 367	9 718	-2 303	765
SLVq1.50_PrevZneg	29 098	2 348	2 008	39 913	38 247	6 128	339	344
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	3 864	3 795	3					
SLS_Rara_Fess	5 566	2 535	142					
SLS_Rara	5 711	2 500	154					
SLU_A1	7 977	1 901	224					
SLV - q=1	12 978	-5 157	1 241					
SLV - q=1.36	10 712	-2 890	921					
SLV - q=1.5	10 124	-2 303	838					

### 13.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma											
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18												
spessore	m	2.5	6												
peso a mq	kN/mq	62.5	108	170.5											
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4												
peso totale a m/l	kN/m	275	475	750											
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	1045	1650											
Larghezza di influenza per pali	m	2.87	=	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	3 864	2.9	0		0		3 864	11 206	1 348	3 909	-750	-1650	598	2 258
SLS_Rara_Fess	kN	5 566	2.9	0		0		5 566	16 141	1 942	5 631	-750	-1650	1 191	3 980
SLS_Rara	kN	5 711	2.9	0		0		5 711	16 562	1 992	5 777	-750	-1650	1 242	4 127
SLU_A1	kN	7 977	2.9	0		0		7 977	23 133	2 783	8 070	-750	-1650	2 032	6 419
SLV - q=1	kN	12 978	2.9	0		0		12 978	37 636	4 527	13 129	-750	-1650	3 777	11 478
SLV - q=1.36	kN	10 712	2.9	0		0		10 712	31 065	3 737	10 837	-750	-1650	2 987	9 186
SLV - q=1.5	kN	10 124	2.9	0		0		10 124	29 360	3 532	10 242	-750	-1650	2 781	8 591
		Soll. di progetto		Verifica											
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)							
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-							
SLS_qp		598	2 258		0	0.00	0								
SLS_Rara_Fess		1 191	3 980		0	0.00	0								
SLS_Rara		1 242	4 127			0	0								
SLU_A1		2 032	6 419	0				0.00							
SLV - q=1		3 777	11 478	0				0.00							
SLV - q=1.36		2 987	9 186	0				0.00							
SLV - q=1.5		2 781	8 591	0				0.00							

Le sollecitazioni sono simili e inferiori a quelle della pila 1 BD. Il plinto viene armato allo stesso modo.

## 14 CALCOLO E VERIFICA PILA 1 BINARIO PARI

### 14.1 Azione sismica

La stessa della pila precedente.

### 14.2 Dati generali

<b>Dati fusto pila e pulvino</b>	L(m)	T(m)	H(m)	A(mg)	P(kN)
Fusto pila	3.2	8.6	11.18	11.78	3 293
Pulvino	3.2	8.6	2		1 376
Peso totale pila					4 669

#### Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	<b>13.18 m</b>
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	17.67 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	20.17 m

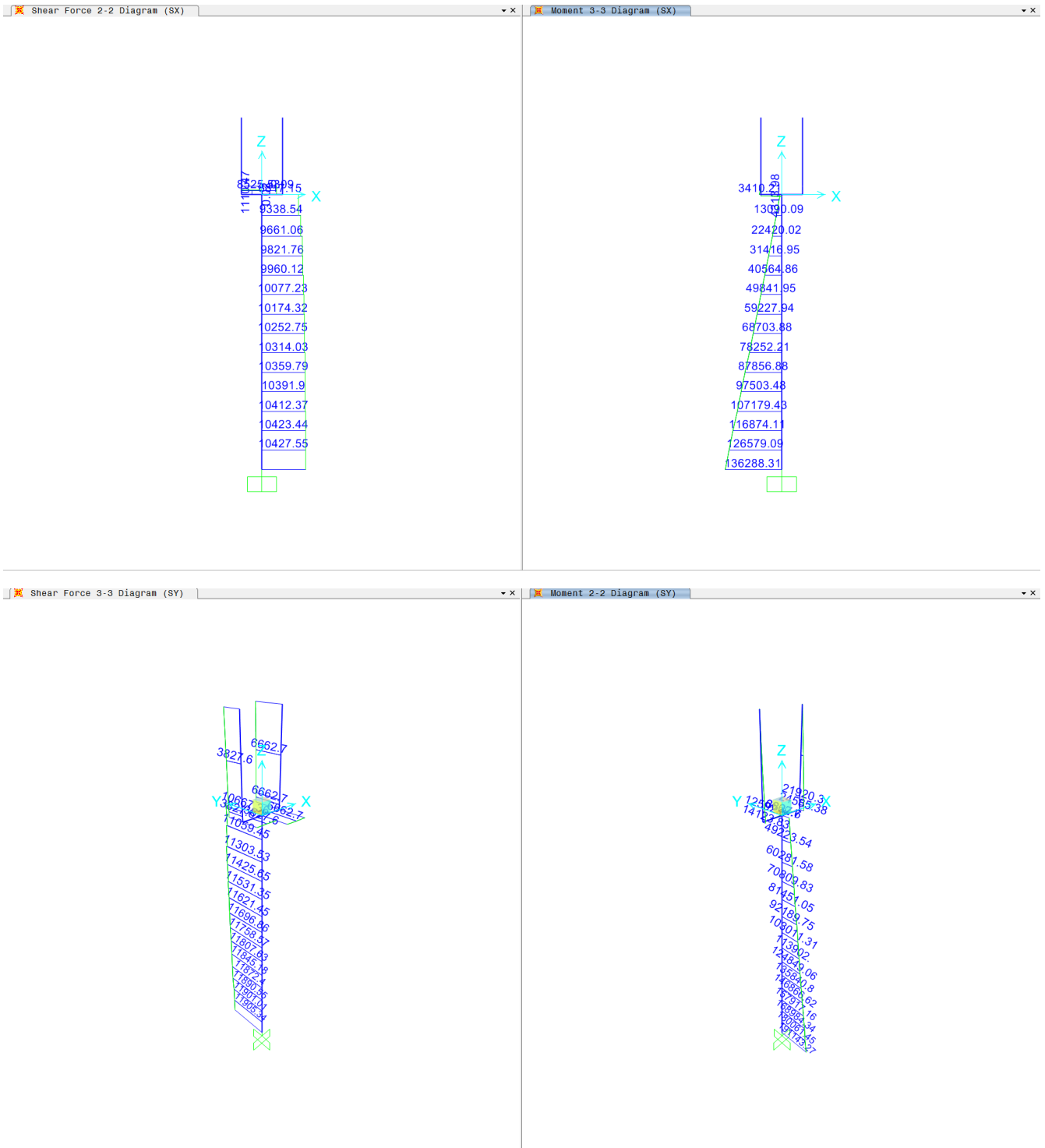
#### Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		F	M	
Luce in asse pila		35	50	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1	m
Luce in asse appoggi		33	48	m
Pesi propri	G1	125.9	130.9	kN/ml
Permanenti portati	G2	126.9	126.9	kN/ml
Permanenti	G	252.8	257.8	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	23	21	kN/ml
Massa sismica	M	275.8	278.8	kN/ml
Pesi propri	G1	2 203	3 273	5 476 kN
Permanenti portati	G2	2 221	3 173	5 393 kN
Permanenti	G	4 424	6 445	10 869 kN
Massa sismica	M	4 827	6 970	11 797 kN



### 14.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	13.58	16.87	16.87 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	15.7	77.0	11.8 m4	<b>2</b> Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		6.27E+05	1.60E+06	2.33E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	9 653	11 797	11 797 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 728	2 728	2 728 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	12 381	14 524	14 524 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	1 931	2 359	2 359 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	2 728	2 728	2 728 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	<b>0.28</b>	<b>0.19</b>	<b>0.05</b> sec	<b>0.28</b>	<b>0.19</b>	<b>0.04</b> sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.840	0.840	0.576 g			
	1.36	0.617	0.617	0.576 g			
	1.5	0.560	0.560	0.576 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	10 394	12 194	8 363 kN	10 427	11 905	7 797 kN
	1.36	7 643	8 966	8 363 kN	7 671	8 760	7 797 kN
	1.5	6 930	8 129	8 363 kN	6 956	7 945	7 797 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	141 154	205 710	kNm	136 288	191 143	kNm
	1.36	103 790	151 257	kNm	100 214	140 552	kNm
	1.5	94 103	137 140	kNm	90 862	127 436	kNm
<b>Rapporto risultati dinamica modale - semplificata</b>							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	0.98	0.93 -	1.00	0.98	0.93 -
		1.00	0.98	0.93 -	1.00	0.98	0.93 -
		1.00	0.98	0.93 -	1.00	0.98	0.93 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-
		0.97	0.93	-	0.97	0.93	-



## 14.4 Carichi da traffico

### Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		1	N	ML
Condizione	N max	4 824	500	341
Condizione	ML max	3 303	3 301	0
Condizione	MT max	4 271	854	341
Condizione	Inviluppo	4 824	3 301	341

### Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
Carico verticale	N max	2 452	3 303
Luce impalcato asse appoggi	Lc	33	48
Coefficiente dinamico	$\Phi_3$	1.120	1.051
Carico verticale dinamizzato	N	2 745	3 472

### Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	4 424	6 445 kN
Carico mobile dinamizzato	$Q_1 \cdot \Phi$	2 745	3 472 kN

### Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	$\max G \cdot 0.2 \cdot \Phi$	39 kN
Attrito mobili dinamizzati	$\max Q \cdot \Phi$	104 kN

### Frenatura

luce campata carica	L	35 m
a livello binario	HL	1 100 kN
a quota testa pila	ML	4 939 kNm

### Serpeggio

a livello binario	HT	110 kN
a quota testa pila	MT	494 kNm

### Centrifuga

raggio planimetrico	R	1 260 m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		35 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	0.80	0.129	3 886	500
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	4 275	423
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	4 275	423
LM71 (caso utilizzato)						500
SW2	100	1	1.00	0.062	4 824	301
Valore utilizzato						500

### Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.80	0.129	1 961	253
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 157	214
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 157	214
LM71 (caso utilizzato)						214
SW2	100	1	1.00	0.062	2 452	153
Valore utilizzato						367

### Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 $v > 120$ ; caso a	160	1	0.80	0.129	2 563	330
LM71 $v > 120$ ; caso b	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 $v \leq 120$ ; caso a	120	1.1	1.00	0.099	2 819	279
LM71 (caso utilizzato)						279
SW2	100	1	1.00	0.062	3 303	206
Valore utilizzato						485

## 14.5 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	22	22 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)	$v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0)$	28	25 m/s
Periodo di ritorno considerato	$T_R$	75	75 anni
	$\alpha_r$	1.02	1.02 -
Velocità di riferimento	$v_b$	28.7	25.6 m/s
Densità dell'aria	$\rho$	1.25	1.25 kg/m <sup>3</sup>
pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
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	14	14 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 ( $z \geq z_{min}$ )	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.57	2.57 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Larghezza impalcato	b	9.7	9.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	9.77	9.77 m
Rapporto di forma	b/dtot	0.99	0.99 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	2.12	2.12 -

### Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.57	2.57 -
Coefficiente di forza	cfx	2.12	2.12 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	13.77	9.77 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	38.55	21.80 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/dtot$	2.80	2.23 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	38.55	21.80 kN/ml

### Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	38.55	38.55	kN/ml
Luce impalcato	L	35	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>675</b>	<b>964</b>	<b>1 638 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	3 632	5 189	8 822 kNm

### Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	21.80	21.80	kN/ml
Luce impalcato	L	35	50	m
Forza trasversale al piano appoggi	<b>FT=f*L/2</b>	<b>382</b>	<b>545</b>	<b>927 kN</b>
Momento trasversale al piano appoggi	MT=FT*(dtot/2+h2)	2 055	2 935	4 990 kNm

**Vento su pila e pulvino**

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	13.18	13.18 m
Coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.53	2.53 -
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.53	2.53 -

**Pulvino**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.53	2.53 -
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	5.49	4.38 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.72	1.37 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.49	4.38 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>11.0</b>	<b>8.8 kN</b>

**Pila**

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	8.6	8.6 m
Rapporto di forma	d/b	2.69	2.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	$cf_0$	1.32	1.32 -
<b>Riepilogo</b>			
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	0.51	0.41 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	$c_e$	2.53	2.53 -
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	5.49	4.38 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.72	1.37 kN/m <sup>2</sup>
Pressione statica equivalente (minima considerata)	$p_{min}$	0.00	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.49	4.38 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	11.18	11.18 m
Forza statica equivalente	<b>FT=f*H</b>	<b>61.4</b>	<b>49.0 kN</b>

**14.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione**

Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesi propri	5 476			1 069	
Impalcato - Permaniati portati	5 393			952	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	4 824			500	341
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	3 303			3 301	0
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 271			854	341
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	4 824			3 301	341
Traffico ferroviario - Frenatura		1 100		19 437	
Traffico ferroviario - Centrifuga			500		9 744
Traffico ferroviario - Serpeggio			110		1 944
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 638		30 413
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		134
Vento a ponte scarico - Pila			61		343
Vento a ponte carico - Impalcato			927		17 202
Vento a ponte carico - Pulvino			9		107
Vento a ponte carico - Pila			49		274
Attrito - Permanente		39		525	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		104		1 414	
Sisma q=1 - Long 100%		10 427		136 288	
Sisma q=1 - Trasv 100%			11 905		191 143
Sisma q=1 - Vert 100%	7 797				
Sisma q=1.36 - Long 100%		7 671		100 214	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			8 760		140 552
Sisma q=1.36 - Vert 100%	7 797				
Sisma q=1.5 - Long 100%		6 956		90 862	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			7 945		127 436
Sisma q=1.5 - Vert 100%	7 797				
Pila - Peso proprio	4 669				
<b>Pesi fondazione e rinterro</b>	<b>Valori caratteristici</b>				
Fondazione - Peso proprio	9 000				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	11 532				

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	27.52 mq			
Spessore riempimento	5.5 m			
Peso specifico riemp.	18 kN/m3			

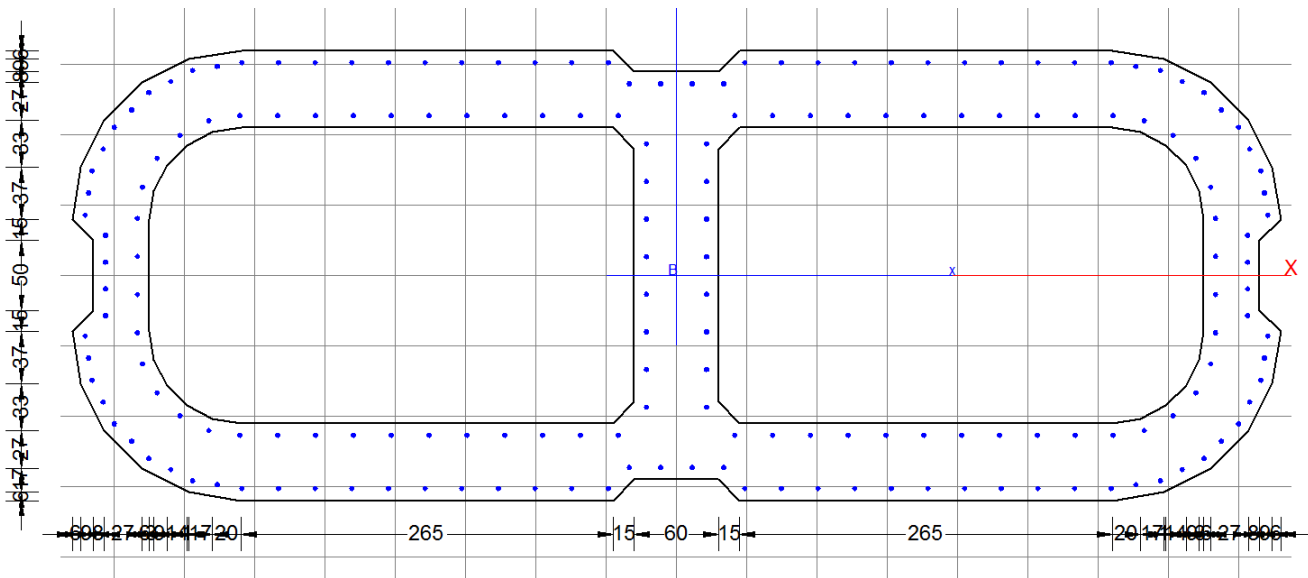
## 14.7 Combinazioni di carico

Identiche alla pila precedente.

## 14.8 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	15 538	39	0	2 547	0	0.000	1.26	13.6	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	19 397	1 002	1 079	19 628	20 173	0.041	3.37	-22.5	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	18 180	1 002	1 079	21 869	19 900	0.065	3.50	-35.4	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	18 955	1 002	1 079	19 911	20 173	0.045	3.38	-24.9	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	15 538	39	1 711	2 547	30 890	0.013	2.49	-7.8	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	20 362	693	1 202	14 180	22 579		3.09	-9.5	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	18 841	693	1 202	16 981	22 238		3.23	-19.0	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	19 809	693	1 202	14 533	22 579		3.09	-11.3	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	20 362	1 243	896	23 898	16 735		3.60	-30.5	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	18 841	1 243	896	26 699	16 394		3.71	-52.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	19 809	1 243	896	24 252	16 735		3.60	-34.8	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	15 538	39	1 711	2 547	30 890		2.49	-7.8	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	28 780	1 001	1 772	20 449	33 267				4.88
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	26 574	1 001	1 772	24 510	32 772				4.21
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	27 978	1 001	1 772	20 961	33 267				4.77
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	28 780	1 799	1 329	34 541	24 793				3.30
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	26 574	1 799	1 329	38 602	24 298				2.91
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	27 978	1 799	1 329	35 053	24 793				3.22
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	21 785	53	2 566	3 581	46 335				5.80
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	22 533	988	1 772	19 415	33 267				4.85
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	20 327	988	1 772	23 476	32 772				4.15
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	21 731	988	1 772	19 927	33 267				4.72
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	22 533	1 785	1 329	33 507	24 793				3.18
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	20 327	1 785	1 329	37 568	24 298				2.80
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	21 731	1 785	1 329	34 019	24 793				3.12
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	15 538	39	2 566	2 547	46 335				5.56
SLVq1_PrevX_Zpos	18 842	10 677	3 694	143 261	59 749				-
SLVq1_PrevY_Zpos	18 842	3 378	12 028	47 860	193 549				-
SLVq1_PrevZpos	24 300	3 378	3 694	47 860	59 749				-
SLVq1_PrevX_Zneg	14 164	10 677	3 694	143 261	59 749				-
SLVq1_PrevY_Zneg	14 164	3 378	12 028	47 860	193 549				-
SLVq1_PrevZneg	8 706	3 378	3 694	47 860	59 749				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	18 842	7 921	2 751	107 187	44 572				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	18 842	2 552	8 883	37 037	142 958				-
SLVq1.36_PrevZpos	24 300	2 552	2 751	37 037	44 572				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	14 164	7 921	2 751	107 187	44 572				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	14 164	2 552	8 883	37 037	142 958				-
SLVq1.36_PrevZneg	8 706	2 552	2 751	37 037	44 572				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	18 842	7 206	2 506	97 835	40 637				1.07
SLVq1.50_PrevY_Zpos	18 842	2 337	8 068	34 232	129 842				1.75
SLVq1.50_PrevZpos	24 300	2 337	2 506	34 232	40 637				3.04
SLVq1.50_PrevX_Zneg	14 164	7 206	2 506	97 835	40 637				1.02
SLVq1.50_PrevY_Zneg	14 164	2 337	8 068	34 232	129 842				1.68
SLVq1.50_PrevZneg	8 706	2 337	2 506	34 232	40 637				2.56

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.26	13.6	
SLS_Rara_Fess	0.065	3.50	-35.4	
SLS_Rara		3.71	-52.4	
SLU_A1				2.80
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.02



● 184 Ø 32

Af tot = 1479.82  
( 1.26 %)



## 14.9 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	0.27
laterale	1	0.4	2.5	1	0.27
centrale	1	0.6	2.9	1.74	0.47
somma				3.74	1

Pila		1-BP	1-BP
Direzione		<b>Long</b>	<b>Trasv</b>
Altezza pila	H(m)	<b>13.18</b>	<b>13.18</b>
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	10 677	12 028
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	143 261	193 549
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	7 206	8 068
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	97 835	129 842
momento resistente alla base della pila	Mrd	99 792	218 135
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.02	1.68
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	10 677	12 028
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	7 350	13 554
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	<b>7 350</b>	<b>12 028</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio (eq 7.9.10)	grd	0.78	1.24
fattore di sicurezza aggiuntivo per la resistenza a taglio, filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	<b>7 350</b>	<b>12 028</b>
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	<b>45</b>	<b>da calc</b>

Le sollecitazioni sono simili a quelle della pila 5 B.P.. Per la verifica quindi si rimanda a quella della pila 5 B.P.

Taglio longitudinale - Setto centrale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck=	32	MPa
$\gamma_C$ =	1.50	
fcm=	40	MPa
$\alpha_{cc}$ =	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>18.13</b>	MPa
fctm=	3.02	MPa
fctk <sub>0,05</sub> =	2.12	MPa
fctk <sub>0,95</sub> =	3.93	MPa
$\alpha_{ct}$ =	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.41</b>	MPa

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
$\gamma_S$ =	1.15	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	MPa

Taglio

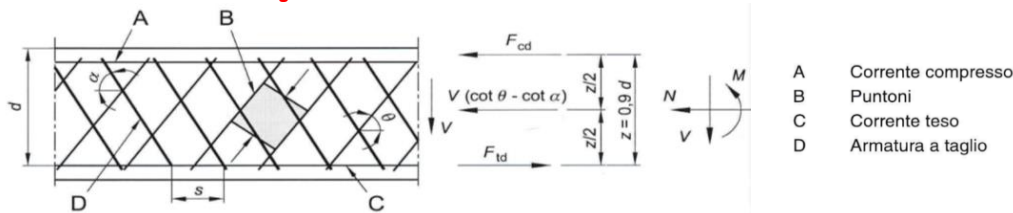
		$\gamma$	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	7 551	x0.47=	3549 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 3549 kN</b>

Nsd= **0** kN Sforzo normale

Geometria

bw =	0.600	m	Larghezza (6.16)
h=	2.900	m	Altezza totale
c=	0.100	m	Copriferro
d =	2.800	m	Altezza utile
Ac=	1.74	mq	Area

**Elementi CA e CAP armati a taglio**



**Resistenza lato acciaio (staffe)**

$\phi_w$ =	16	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	4.02	cm <sup>2</sup>	
z=	2.52	m	=0.9*d
sen $\alpha$ =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
$\rho_w$ =	0.67	%	=Asw/(s*bw*sen $\alpha$ )*100 >= 0.10 % = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.1	m	=passo staffe <= 2.10 m =0.75*d*(1+cot $\alpha$ )
$\theta$ =	45.0	°	=arcsen(radq(Asw*fyd)/(bw*s*acw*n*fcd)) inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tan $\theta$ =	1.00	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot $\theta$ =	1.00	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	2.62	=	Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2* $\alpha_{cw}$ *v*fcd = 4.74

Asw/s,ins = 40.21 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = **3 965** kN =Asw/s\*z\* fywd \*cot $\theta$

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v=	0.523	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
$\sigma_{cp}$ =	0.00	=Nsd/Ac
$\alpha_{cw}$ =	1.00	
V <sub>Rd,max</sub> =	<b>7 172</b>	kN = $\alpha_{cw}$ *bw*z*v*fcd/(cot $\theta$ +tan $\theta$ )
$\gamma_{Bd1}$	1.00	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **3 549** kN

V<sub>Rd</sub> = **3 965** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/ $\gamma_{Bd1}$

**c.s. = 0.90** <=1

Taglio longitudinale - Setto laterale

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
**fcd= 18.13 MPa**

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
**fctd= 1.41 MPa**

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
**fyd= 391.3 MPa**

Taglio

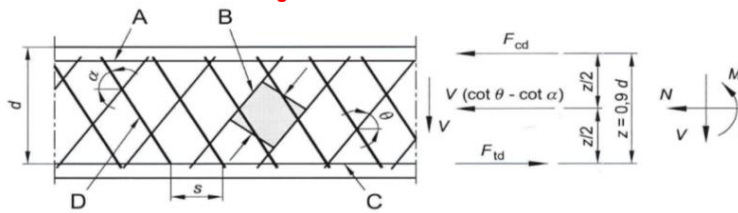
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 7 551 x0.27= 2039 kN  
**V<sub>Ed</sub> = 2039 kN**

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**



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

**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φ<sub>w</sub>= 16 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 4.02 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 1.01 % =A<sub>sw</sub>/(s\*bw\*sinα)\*100 >= 0.10 % = (0.08\*radq(fck))/fyk\*100  
s= 0.1 m =passo staffe <= 1.80 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 45.0 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*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  
ρ<sub>w,max</sub>= 3.93 = A<sub>sw,max</sub>\*fyd/(bw\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw</sub>/s, ins = 40.21 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 3 399 kN =A<sub>sw</sub>/s\*z\* fywd \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =Nsd/Ac  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 4 099 kN =α<sub>cw</sub>\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.00 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)  
V<sub>Ed</sub>= 2 039 kN  
V<sub>Rd</sub>= 3 399 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>  
**c.s. = 0.60 <=1**

## Taglio trasversale

### Verifica a taglio secondo EC2-2

#### Calcestruzzo

fck= 32 MPa  
γ<sub>C</sub>= 1.50  
fcm= 40 MPa  
α<sub>cc</sub>= 0.85  
fcd= 18.13 MPa

fctm= 3.02 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 2.12 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.93 MPa  
α<sub>ct</sub>= 1.00  
fctd= 1.41 MPa

#### Acciaio c.a.

f<sub>yk</sub>= 450 MPa  
γ<sub>S</sub>= 1.15  
f<sub>yd</sub>= 391.3 MPa

#### Taglio

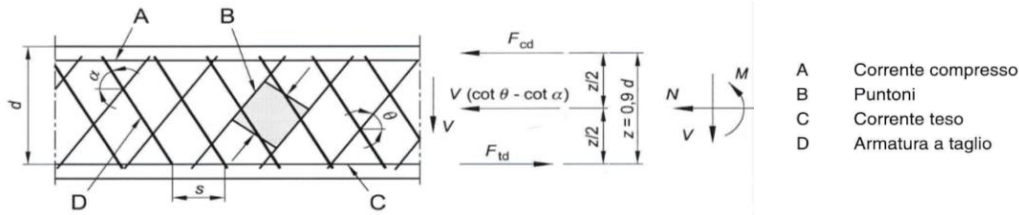
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	9 633	x0.50=	4817 kN
			<b>V<sub>Ed</sub> = 4817 kN</b>

N<sub>sd</sub>= 0 kN Sforzo normale

#### Geometria

b<sub>w</sub> = 0.550 m Larghezza (6.16)  
h = 11.100 m Altezza totale  
c = 0.100 m Copriferro  
d = 11.000 m Altezza utile  
A<sub>c</sub> = 6.11 mq Area

### Elementi CA e CAP armati a taglio



#### Resistenza lato acciaio (staffe)

φ<sub>w</sub>= 16 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
A<sub>sw</sub>= 4.02 cm<sup>2</sup>  
z= 9.90 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρ<sub>w</sub>= 0.73 % =A<sub>sw</sub>/(s\*b<sub>w</sub>\*sinα)\*100 >= 0.10 % =(0.08\*radq(fck))/f<sub>yk</sub>\*100  
s= 0.1 m =passo staffe <= 8.25 m =0.75\*d\*(1+cotα)  
θ= 33.3 ° =arcsen(radq(A<sub>sw</sub>\*f<sub>yd</sub>)/(b<sub>w</sub>\*s\*acw\*n\*fcd))  
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°  
tanθ= 0.66 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4  
cotθ= 1.52 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5  
ρ<sub>w,max</sub>= 2.86 = A<sub>sw,max</sub>\*f<sub>yd</sub>/(b<sub>w</sub>\*s)<=1/2\*α<sub>cw</sub>\*v\*fcd = 4.74

A<sub>sw</sub>/s<sub>ins</sub> = 40.21 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 23 708 kN =A<sub>sw</sub>\*s\*z\*f<sub>yd</sub>\*cotθ

#### Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v= 0.523 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σ<sub>cp</sub>= 0.00 =N<sub>sd</sub>/A<sub>c</sub>  
α<sub>cw</sub>= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 23 708 kN =α<sub>cw</sub>\*b<sub>w</sub>\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub>= 1.24 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub>= 4 817 kN

V<sub>Rd</sub>= 19 119 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

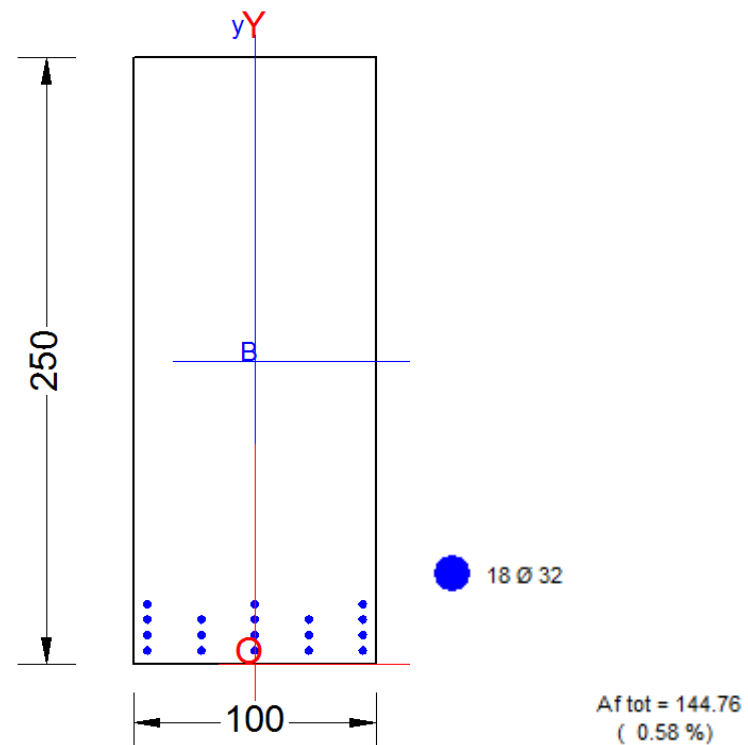
c.s. = 0.25 <=1

## 14.10 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	36 070	39	0	2 644	0	4 106	3 910	5
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	39 929	1 002	1 079	22 133	22 871	6 104	2 770	164
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	38 712	1 002	1 079	24 374	22 598	6 042	2 562	164
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	39 486	1 002	1 079	22 416	22 871	6 065	2 711	164
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	36 070	39	1 711	2 644	35 168	5 409	2 608	191
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	40 894	693	1 202	15 912	25 584	6 081	3 007	155
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	39 373	693	1 202	18 713	25 243	6 003	2 747	155
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	40 341	693	1 202	16 266	25 584	6 033	2 933	155
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	40 894	1 243	896	27 006	18 975	6 247	2 841	171
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	39 373	1 243	896	29 807	18 634	6 169	2 581	171
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	40 341	1 243	896	27 359	18 975	6 199	2 767	171
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	36 070	39	1 711	2 644	35 168	5 409	2 608	191
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	56 497	1 001	1 772	22 951	37 697	8 524	4 032	227
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	54 292	1 001	1 772	27 012	37 202	8 411	3 655	227
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	55 696	1 001	1 772	23 464	37 697	8 454	3 924	227
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	56 497	1 799	1 329	39 038	28 116	8 765	3 791	249
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	54 292	1 799	1 329	43 099	27 621	8 652	3 414	249
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	55 696	1 799	1 329	39 551	28 116	8 695	3 683	249
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	49 503	53	2 566	3 713	52 750	7 592	3 410	286
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	43 064	988	1 772	21 885	37 697	6 992	2 579	226
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	40 859	988	1 772	25 946	37 202	6 879	2 202	226
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	42 262	988	1 772	22 397	37 697	6 922	2 471	226
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	43 064	1 785	1 329	37 969	28 116	7 233	2 338	248
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	40 859	1 785	1 329	42 030	27 621	7 120	1 961	248
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	42 262	1 785	1 329	38 482	28 116	7 163	2 230	248
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	36 070	39	2 566	2 644	52 750	6 060	1 957	286
SLVq1_PrevX_Zpos	39 373	10 677	3 694	169 954	68 984	13 225	-4 474	1 256
SLVq1_PrevY_Zpos	39 373	3 378	12 028	56 305	223 619	14 743	-5 992	1 389
SLVq1_PrevZpos	44 831	3 378	3 694	56 305	68 984	9 622	341	557
SLVq1_PrevX_Zneg	34 695	10 677	3 694	169 954	68 984	12 705	-4 994	1 256
SLVq1_PrevY_Zneg	34 695	3 378	12 028	56 305	223 619	14 223	-6 512	1 389
SLVq1_PrevZneg	29 237	3 378	3 694	56 305	68 984	7 889	-1 391	557
SLVq1.36_PrevX_Zpos	39 373	7 921	2 751	126 990	51 449	10 984	-2 234	932
SLVq1.36_PrevY_Zpos	39 373	2 552	8 883	43 417	165 166	12 101	-3 350	1 027
SLVq1.36_PrevZpos	44 831	2 552	2 751	43 417	51 449	8 495	1 468	417
SLVq1.36_PrevX_Zneg	34 695	7 921	2 751	126 990	51 449	10 464	-2 753	932
SLVq1.36_PrevY_Zneg	34 695	2 552	8 883	43 417	165 166	11 581	-3 870	1 027
SLVq1.36_PrevZneg	29 237	2 552	2 751	43 417	51 449	6 763	-265	417
SLVq1.50_PrevX_Zpos	39 373	7 206	2 506	115 850	46 902	10 403	-1 653	848
SLVq1.50_PrevY_Zpos	39 373	2 337	8 068	40 074	150 012	11 415	-2 665	934
SLVq1.50_PrevZpos	44 831	2 337	2 506	40 074	46 902	8 203	1 760	381
SLVq1.50_PrevX_Zneg	34 695	7 206	2 506	115 850	46 902	9 883	-2 172	848
SLVq1.50_PrevY_Zneg	34 695	2 337	8 068	40 074	150 012	10 896	-3 185	934
SLVq1.50_PrevZneg	29 237	2 337	2 506	40 074	46 902	6 470	28	381
<b>Riepilogo carichi sui pali</b>	<b>Np max</b>	<b>Np min</b>	<b>Hp max</b>					
SLS_qp	4 106	3 910	5					
SLS_Rara_Fess	6 104	2 562	191					
SLS_Rara	6 247	2 581	191					
SLU_A1	8 765	1 957	286					
SLV - q=1	14 743	-6 512	1 389					
SLV - q=1.36	12 101	-3 870	1 027					
SLV - q=1.5	11 415	-3 185	934					

### 14.11 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma													
peso specifico	kN/m <sup>3</sup>	25	18														
spessore	m	2.5	5.5														
peso a mq	kN/mq	62.5	99	161.5													
sbalzo plinto e riemp	m	4.4	4.4														
peso totale a m/l	kN/m	275	436	711													
momento nella sezione di verifica	kNm/m	605	958	1563													
Larghezza di influenza per pali	m	2.87	=	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	4 106	2.9	0		0		4 106	11 907	1 432	4 154	-711	-1563	722	2 590		
SLS_Rara_Fess	kN	6 104	2.9	0		0		6 104	17 702	2 129	6 175	-711	-1563	1 419	4 612		
SLS_Rara	kN	6 247	2.9	0		0		6 247	18 116	2 179	6 320	-711	-1563	1 469	4 756		
SLU_A1	kN	8 765	2.9	0		0		8 765	25 419	3 058	8 867	-711	-1563	2 347	7 304		
SLV - q=1	kN	14 743	2.9	0		0		14 743	42 755	5 143	14 914	-711	-1563	4 432	13 351		
SLV - q=1.36	kN	12 101	2.9	0		0		12 101	35 093	4 221	12 242	-711	-1563	3 511	10 678		
SLV - q=1.5	kN	11 415	2.9	0		0		11 415	33 104	3 982	11 548	-711	-1563	3 271	9 984		
		Soll. di progetto		Verifica													
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)									
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-									
SLS_qp		722	2 590		0.102	3.03	-90										
SLS_Rara_Fess		1 419	4 612		0.181	5.40	-161										
SLS_Rara		1 469	4 756			5.57	-166										
SLU_A1		2 347	7 304	12 321				1.69									
SLV - q=1		4 432	13 351	12 321				0.92									
SLV - q=1.36		3 511	10 678	12 321				1.15									
SLV - q=1.5		3 271	9 984	12 321				1.23									



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

**Verifica a taglio secondo EC2-2**

Calcestruzzo

fck= 28 MPa  
γc= 1.50  
fcm= 36 MPa  
αcc= 0.85  
fcd= 15.87 MPa

fctm= 2.77 MPa  
fctk<sub>0,05</sub>= 1.94 MPa  
fctk<sub>0,95</sub>= 3.60 MPa  
αct= 1.00  
fctd= 1.29 MPa

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa  
γs= 1.15  
fyd= 391.3 MPa

Taglio

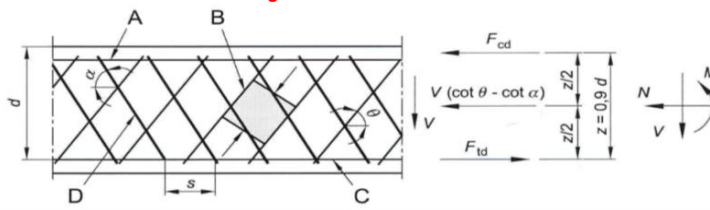
γ  
Gk 0 x1.00= 0 kN  
Pk 0 x1.00= 0 kN  
Qk 0 x1.00= 0 kN  
Aed 4 432 x1.00= 4432 kN  
V<sub>Ed</sub> = 4432 kN

Nsd= 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**



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

**Resistenza lato acciaio (staffe)**

φw= 25 mm Diametro staffa  
n= 2.00 - Numero braccia  
Asw= 9.82 cm<sup>2</sup>  
z= 2.16 m =0.9\*d  
senα= 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)  
ρw= 0.27 % =Asw/(s\*bw\*sinα)\*100  
s= 0.37 m =passo staffe <= 1.80 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= 1.04 = Asw,max\*fyd/(bw\*s)<=1/2\*αcw\*v\*fcd = 4.23

Asw/s,ins = 26.53 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub>= 5 607 kN =Asw/s\*z\* fywd \*cotθ

**Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)**

v= 0.533 =0.6\*(1-fck/250) (from EN 6.6N)  
σcp = 0.00 =Nsd/Ac  
αcw= 1.00  
V<sub>Rd,max</sub>= 6 296 kN =αcw\*bw\*z\*v\*fcd/(cotθ+tanθ)  
γ<sub>Bd1</sub> 1.25 coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = 4 432 kN

V<sub>Rd</sub>= 4 486 kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

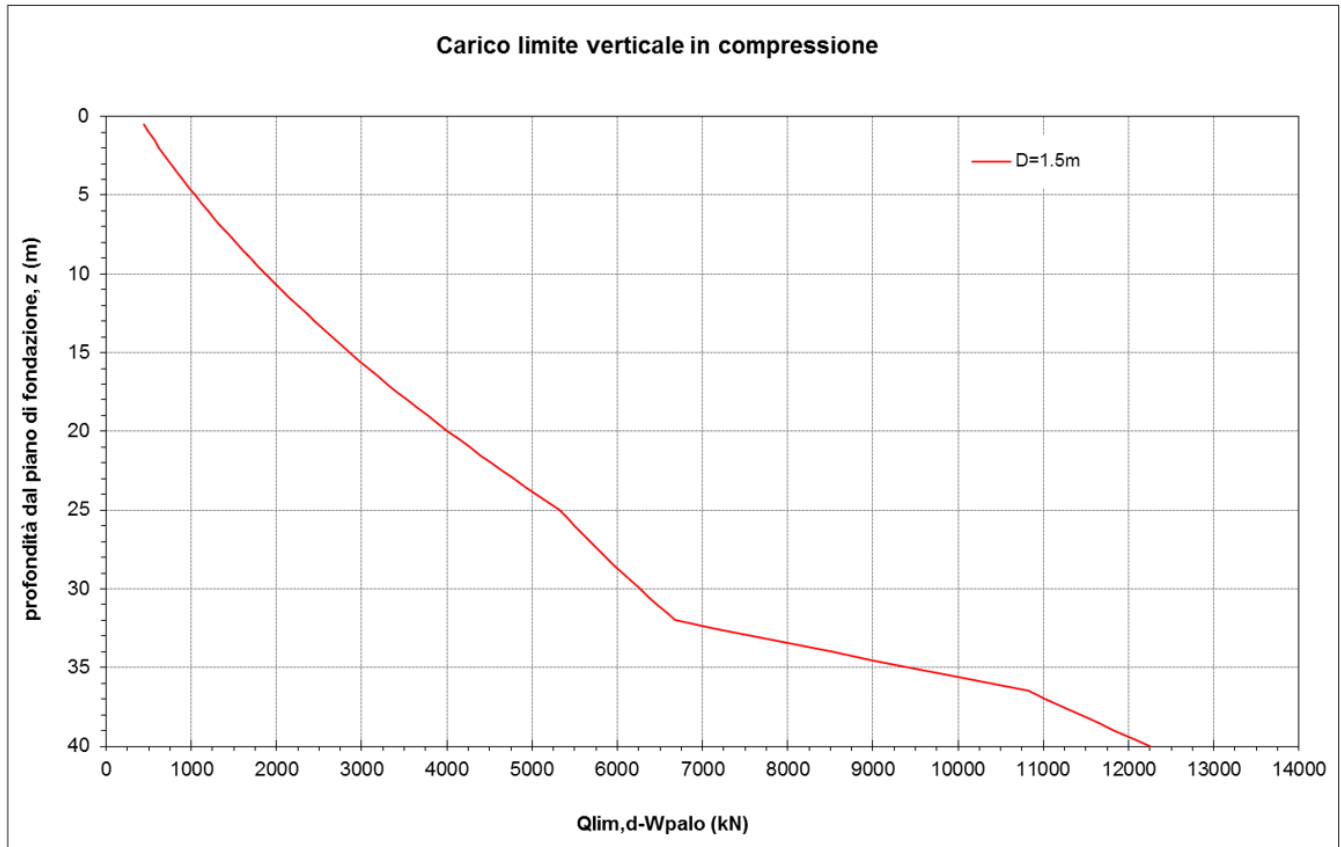
c.s. = 0.99 <=1

## 15 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.

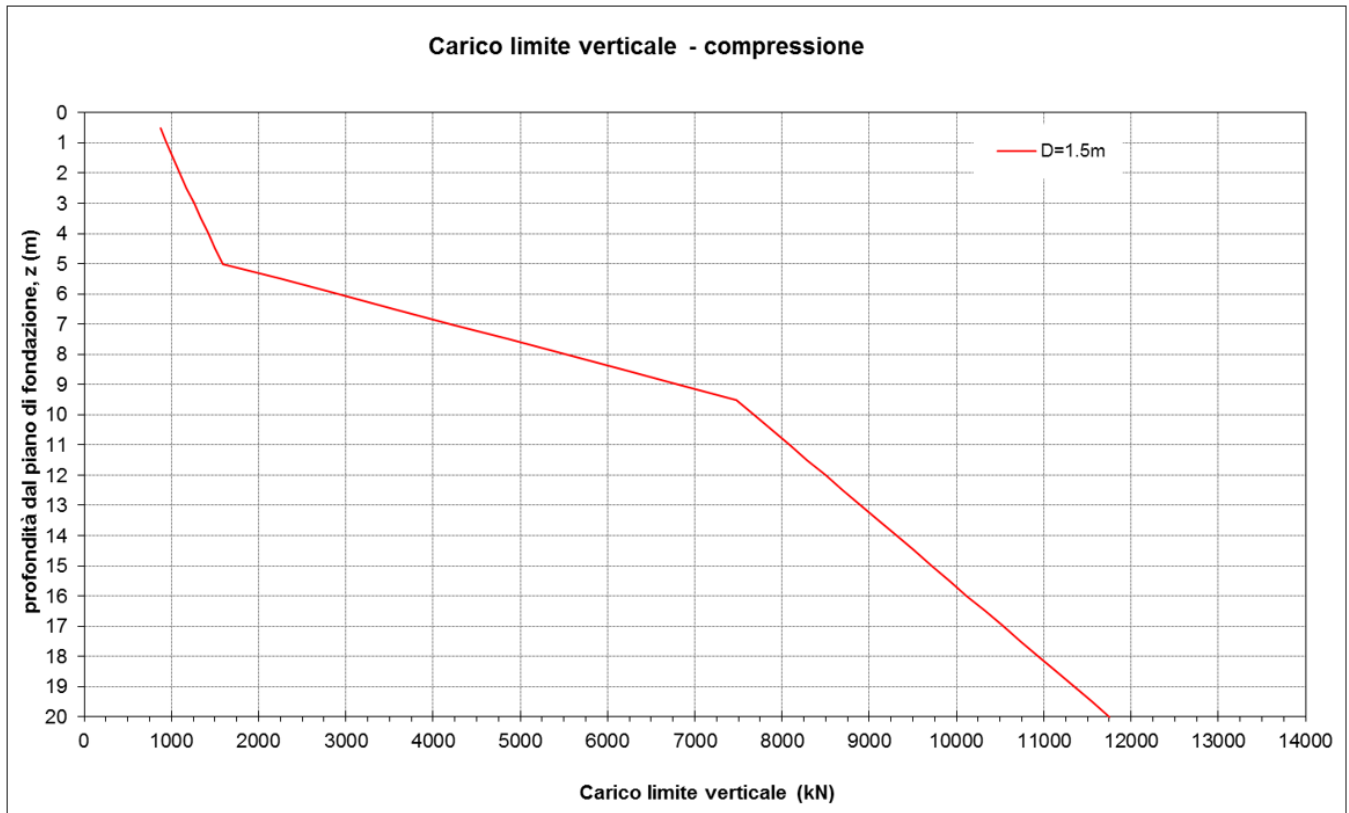
Opera	Binario	Pila/Spalla	n° pali	Nmax (kN)	Lpalo (m)
VI03	Pari	P1	9	12 100	41
VI03	Pari	P3	12	8 750	34
VI03	Pari	P4	12	8 900	15
VI03	Pari	P5	9	10 700	18
VI03	Dispari	P1	9	11 500	38
VI03	Dispari	P3	12	8 750	34
VI03	Dispari	P4	12	10 100	16
VI03	Dispari	P5	9	10 000	16

### VI03 (Pile 1,3)





**VI03 (Pile 4,5)**



## 16 VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI

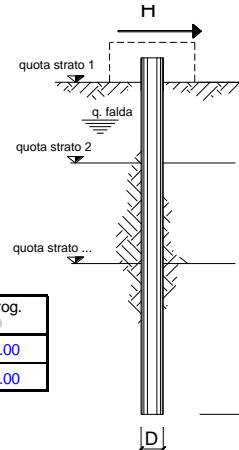
Viene effettuata una verifica per classi di forza orizzontale

Viadotto	Binario	Opera	Pila/Spalla	$\gamma_t$	$\varphi'$	cu	n°vert	q.ta falda	Hsd(q=1)	My	Hrd	c.r.
-	-	-	-	kN/m	°	kPa	-	m	kN	kNm	kN	-
<b>VI03</b>	Pari	Pile	1	19	35	-	1	0	1 389	9 266	1 400	0.99
VI03	Pari	Pile	3	19	35	-	1	0	1 225			
VI03	Pari	Pile	4	19	35	-	1	0	1 217			
VI03	Pari	Pile	5	19	35	-	1	0	1 241			
<b>VI03</b>	Dispari	Pile	1	19	35	-	1	0	1 285	8 237	1 293	0.99
VI03	Dispari	Pile	3	19	35	-	1	0	1 225			
VI03	Dispari	Pile	4	19	35	-	1	0	1 241			
VI03	Dispari	Pile	5	19	35	-	1	0	1 083	6 433	1 096	0.99

## 16.1 Pila 1 binario pari

### 16.1.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_w$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
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.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
□ 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  $M_y$  9 266.00 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

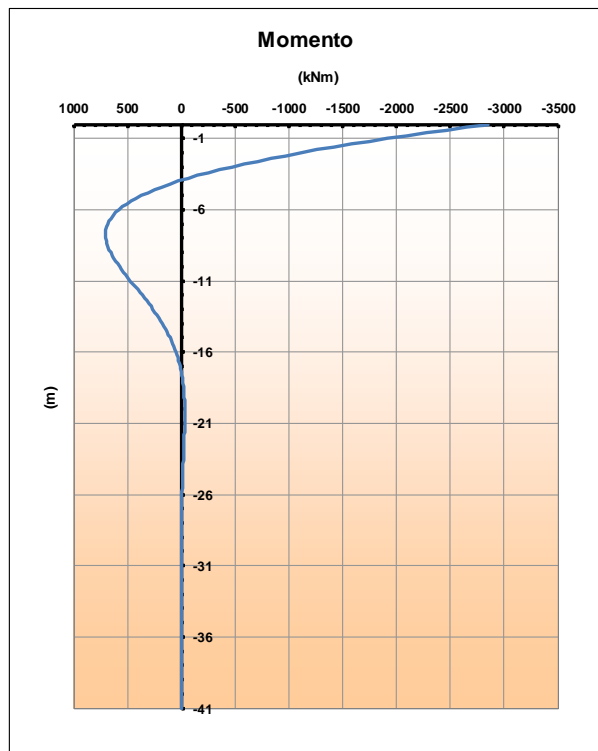
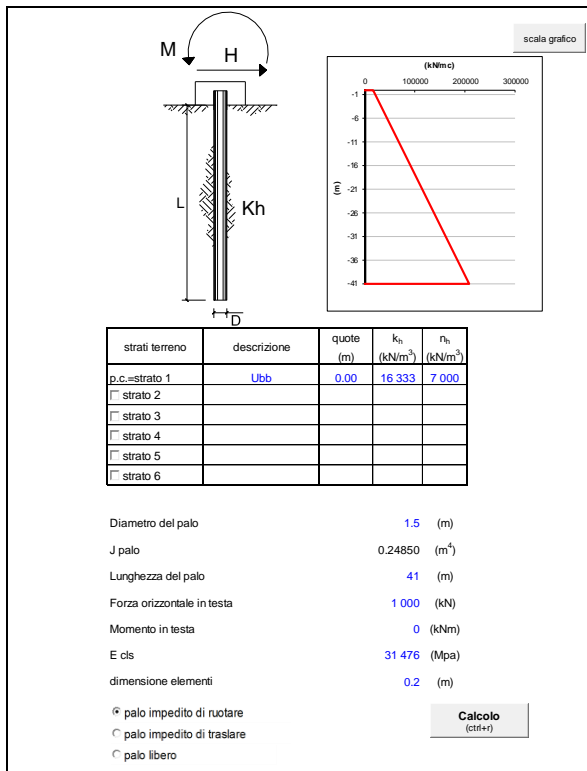
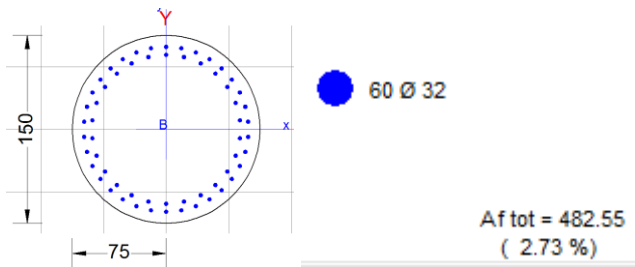
palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3 868 (kN)		3 868 (kN)	
Palo intermedio	32 974 (kN)		32 974 (kN)	
Palo corto	125 614 (kN)		125 614 (kN)	
	$H_{med}$ 3 868 (kN)	Palo lungo	$H_{min}$ 3 868 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		2 276 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$		1 400 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 389 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 389 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.01 (-)	

### 16.1.2 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	5	6	18		0.001	0.05	-1.1	
SLS_Rara_Fess	0	191	239	680		0.051	1.76	-40.1	
SLS_Rara	0	191	239	680			1.76	-40.1	
SLU_A1	0	286	358	1 019	9 266				9.09
SLV - q=1	0	1 389	1 736	4 948	9 266				1.87
SLV - q=1.36	0	1 027	1 284	3 659	9 266				2.53
SLV - q=1.5	0	934	1 168	3 327	9 266				2.79
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha=Mp/Hp$	2.85						
Coefficiente di gruppo		k	0.8						
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)		Hp max / k							
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)		$Mp \text{ max} = (Hp \text{ max} / k) * \alpha$							



### 16.1.3 Taglio strutturale

#### Verifica a taglio secondo EC2-2

##### Calcestruzzo

fck=	25	MPa
γc=	1.50	
fcm=	33	MPa
αcc=	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>14.17</b>	<b>MPa</b>
fctm=	2.56	MPa
fctk <sub>0,05</sub> =	1.80	MPa
fctk <sub>0,95</sub> =	3.33	MPa
αct=	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.20</b>	<b>MPa</b>

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 rs, 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	1 736	x1.00=	1736 kN
<b>V<sub>Ed</sub> = 1736 kN</b>			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

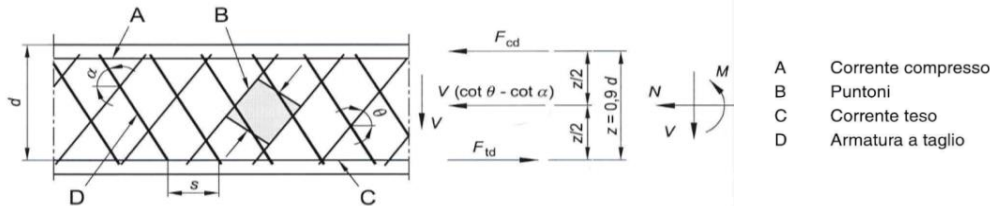
##### Geometria

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 <sup>2</sup>	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	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	<b>MPa</b>

#### Elementi CA e CAP armati a taglio



#### Resistenza lato acciaio (staffe)

φw=	16	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	4.02	cm <sup>2</sup>	
z=	1.05	m	=0.9*d
senα=	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρw=	0.20	%	=Asw/(s*bw*sinα)*100 >= 0.09 % = (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=	0.77	=	Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 3.83

Asw/s,ins = 22.98 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = **2 371** 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 <sub>Rd,max</sub> =	<b>3 261</b>	kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ <sub>Bd1</sub>	<b>1.25</b>	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **1 736** kN

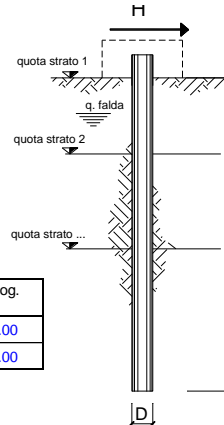
V<sub>Rd</sub> = **1 897** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.92** <=1

## 16.2 Pila 1 binario dispari

### 16.2.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_{ef}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$			
SLU	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	⊙	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.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	Parametri medi		Parametri minimi	
						$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$k_p$
p.c.=strato 1		100.00	19	9	35	3.69		35	3.69
□ 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 8 237.00 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

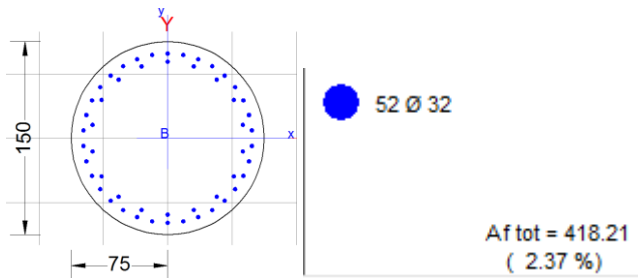
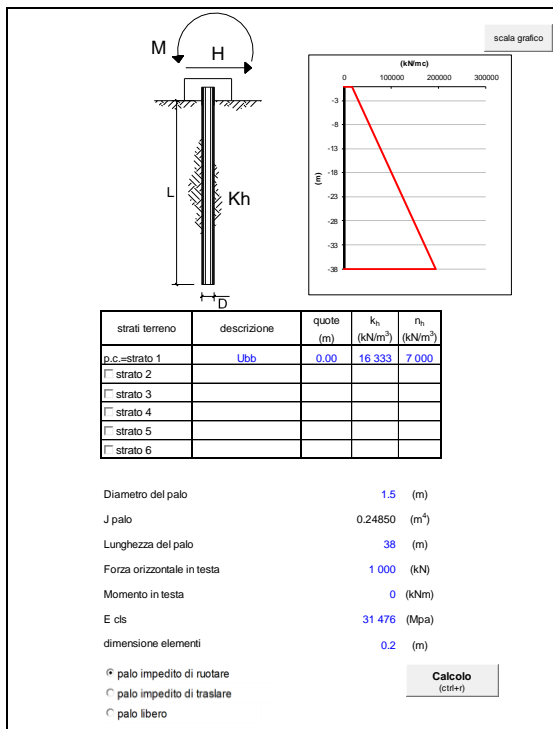
palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3 573 (kN)		3 573 (kN)	
Palo intermedio	32 876 (kN)		32 876 (kN)	
Palo corto	125 614 (kN)		125 614 (kN)	
	$H_{med}$ 3 573 (kN)	Palo lungo	$H_{min}$ 3 573 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		2 102 (kN)	
	Coefficiente di gruppo palificata:	k =	0.8 (-)	
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$		1 293 (kN)	
	Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 285 (kN)	
	Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1 285 (kN)	
	c.s. = $H_d / F_d =$		1.01 (-)	

### 16.2.2 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	5	6	18		0.002	0.05	-1.2	-
SLS_Rara_Fess	0	170	213	606		0.055	1.68	-40.3	
SLS_Rara	0	170	213	606			1.68	-40.3	
SLU_A1	0	254	318	905	8 237				9.10
SLV - q=1	0	1 285	1 606	4 578	8 237				1.80
SLV - q=1.36	0	950	1 188	3 384	8 237				2.43
SLV - q=1.5	0	864	1 080	3 078	8 237				2.68
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha= Mp/Hp$	2.85						
Coefficiente di gruppo		k	0.8						
Taglio massimo palo (con coeff di gruppo)		Hp max / k							
Momento elastico sul palo (con coeff di gruppo)		$Mp \text{ max} = (Hp \text{ max} / k) * \alpha$							

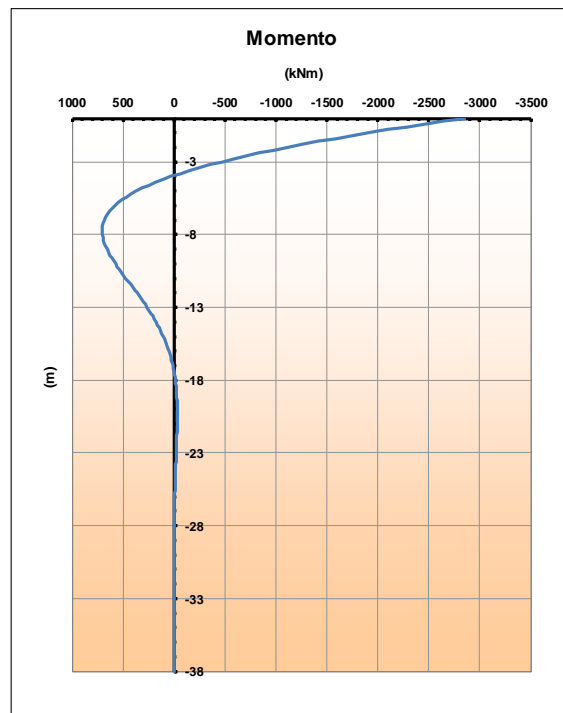



strati terreno	descrizione	quote (m)	kh (kN/m³)	rh (kN/m²)
D.C.=strato 1	Ubb	0.00	16.333	7.000
strato 2				
strato 3				
strato 4				
strato 5				
strato 6				

Diametro del palo: 1.5 (m)  
 J palo: 0.24850 (m<sup>4</sup>)  
 Lunghezza del palo: 38 (m)  
 Forza orizzontale in testa: 1 000 (kN)  
 Momento in testa: 0 (kNm)  
 E cls: 31 476 (Mpa)  
 dimensione elementi: 0.2 (m)

palo impedito di ruotare  
 palo impedito di traslare  
 palo libero

Calcolo (ctrl+F)



### 16.2.3 Taglio strutturale

#### Verifica a taglio secondo EC2-2

##### Calcestruzzo

fck=	25	MPa
γC=	1.50	
fcm=	33	MPa
αcc=	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>14.17</b>	MPa
fctm=	2.56	MPa
fctk <sub>0,05</sub> =	1.80	MPa
fctk <sub>0,95</sub> =	3.33	MPa
αct=	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.20</b>	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<sub>s</sub>, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio può essere calcolata come

##### Taglio

Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	1 606	x1.00=	1606 kN
<b>V<sub>Ed</sub> = 1606 kN</b>			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

##### Geometria

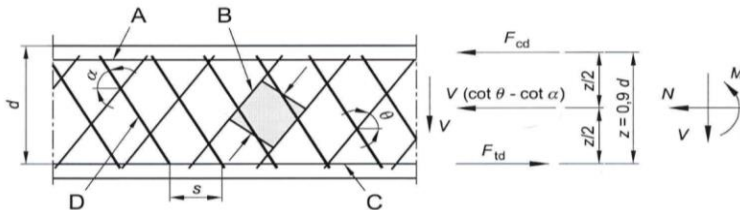
bw = d =	1.172	m	Larghezza (6.16)
h=	1.172	m	Altezza totale
c=	0.087	m	Copriferro
d =	1.172	m	Altezza utile
Ac=	1.37	m <sup>2</sup>	Area
r =	0.750	m	Raggio palo
rs = r - c =	0.663	m	Raggio armatura verticale

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

##### Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γS=	1.15	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	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 <sup>2</sup>	
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 >= 0.09 % = (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=	0.67	=	Asw,max*fyd/(bw*s)<=1/2*αcw*v*fcd = 3.83

Asw/s,ins = 20.11 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = **2 075** 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 <sub>Rd,max</sub> =	<b>3 261</b>	kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ <sub>Bd1</sub>	<b>1.25</b>	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **1 606** kN

V<sub>Rd</sub> = **1 660** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

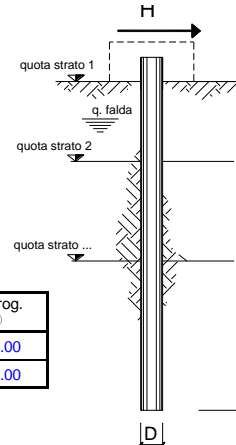
**c.s. = 0.97** <=1



## 16.3 Pila 5 binario dispari

### 16.3.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti $\gamma_G$	variabili $\gamma_Q$	$\gamma_{ef}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_T$
SLU	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.
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	Parametri medi			Parametri minimi		
					$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)	$\phi$ (°)	$k_p$	$c_u$ (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	19	9	35	3.69		35	3.69	
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  $M_y$  6 433.00 (kNm)  
 Step di calcolo 0.01 (m)

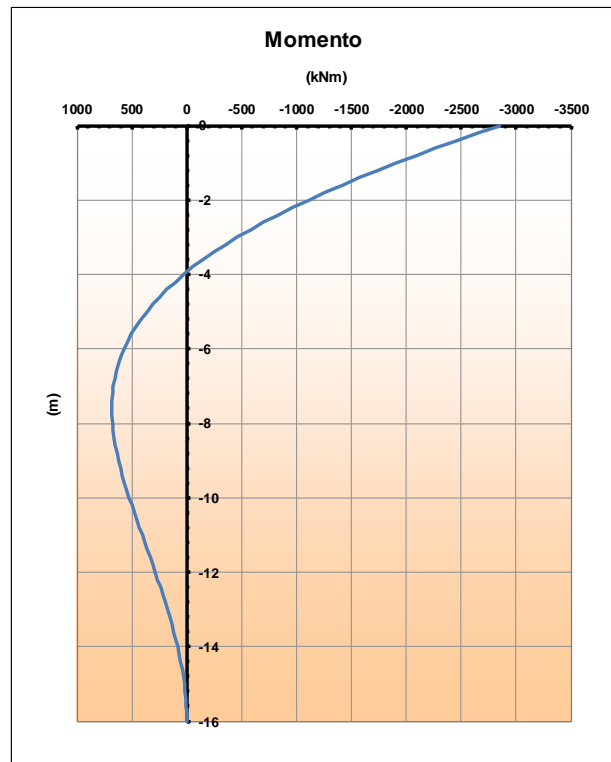
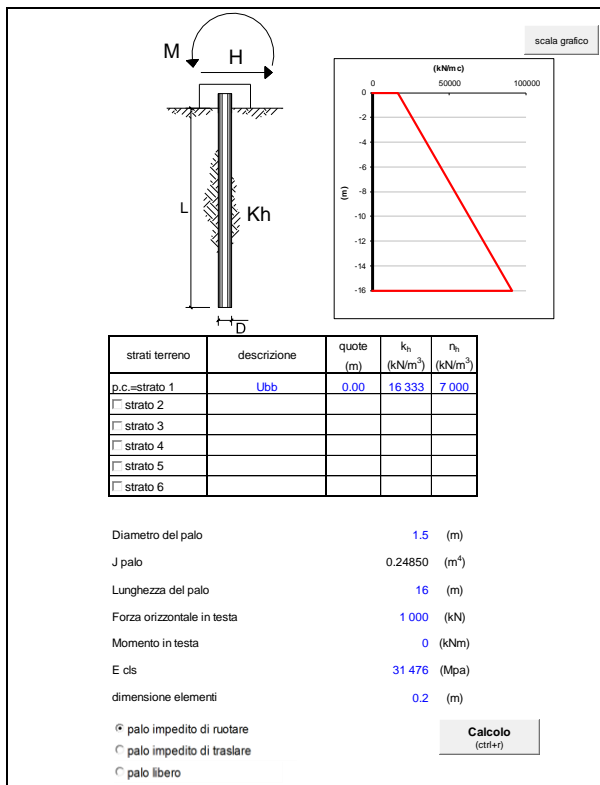
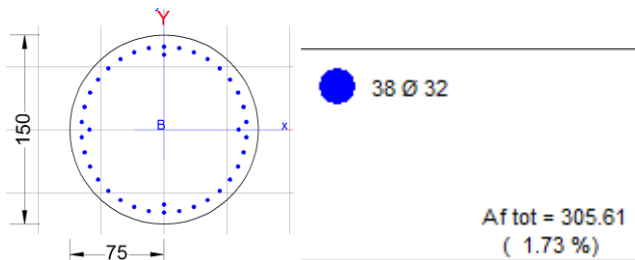
palo impedito di ruotare  
 palo libero

**Calcolo**  
(ctrl+r)

<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3 027 (kN)	Palo lungo	3 027 (kN)
Palo intermedio	32 876 (kN)		32 876 (kN)
Palo corto	125 614 (kN)		125 614 (kN)
$H_{med}$	3 027 (kN)	$H_{min}$	3 027 (kN)
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{mir}/\xi_4)$			1 781 (kN)
Coefficiente di gruppo pali ficata:		k =	0.8 (-)
$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$			1 096 (kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 083 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$			1 083 (kN)
c.s. = $H_d / F_d =$			1.01 (-)

### 16.3.2 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		0.002	0.04	-0.9	
SLS_Rara_Fess	0	120	150	428		0.062	1.38	-36.8	
SLS_Rara	0	129	161	460			1.49	-39.6	
SLU_A1	0	188	235	670	6 433				9.60
SLV - q=1	0	1 083	1 354	3 858	6 433				1.67
SLV - q=1.36	0	762	953	2 715	6 433				2.37
SLV - q=1.5	0	731	914	2 604	6 433				2.47
Costante elastica - Matlock Reese		$\alpha=Mp/Hp$	2.85						
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) * $\alpha$							



### 16.3.3 Taglio strutturale

#### Verifica a taglio secondo EC2-2

##### Calcestruzzo

fck=	25	MPa
γC=	1.50	
fcm=	33	MPa
αcc=	0.85	
<b>fcd=</b>	<b>14.17</b>	<b>MPa</b>
fctm=	2.56	MPa
fctk <sub>0.05</sub> =	1.80	MPa
fctk <sub>0.95</sub> =	3.33	MPa
αct=	1.00	
<b>fctd=</b>	<b>1.20</b>	<b>MPa</b>

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<sub>s</sub>, 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	1 354	x1.00=	1354 kN
<b>V<sub>Ed</sub> = 1354 kN</b>			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

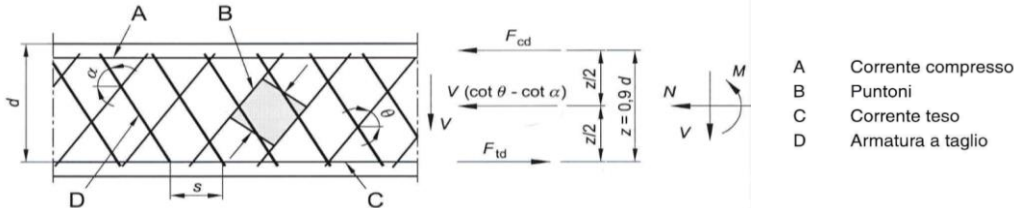
##### Geometria

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	
<b>fyd=</b>	<b>391.3</b>	<b>MPa</b>

#### Elementi CA e CAP armati a taglio



#### Resistenza lato acciaio (staffe)

φw=	14	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	3.08	cm <sup>2</sup>	
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*senα)*100 >= 0.09% = (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 = 3.83

Asw/s,ins = 17.59 cm<sup>2</sup>/m Area staffe inserita

V<sub>Rd,s</sub> = **1 816** 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 <sub>Rd,max</sub> =	<b>3 261</b>	kN =αcw*bw*z*v*fcd/(cotθ+tanθ)
γ <sub>Bd1</sub>	<b>1.25</b>	coefficiente di sicurezza ( EN1998-2-5.6.2.b)

V<sub>Ed</sub> = **1 354** kN

V<sub>Rd</sub> = **1 452** kN =min(V<sub>Rd,s</sub>;V<sub>Rd,max</sub>)/γ<sub>Bd1</sub>

**c.s. = 0.93** <=1

## 17 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
		$E_L$	<b>182.5 mm</b>

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 35 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  $a_g(SLV) \geq 0.25g$   $E_L$   $3.3 \cdot L / 1000 + 0.1$  215.5 mm  
0.15m 150.0 mm

per  $a_g(SLV) < 0.25g$   $E_L$   $2.3 \cdot L / 1000 + 0.073$  153.5 mm  
0.10m 100.0 cm

$E_L$  **215.5 mm**

Risulta quindi

$E_L$  215.5 mm escursione totale longitudinale

**Vincoli degli impalcato, corsa degli appoggi, varchi**

**In direzione longitudinale:**

La corsa degli apparecchi d'appoggio deve essere pari a:  $\pm E_L$  215.5 mm

$\pm E_L / 2 \pm \max(15\text{mm}; E_L / 8)$  134.7 mm  $\approx$  +/- 135 mm  $\pm E_L / 2$  107.8 mm  
 $\pm E_L / 8$  26.9 mm

L'escursione dei giunti deve essere pari a:

$\pm E_L / 2 \pm 10\text{mm}$  117.8 mm  $\approx$  +/- 120 mm

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

$V_0$  20.0 mm  
 $V \geq E_L / 2 + V_0$  127.8 mm  $\approx$  130 mm

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

$V - V_0 / 2$  117.8 mm  $\approx$  120 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

**VI03 – VIADOTTO LETOJANNI**  
**RELAZIONE DI CALCOLO PILE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS2S 02 D 09 CL VI0305 001 A 143 di 144

VI03 - VIADOTTO LETOJANNI - BINARIO PARI					
SPALLA FISSA		LATO GIAMPILIERI			
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
				<b>V</b>	
		mm	mm	mm	mm
SA	AC - 35m	± 135	± 120	130	120
P1	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P2	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P3	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P4	AC - 35m	± 135	± 120	130	120
P5	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
SB	FISSA	-	± 50	50	5

VI03 - VIADOTTO LETOJANNI - BINARIO DISPARI					
SPALLA FISSA		LATO GIAMPILIERI			
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
				<b>V</b>	
		mm	mm	mm	mm
SA	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P1	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P2	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P3	AC - 50m	± 170	± 145	155	145
P4	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
P5	CAP - 25m	± 115	± 105	115	105
SB	FISSA	-	± 50	50	5

## 18 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
VI03	AC	35	9.7	1	L	252.9	24.00	276.9	9 692	0.840	8 136	1 100			8 356	2	<b>4 178</b>
VI03	AC	35	9.7	1	T	252.9	24.00	276.9	9 692	0.840	4 068		364 110		4 163	1	<b>4 163</b>
VI03	AC	50	9.7	1	L	257.9	25.80	283.7	14 185	0.840	11 909	1 505			12 210	2	<b>6 105</b>
VI03	AC	50	9.7	1	T	257.9	25.80	283.7	14 185	0.840	5 954		484 110		6 073	1	<b>6 073</b>
VI03	CAP	25	9.7	1	L	287.3	30.00	317.3	7 933	0.840	6 660	908			6 841	2	<b>3 421</b>
VI03	CAP	25	9.7	1	T	287.3	30.00	317.3	7 933	0.840	3 330		285 110		3 409	1	<b>3 409</b>