

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)

VI08 – VIADOTTO ALI'

Relazione di calcolo pile

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 09 CL VI0805 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	D.Guerci	Genn.2018	A.Ferri	Genn.2018	P. Carlesimo	Genn.2018	A. Vittozzi	Genn.2018

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vittozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N° 420783

File: RS2S02D09CLVI0805001A.docx

n. Tab.: 2049

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	DOCUMENTI CORRELATI.....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
5	ANALISI DEI CARICHI	7
5.1	PESI PROPRI E PERMANENTI PORTATI	7
6	MODELLO DI CALCOLO.....	8
6.1	NOTE	8
6.2	LIMITI TENSIONALI	9
6.3	VERIFICA A FESSURAZIONE.....	9
6.4	LEGENDA.....	9
7	CALCOLO E VERIFICA	10
7.1	AZIONE SISMICA	10
7.2	DATI GENERALI	11
7.3	ANALISI SISMICA	12
7.4	CARICHI DA TRAFFICO	14
7.5	VENTO.....	15
7.6	AZIONI CARATTERISTICHE E DATI FONDAZIONE.....	17
7.7	COMBINAZIONI DI CARICO	18
7.8	VERIFICA A PRESSOFLESSIONE PILA.....	19
7.9	VERIFICA A TAGLIO PILA	21
7.10	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE PALO	25
7.11	VERIFICA PALO PER FORZE ORIZZONTALI	27
7.11.1	Capacità portante orizzontale (Broms)	27



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

VI08 – VIADOTTO ALI’
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0805 001 A 3 di 33

7.11.2	Resistenza strutturale	28
7.11.3	Taglio strutturale.....	29
7.12	VERIFICA PLINTO	30
8	ESCURSIONE APPOGGI E GIUNTI	32
9	CARICHI ORIZZONTALI APPOGGI.....	33

1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica strutturale delle pile del Viadotto Alì VI08, nell’ambito del progetto raddoppio della tratta Giampilieri – Fiumefreddo.

E’ presente un’unica tipologia di impalcato in acciaio – calcestruzzo di luce 40m in asse pila, piattaforma da 13.70m a doppio binario.

Le pile sono tutte a sezione scatolare bi-cellulare con dimensioni fuori tutto 11.80x3.20m. L’altezza massima delle pile è di 13.97m. 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 $\Phi 1500$.

Il calcolo effettuato per la pila 1 vale anche per la Pila 2

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

2 DOCUMENTI CORRELATI

[C1] **RS2S-02-D-09-RB-VI08-03-001:** Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni;

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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



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

VI08 – VIADOTTO ALI’
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0805 001 A 5 di 33

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

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

GETTI IN OPERA

CALCESTRUZZO MAGRO E GETTO DI LIVELLAMENTO

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

CALCESTRUZZO PALI/DIAFRAMMI DI FONDAZIONE

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

CALCESTRUZZO FONDAZIONE PILE, SPALLE E SOLETTONI

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

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

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

CALCESTRUZZO SOLETTE IMPALCATO

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

ACCIAIO ORDINARIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

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

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

5 ANALISI DEI CARICHI

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

5.1 Pesi propri e permanenti portati

Pesi propri	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p	Peso	L	Ptot
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Carpenteria metallica	1					1.0000	60	60.0	40	2 400
Soletta	1	0.355	13.7			4.8635	25	121.6	40	4 864
						Totale pesi propri G1		181.6		7 264
Permanenti portati	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p	Peso	L	Ptot
	-	m	m	mq	m	mc	kN/mc-mq	kN/ml		
Muri parballast	0			0.1433		0.0000	25	0.0	40	0
Muri banchina FFPP - in sx	1			0.4000		0.4000	25	10.0	40	400
Muri banchina FFPP - in dx	1			0.4000		0.4000	25	10.0	40	400
Muri banchina stazione	0			1.8100		0.0000	25	0.0	40	0
Cordolo in sx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	40	115
Cordolo in dx	1	0.14	0.82			0.1148	25	2.9	40	115
Velette	2			0.09		0.1800	25	4.5	40	180
Ballast+ impermab. sottoballast + armamento	1	0.8	7.9			6.3200	18	113.8	40	4 550
Incremento per rialzo in curva	0			0.250		0.0000	20	0.0	40	0
Canalette	2			0.085		0.1700	25	4.3	40	170
Impermeabilizzazione marciapiedi	2	0.05	1.78			0.1780	20	3.6	40	142
Impermeabilizzazione banchina stazione	0	0.05	4.47			0.0000	20	0.0	40	0
Impermeabilizzazione soletta sotto banchina	0	0.05	3.67			0.0000	20	0.0	40	0
Barriere antirumore	2	1	4			8.0000	4	32.0	40	1 280
Telaio FFPP	2					2.0000	1.5	3.0	40	120
Impianti	2					2.0000	1.5	3.0	40	120
Impianti banchina stazione	0					0.0000	3	0.0	40	0
						Totale permanenti portati G2		189.8		7 592
						Totale permanenti G		371.4		14 856



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

VI08 – VIADOTTO ALI’
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
RS2S 02 D 09 CL VI0805 001 A 8 di 33

6 MODELLO DI CALCOLO

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

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

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

6.1 Note

Vengono evidenziati alcuni punti facilitare la comprensione delle tabelle successive

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

6.2 Limiti tensionali

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

6.3 Verifica a fessurazione

Si riportano i limiti fessurativi considerati

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

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

6.4 Legenda

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

7 CALCOLO E VERIFICA

7.1 Azione sismica

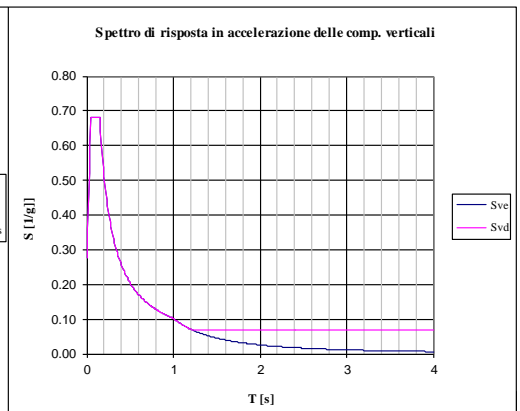
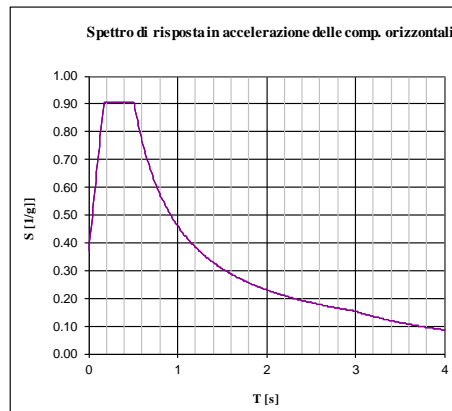
Terr. Tipo	b				
Cat. Topog.	1				
ξ	5%				
η	1				
a_{g0}	0.348 g				
F_0	2.458				
T_{C^*}	0.382 s				
γ_1	1				
a_g	0.348 g				
q	1				
β	0.2				
		Ss	St		
		1.058	1.000		
Cc	S	TB	TC	TD	
	1.334	1.058	0.170	0.509	2.993

componente verticale		Ss	St		
F_v	1.958	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
$S_e(T)$	0.368	0.278
$S_{d,i}(T)$	0.368	0.278

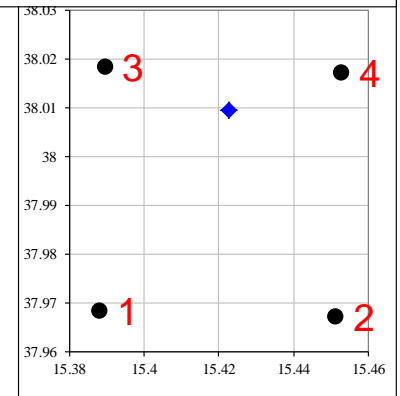
Valore massimo dello spettro (plateau)		
	orizz	vert
$S_e(T)$	0.905	0.682
$S_{d,i}(T)$	0.905	0.682

Ponti isolati	
T_{is}	1 s
$0.8 \cdot T_{is}$	0.8 s
ξ	5%
η	1.000
$S_{e, is}(T_{is})$	0.461



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

Punto	ID	LONG	LAT	a_g	F_0	T_{C^*}
1	45873	15.38823	37.9684	0.345	2.457	0.377
2	45874	15.45144	37.96728	0.361	2.451	0.382
3	45651	15.38962	38.01839	0.332	2.467	0.380
4	45652	15.4529	38.01726	0.358	2.454	0.384
P		15.422669	38.009678	0.348	2.458	0.382



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

	gradi	primi	secondi	gradi decimali
lat.	38	0	34.84	38.009678
long.	15	25	21.61	15.422669

7.2 Dati generali

Dati fusto pila e pulvino	L(m)	T(m)	H(m)	A(mq)	P(kN)
Fusto pila	3.2	11.8	11.97	15.67	4 689
Pulvino	3.2	11.8	2		1 888
Peso totale pila					6 577

Geometria

Altezza totale pila, compreso pulvino	h	13.97 m
Distanza pf - sottotrave (in asse appoggi)	h1	3.79 m
Distanza sottotrave - testa pila	h2	0.5 m
Distanza pf - testa pila	h3	4.29 m
Distanza centro rotazione appoggi - testa pila	h4	0.4 m
Distanza baricentro masse impalcato - testa pila	h5	3.49 m
Distanza pf - spiccato pila	h6	18.26 m
Distanza pf - intradosso fondazione	h7	21.76 m

Impalcato

		sx	dx	totale
Tipo appoggio		M	F	
Luce in asse pila		40	40	m
Distanza asse appoggi - asse pila		1	1	m
Luce in asse appoggi		38	38	m
Pesi propri	G1	181.6	181.6	kN/ml
Permanenti portati	G2	189.8	189.8	kN/ml
Permanenti	G	371.4	371.4	kN/ml
Peso treno equivalente x0.2	Q1x0.2	43	43	kN/ml
Massa sismica	M	414.4	414.4	kN/ml
Pesi propri	G1	3 632	3 632	7 264 kN
Permanenti portati	G2	3 796	3 796	7 592 kN
Permanenti	G	7 428	7 428	14 856 kN
Massa sismica	M	8 288	8 288	16 576 kN

7.3 Analisi sismica

Analisi sismica		Semplificata			Dinamica modale		
Direzione		Long	Trasv	Vert			
Dist baricentro masse impal - spiccato pila	hp	14.37	17.46	17.46 m			
Modulo elastico pila	Ec	33 346	33 346	33 346 MPa	Tipo analisi effettuata		
Inerzia pila (Area pila per verticale)	If	21.3	172.4	15.7 m4	2 Dinamica modale		
Riduzione per rigidità fessurata		1.0	1.0	1.0 -			
Rigidità oscillatore elementare equivalente		7.18E+05	3.24E+06	2.99E+07 kN/m			
Massa sismica impalcato	Pi	16 576	16 576	16 576 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 841	3 841	3 841 kN			
Massa complessiva	P=Pi+Ppeff	20 417	20 417	20 417 kN			
1/5 Massa sismica impalcato	1/5*Pi	3 315	3 315	3 315 kN			
Massa efficace pila	Ppeff	3 841	3 841	3 841 kN			
Verifica requisito	Ppeff≤1/5*Pi ?	no	no	no -			
Periodo proprio	T	0.34	0.16	0.05 sec	0.34	0.17	0.04 sec
	q	Ordinata spettrale (S)					
	1	0.905	0.873	0.682 g			
	1.36	0.666	0.648	0.682 g			
	1.5	0.604	0.589	0.682 g			
	q	Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
	1	18 486	17 816	13 928 kN	18 550	18 520	13 715 kN
	1.36	13 593	13 222	13 928 kN	13 644	13 626	13 715 kN
	1.5	12 324	12 030	13 928 kN	12 373	12 357	13 715 kN
	q	Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
	1	265 650	311 062	kNm	258 133	306 106	kNm
	1.36	195 331	230 848	kNm	189 807	225 080	kNm
	1.5	177 100	210 052	kNm	172 093	204 074	kNm
Rapporto risultati dinamica modale - semplificata							
		Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila			Taglio/Sfor Norm allo spiccato pila		
		1.00	1.04	0.98 -	1.00	1.03	0.98 -
		1.00	1.03	0.98 -	1.00	1.03	0.98 -
		1.00	1.03	0.98 -	1.00	1.03	0.98 -
		Momento allo spiccato pila			Momento allo spiccato pila		
		0.97	0.98	-	0.97	0.98	-
		0.97	0.98	-	0.97	0.98	-
		0.97	0.97	-	0.97	0.97	-

7.4 Carichi da traffico

Carico verticale da traffico ferroviario

	N°binari	Azioni quota testa pila (kN;kNm)		
		2	N	ML
Condizione	N max	8 591	836	1 309
Condizione	ML max	5 176	5 174	689
Condizione	MT max	4 539	296	9 079
Condizione	Inviluppo	8 591	5 174	9 079

Carico verticale massimo da traffico sul piano appoggi

		sx	dx
		Carico verticale	N max
Luce impalcato asse appoggi	Lc	38	38
Coefficiente dinamico	Φ3	1.092	1.092
Carico verticale dinamizzato	N	5 653	5 653

Attrito

		sx	dx
Permanenti	G	7 428	7 428 kN
Carico mobile dinamizzato	Q1*Φ	5 653	5 653 kN

Coefficiente di attrito in condizione statiche

		0.03
Attrito permanente	maxG*0.2*Φ	45 kN
Attrito mobili dinamizzati	maxQ*Φ	170 kN

Frenatura

luce campata carica	L	40 m
a livello binario	HL	2 255 kN
a quota testa pila	ML	9 674 kNm

Serpeggio

a livello binario	HT	210 kN
a quota testa pila	MT	901 kNm

Centrifuga

raggio planimetrico	R	##### m
velocità di progetto	v	160 km/h
lunghezza di influenza		40 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	0.000	3 684	0
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.000	4 052	0
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.000	4 052	0
LM71 (caso utilizzato)						0
SW2	100	1	1.00	0.000	4 539	0
Valore utilizzato						0

Al piano appoggi - sx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.80	0.000	2 213	0
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.000	2 434	0
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.000	2 434	0
LM71 (caso utilizzato)						0
SW2	100	1	1.00	0.000	2 711	0
Valore utilizzato						0

Al piano appoggi - dx

	v (km/h)	alfa	f	Coeff	Qv (kN)	FT (kN)
LM71 v>120; caso a	160	1	0.80	0.000	2 213	0
LM71 v>120; caso b	120	1.1	1.00	0.000	2 434	0
LM71 v≤120; caso a	120	1.1	1.00	0.000	2 434	0
LM71 (caso utilizzato)						0
SW2	100	1	1.00	0.000	2 711	0
Valore utilizzato						0

7.5 Vento

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

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

Vento su impalcato

Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	12	12 m
parametri	k_r	0.19	0.19
parametri	z_0	0.05	0.05 m
parametri	z_{min}	4	4 m
parametri	z_{max}	200	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1	1
coefficiente di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.80	1.80 -
coefficiente di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.47	2.47 -
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Larghezza impalcato	b	13.7	13.7 m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	8.32	8.32 m
Rapporto di forma	b/dtot	1.65	1.65 -
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.94	1.94 -

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.47	2.47 -
Coefficiente di forza	cfx	1.94	1.94 -
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	12.32	8.32 -
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	30.28	16.30 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p = f/dtot$	2.46	1.96 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.50	1.50 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	30.28	16.30 kN/ml

Vento impalcato a ponte scarico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	30.28	30.28	kN/ml
Luce impalcato	L	40	40	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT = f * L/2$	606	606	1 211 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT = FT * (dtot/2 + h/2)$	2 822	2 822	5 643 kNm

Vento impalcato a ponte carico

		sx	dx	totale
Forza statica equivalente	f	16.30	16.30	kN/ml
Luce impalcato	L	40	40	m
Forza trasversale al piano appoggi	$FT = f * L/2$	326	326	652 kN
Momento trasversale al piano appoggi	$MT = FT * (dtot/2 + h/2)$	1 519	1 519	3 038 kNm

Vento su pila e pulvino

		scarico	carico
Altezza di riferimento per pila e pulvino (EC punto 7.6(2))	z	13.97	13.97 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	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.57	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	4.44 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.58	4.44 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	2	2 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	11.2	8.9 kN

Pila

Dimensione ortogonale alla direzione del vento	b	3.2	3.2 m
Dimensione parallela alla direzione del vento	d	11.8	11.8 m
Rapporto di forma	d/b	3.69	3.69 -
Coefficiente di forza (figura 7.23 EC)	cf_0	1.32	1.32 -
Riepilogo			
Pressione cinetica di riferimento	q_b	0.51	0.41 kN/m ²
Coefficiente di esposizione	c_e	2.57	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	4.44 kN/ml
Pressione statica equivalente	$p=f/b$	1.74	1.39 kN/m ²
Pressione statica equivalente (minima considerata)	p_{min}	0.00	0.00 kN/m ²
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	5.58	4.44 kN/ml
Lunghezza dell'elemento	L	11.97	11.97 m
Forza statica equivalente	FT=f*H	66.7	53.2 kN

7.6 Azioni caratteristiche e dati fondazione

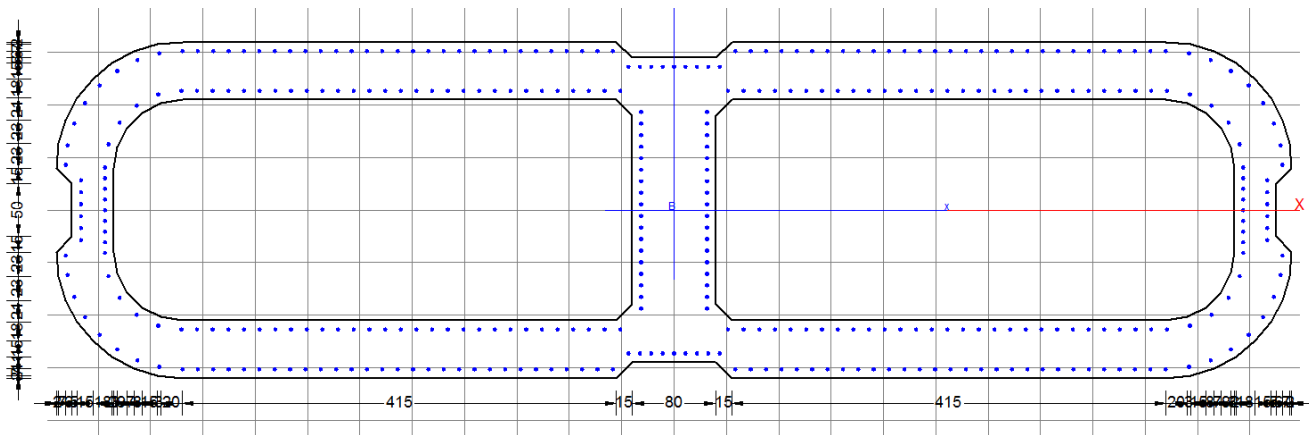
Azioni allo spiccato pila	Valori caratteristici				
	N	HL	HT	ML	MT
	kN	kN	kN	kNm	kNm
Impalcato - Pesì propri	7 264			0	
Impalcato - Permamenti portati	7 592			0	
Traffico ferroviario - Carico verticale - Nmax	8 591			836	1 309
Traffico ferroviario - Carico verticale - ML max	5 176			5 174	689
Traffico ferroviario - Carico verticale - MT max	4 539			296	9 079
Traffico ferroviario - Carico verticale - inviluppo	8 591			5 174	9 079
Traffico ferroviario - Frenatura		2 255		41 176	
Traffico ferroviario - Centrifuga			0		0
Traffico ferroviario - Serpeggio			210		3 835
Vento a ponte scarico - Impalcato			1 211		22 561
Vento a ponte scarico - Pulvino			11		145
Vento a ponte scarico - Pila			67		399
Vento a ponte carico - Impalcato			652		12 146
Vento a ponte carico - Pulvino			9		115
Vento a ponte carico - Pila			53		318
Attrito - Permanente		45		640	
Attrito - Carichi mobili dinamizzati		170		2 437	
Sisma q=1 - Long 100%		18 550		258 133	
Sisma q=1 - Trasv 100%			18 520		306 106
Sisma q=1 - Vert 100%	13 715				
Sisma q=1.36 - Long 100%		13 644		189 807	
Sisma q=1.36 - Trasv 100%			13 626		225 080
Sisma q=1.36 - Vert 100%	13 715				
Sisma q=1.5 - Long 100%		12 373		172 093	
Sisma q=1.5 - Trasv 100%			12 357		204 074
Sisma q=1.5 - Vert 100%	13 715				
Pila - Peso proprio	6 577				
Pesi fondazione e rinterro	Valori caratteristici				
Fondazione - Peso proprio	30 319				
Ricoprimento plinto - Peso proprio	41 680				

Dati plinto e riempimento				
	dir Long	dir Trasv	spessore	n° pali
Numero file pali	4	5		20
Interasse pali (m)	4.5	4.5		
Distanza dal bordo (m)	1.5	1.5		
Dimensioni plinto (m)	16.5	21	3.5	
Modulo minimo palificata (m)	75	90		
Diametro pali (m)	1.5			
Area pila fuori tutto	37.76	mq		
Spessore riempimento	7.5	m		
Peso specifico riemp.	18	kN/m ³		

7.8 Verifica a pressoflessione pila

Azioni allo spiccato pila - Valori combinati	N	HL	HT	ML	MT	wk	sc	ss	c.s.(>1)
Combinazione						mm	MPa	MPa	-
SLE_qp	21 434	45	0	641	0	0.000	1.09	15.5	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	26 588	1 500	555	27 311	10 634	0.010	2.59	-6.8	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	24 539	1 500	555	29 913	10 263	0.029	2.62	-15.7	
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	24 157	1 500	555	26 987	15 297	0.023	2.60	-12.6	
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	21 434	45	1 289	641	23 106	0.000	1.60	7.4	
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	30 025	1 342	639	24 502	12 692		2.66	-1.1	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	26 610	1 342	639	28 840	12 072		2.69	-9.9	
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	25 973	1 342	639	23 962	20 462		2.63	-7.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	30 025	2 470	534	45 091	10 775		3.48	-41.5	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	26 610	2 470	534	49 428	10 155		3.43	-65.4	
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	25 973	2 470	534	44 550	18 545		3.49	-56.9	
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	21 434	45	1 289	641	23 106		1.60	7.4	
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	42 531	1 941	948	35 464	18 780				5.92
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	37 579	1 941	948	41 754	17 882				4.92
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	36 656	1 941	948	34 681	30 047				5.72
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	42 531	3 576	795	65 317	16 000				3.25
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	37 579	3 576	795	71 607	15 101				2.89
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	36 656	3 576	795	64 534	27 267				3.16
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	30 074	61	1 934	865	34 658				17.42
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	33 891	1 926	948	35 240	18 780				5.69
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	28 939	1 926	948	41 530	17 882				4.72
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	28 015	1 926	948	34 457	30 047				5.51
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	33 891	3 561	795	65 093	16 000				3.11
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	28 939	3 561	795	71 382	15 101				2.76
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	28 015	3 561	795	64 310	27 267				3.02
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	21 434	45	1 934	641	34 658				16.89
SLVq1_PrevX_Zpos	27 266	19 041	5 599	267 967	94 415				-
SLVq1_PrevY_Zpos	27 266	6 056	18 563	87 274	308 689				-
SLVq1_PrevZpos	36 867	6 056	5 599	87 274	94 415				-
SLVq1_PrevX_Zneg	19 037	19 041	5 599	267 967	94 415				-
SLVq1_PrevY_Zneg	19 037	6 056	18 563	87 274	308 689				-
SLVq1_PrevZneg	9 437	6 056	5 599	87 274	94 415				-
SLVq1.36_PrevX_Zpos	27 266	14 135	4 130	199 641	70 107				-
SLVq1.36_PrevY_Zpos	27 266	4 584	13 669	66 777	227 663				-
SLVq1.36_PrevZpos	36 867	4 584	4 130	66 777	70 107				-
SLVq1.36_PrevX_Zneg	19 037	14 135	4 130	199 641	70 107				-
SLVq1.36_PrevY_Zneg	19 037	4 584	13 669	66 777	227 663				-
SLVq1.36_PrevZneg	9 437	4 584	4 130	66 777	70 107				-
SLVq1.50_PrevX_Zpos	27 266	12 864	3 750	181 927	63 805				1.07
SLVq1.50_PrevY_Zpos	27 266	4 203	12 400	61 462	206 657				2.12
SLVq1.50_PrevZpos	36 867	4 203	3 750	61 462	63 805				3.18
SLVq1.50_PrevX_Zneg	19 037	12 864	3 750	181 927	63 805				1.02
SLVq1.50_PrevY_Zneg	19 037	4 203	12 400	61 462	206 657				2.07
SLVq1.50_PrevZneg	9 437	4 203	3 750	61 462	63 805				2.73

Riepilogo verifica spiccato	wk	sc	ss	c.s.(>1)
	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0.000	1.09	15.5	
SLS_Rara_Fess	0.029	2.62	-15.7	
SLS_Rara		3.49	-65.4	
SLU_A1				2.76
SLV - q=1				-
SLV - q=1.36				-
SLV - q=1.5				1.02



● 364 Ø 32

Af tot = 2927.46
(1.87 %)



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

VI08 – VIADOTTO ALI'
RELAZIONE DI CALCOLO PILE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO
 RS2S 02 D 09 CL VI0805 001 A 21 di 33

7.9 Verifica a taglio pila

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

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

Pila		1	1
Direzione		Long	Trasv
Altezza pila	H(m)	13.97	13.97
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	19 041	18 563
momento corrispondente alla base della pila (con q=1))	M	267 967	308 689
taglio derivante dall'analisi (con q)	Ved	12 864	12 400
momento corrispondente alla base della pila (con q)	Med	181 927	206 657
momento resistente alla base della pila	Mrd	185 566	427 780
Rapporto di sovrarresistenza	Mrd/Med	1.02	2.07
Tipo sezione (EC 8-2; eq 6.11)		critica	non critica
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc
limite superiore per Vgr	Vgr,max=V	19 041	18 563
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (da calcolo) (eq. 7.9.12)	Vgr	13 121	25 668
taglio di progetto per la gerarchia della resistenza (filtrato)	Vgr	13 121	18 563
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	1.00	1.25
Riassumendo			
Taglio di calcolo	Vgr	13 121	18 563
fattore di sicurezza aggiuntivo filtrato (eq 7.9.10)	grd	1.00	1.25
angolo inclinazione bielle compresse	Teta	45	da calc

Taglio longitudinale - Setto centrale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck= 32 MPa
γ_C= 1.50
f_{cm}= 40 MPa
α_{cc}= 0.85
f_{cd}= 18.13 MPa

f_{ctm}= 3.02 MPa
f_{ctk0.05}= 2.12 MPa
f_{ctk0.95}= 3.93 MPa
α_{ct}= 1.00
f_{ctd}= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

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

Taglio

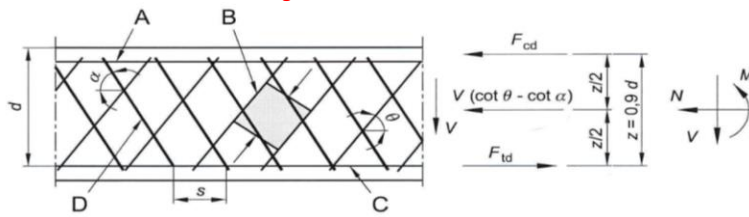
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
PK	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	13 121	x0.54=	7085 kN
			V_{Ed} = 7085 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

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

Elementi CA e CAP armati a taglio



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

Resistenza lato acciaio (staffe)

φ_w= 14 mm Diametro staffa
n= 10.00 - Numero braccia
A_{sw}= 15.39 cm²
z = 2.52 m = 0.9*d
senα = 1 angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w= 0.96 % = A_{sw}/(s*bw*senα)*100 >= 0.10 % = (0.08*radq(fck))/f_{yk}*100
s = 0.2 m = passo staffe <= 2.10 m = 0.75*d*(1+cotα)
θ = 45.0 ° = arcsen(radq(A_{sw}*f_{yd})/(bw*s*acw*n*f_{cd}))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tanθ = 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cotθ = 1.00 - valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
ρ_{w,max} = 3.76 = A_{sw,max}*f_{yd}/(bw*s) <= 1/2*α_{cw}*v*f_{cd} = 4.74

A_{sw/s,ins} = 76.97 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = 7 590 kN = A_{sw}*z* f_{yd} *cotθ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

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

V_{Ed} = 7 085 kN

V_{Rd} = 7 590 kN = min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.93 <= 1

Taglio longitudinale - Setto laterale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

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

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

Acciaio c.a.

fyk= 450 MPa
γS= 1.15
fyd= 391.3 MPa

Taglio

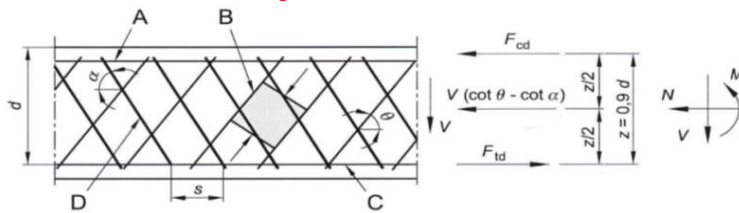
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	13 121	x0.23=	3018 kN
			V_{Ed} = 3018 kN

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)

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

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

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

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

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

V_{Ed} = 3 018 kN

V_{Rd}= 3 253 kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/γ_{Bd1}

c.s. = 0.93 <=1

Taglio trasversale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

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

fctm= 3.02 MPa
 fctk_{0.05}= 2.12 MPa
 fctk_{0.95}= 3.93 MPa
 α_{ct} = 1.00
fctd= 1.41 MPa

Acciaio c.a.

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

Taglio

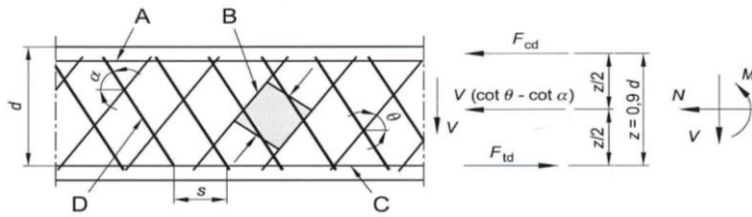
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	18 563	x0.50=	9282 kN
			V_{Ed} = 9282 kN

N_{sd}= 0 kN Sforzo normale

Geometria

b_w = 0.550 m Larghezza (6.16)
 h = 11.100 m Altezza totale
 c = 0.100 m Copriferro
 d = 11.000 m Altezza utile
 A_c = 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)

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

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

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

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v = 0.523 = 0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
 σ_{cp} = 0.00 = N_{sd}/A_c
 α_{cw} = 1.00
 V_{Rd,max} = 17 812 kN = α_{cw} *b_w*z*v*fcd/(cot θ +tan θ)
 γ_{Bd1} = 1.25 coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = 9 282 kN

V_{Rd} = 11 928 kN = min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/ γ_{Bd1}

c.s. = 0.78 <= 1

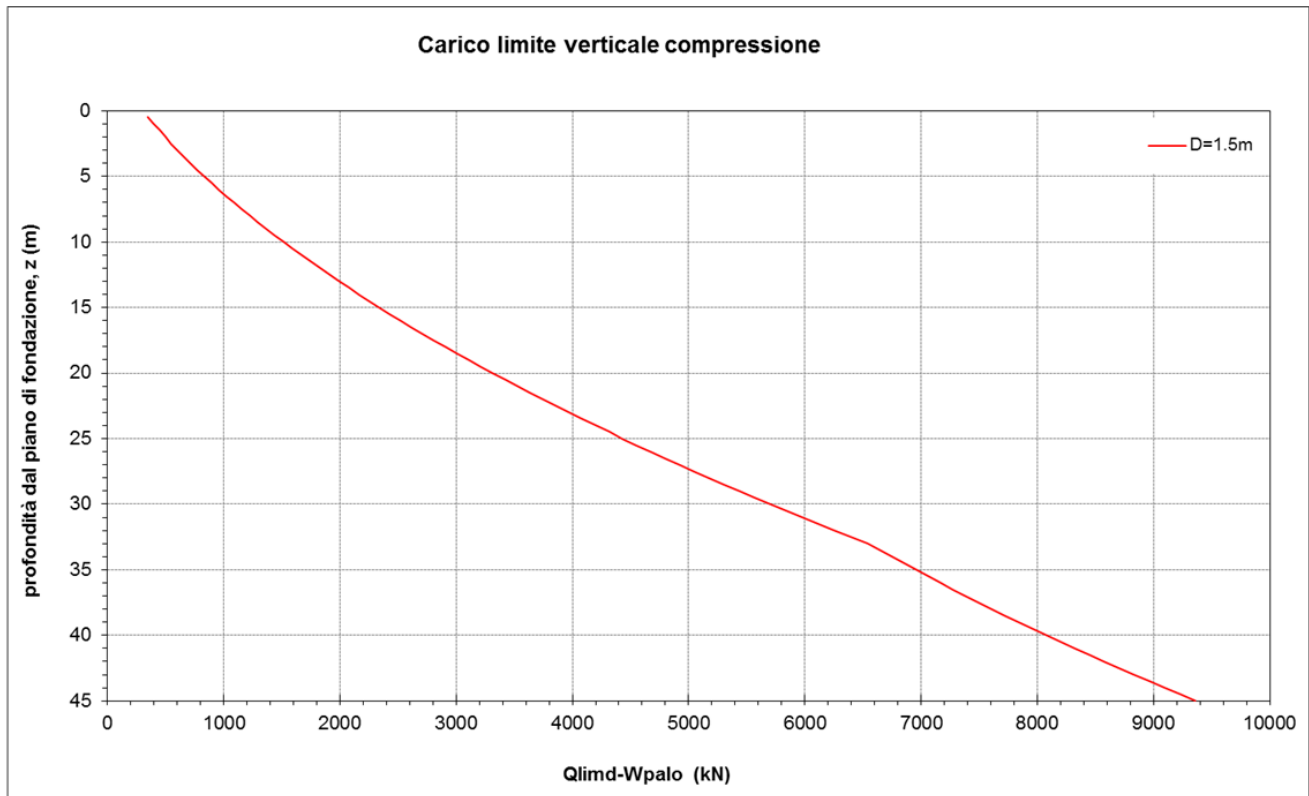
7.10 Verifica capacità portante verticale palo

Azioni all'intradosso fondazione - Valori combinati						Carichi sui pali		
Combinazione	N	HL	HT	ML	MT	Np max	Np min	Hp max
SLE_qp	93 432	45	0	798	0	4 683	4 661	3
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_Nmax	98 587	1 500	555	32 561	12 577	5 504	4 356	80
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MLmax	96 538	1 500	555	35 163	12 205	5 432	4 223	80
SLE_Rara_Fess_Traffico_gr4_MTmax	96 156	1 500	555	32 237	17 239	5 430	4 187	80
SLE_Rara_Fess_Vento_ponte_scarico	93 432	45	1 289	798	27 617	4 990	4 355	65
SLE_Rara_Traffico_gr1_Nmax	102 023	1 342	639	29 199	14 928	5 657	4 546	75
SLE_Rara_Traffico_gr1_MLmax	98 608	1 342	639	33 537	14 308	5 537	4 325	75
SLE_Rara_Traffico_gr1_MTmax	97 971	1 342	639	28 659	22 698	5 533	4 265	75
SLE_Rara_Traffico_gr3_Nmax	102 023	2 470	534	53 736	12 644	5 959	4 245	127
SLE_Rara_Traffico_gr3_MLmax	98 608	2 470	534	58 073	12 024	5 839	4 023	127
SLE_Rara_Traffico_gr3_MTmax	97 971	2 470	534	53 195	20 414	5 835	3 963	127
SLE_Rara_Vento_ponte_scarico	93 432	45	1 289	798	27 617	4 990	4 355	65
SLUup_A1_Traffico_gr1_Nmax	139 729	1 941	948	42 258	22 098	7 796	6 178	109
SLUup_A1_Traffico_gr1_MLmax	134 778	1 941	948	48 547	21 200	7 622	5 857	109
SLUup_A1_Traffico_gr1_MTmax	133 854	1 941	948	41 475	33 365	7 617	5 769	109
SLUup_A1_Traffico_gr3_Nmax	139 729	3 576	795	77 833	18 783	8 233	5 740	184
SLUup_A1_Traffico_gr3_MLmax	134 778	3 576	795	84 123	17 884	8 060	5 419	184
SLUup_A1_Traffico_gr3_MTmax	133 854	3 576	795	77 050	30 049	8 054	5 332	184
SLUup_A1_Vento_ponte_scarico	127 272	61	1 934	1 079	41 427	6 839	5 889	97
SLUlow_A1_Traffico_gr1_Nmax	105 889	1 926	948	41 981	22 098	6 100	4 490	108
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MLmax	100 938	1 926	948	48 271	21 200	5 927	4 168	108
SLUlow_A1_Traffico_gr1_MTmax	100 014	1 926	948	41 198	33 365	5 921	4 081	108
SLUlow_A1_Traffico_gr3_Nmax	105 889	3 561	795	77 556	18 783	6 538	4 052	183
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MLmax	100 938	3 561	795	83 846	17 884	6 364	3 731	183
SLUlow_A1_Traffico_gr3_MTmax	100 014	3 561	795	76 773	30 049	6 359	3 644	183
SLUlow_A1_Vento_ponte_scarico	93 432	45	1 934	798	41 427	5 143	4 201	97
SLVq1_PrevX_Zpos	99 265	19 041	5 599	334 611	114 012	10 692	-765	993
SLVq1_PrevY_Zpos	99 265	6 056	18 563	108 470	373 660	10 562	-634	977
SLVq1_PrevZpos	108 866	6 056	5 599	108 470	114 012	8 157	2 731	413
SLVq1_PrevX_Zneg	91 036	19 041	5 599	334 611	114 012	10 281	-1 176	993
SLVq1_PrevY_Zneg	91 036	6 056	18 563	108 470	373 660	10 150	-1 046	977
SLVq1_PrevZneg	81 436	6 056	5 599	108 470	114 012	6 785	1 359	413
SLVq1.36_PrevX_Zpos	99 265	14 135	4 130	249 114	84 562	9 225	703	737
SLVq1.36_PrevY_Zpos	99 265	4 584	13 669	82 821	275 505	9 129	798	721
SLVq1.36_PrevZpos	108 866	4 584	4 130	82 821	84 562	7 488	3 400	309
SLVq1.36_PrevX_Zneg	91 036	14 135	4 130	249 114	84 562	8 813	291	737
SLVq1.36_PrevY_Zneg	91 036	4 584	13 669	82 821	275 505	8 718	387	721
SLVq1.36_PrevZneg	81 436	4 584	4 130	82 821	84 562	6 116	2 028	309
SLVq1.50_PrevX_Zpos	99 265	12 864	3 750	226 951	76 930	8 845	1 083	670
SLVq1.50_PrevY_Zpos	99 265	4 203	12 400	76 173	250 057	8 758	1 170	655
SLVq1.50_PrevZpos	108 866	4 203	3 750	76 173	76 930	7 314	3 573	282
SLVq1.50_PrevX_Zneg	91 036	12 864	3 750	226 951	76 930	8 433	672	670
SLVq1.50_PrevY_Zneg	91 036	4 203	12 400	76 173	250 057	8 346	758	655
SLVq1.50_PrevZneg	81 436	4 203	3 750	76 173	76 930	5 943	2 202	282
Riepilogo carichi sui pali	Np max	Np min	Hp max					
SLS_qp	4 683	4 661	3					
SLS_Rara_Fess	5 504	4 187	80					
SLS_Rara	5 959	3 963	127					
SLU_A1	8 233	3 644	184					
SLV - q=1	10 692	-1 176	993					
SLV - q=1.36	9 225	291	737					
SLV - q=1.5	8 845	672	670					

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 (k)	Lpalo (m)
VI08	Entrambi	P1	20	9 225	45
VI08	Entrambi	P2	20	9 225	45

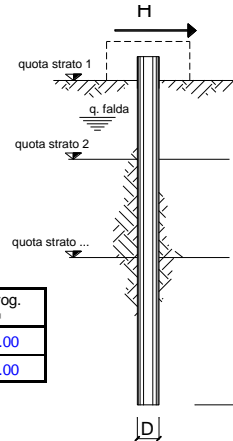
VI08



7.11 Verifica palo per forze orizzontali

7.11.1 Capacità portante orizzontale (Broms)

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



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

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	18	8	34	3.54		34	3.54	
strato 2						1.00			1.00	
strato 3						1.00			1.00	
strato 4						1.00			1.00	
strato 5						1.00			1.00	
strato 6						1.00			1.00	

Quota falda ✔ 100.00 (m)
 Diametro del palo D 1.50 (m)
 Lunghezza del palo L 45.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 5 939.00 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

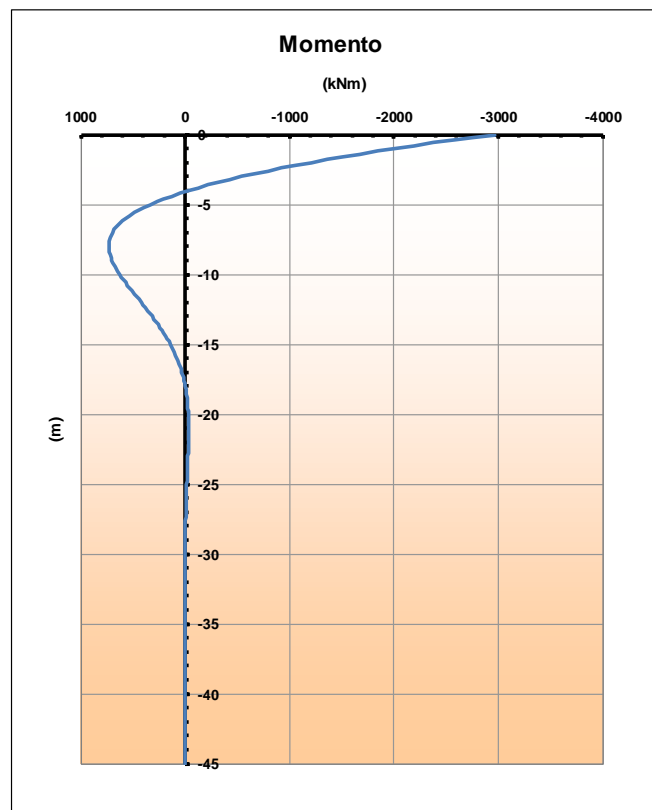
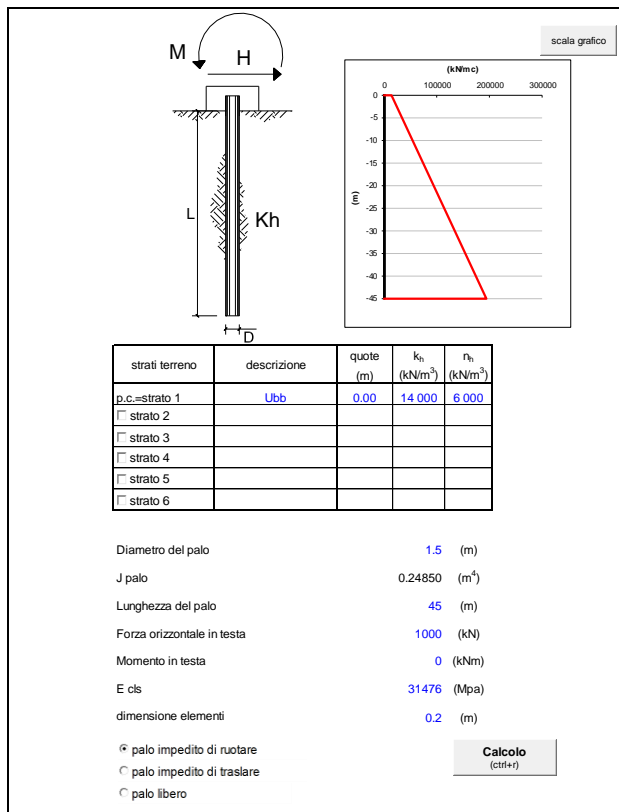
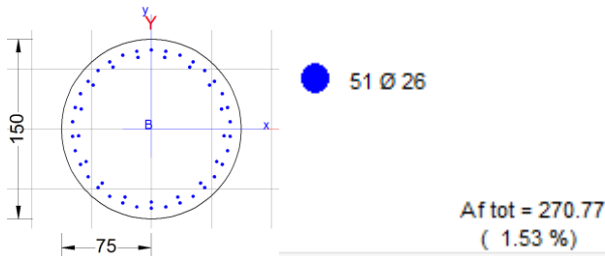
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio			H minimo	
Palo lungo	2 727	(kN)		2 727	(kN)
Palo intermedio	33 679	(kN)		33 679	(kN)
Palo corto	128 928	(kN)		128 928	(kN)
	H_{med}	2 727 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2 727 (kN) Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1 653	(kN)
	Coefficiente di gruppo palificata:		k =	0.8	(-)
	$H_d = (H_k/\gamma_T) \cdot k$			1 017	(kN)
	Carico Assiale Permanente (G):		G =	993	(kN)
	Carico Assiale variabile (Q):		Q =	0	(kN)
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$			993	(kN)
	c.s. = $H_d / F_d =$			1.02	(-)

7.11.2 Resistenza strutturale

Verifica strutturale palo	Np	Hp max	Hp max/k	Mp max	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)
		kN	kN	kNm	kNm	mm	MPa	MPa	-
SLS_qp	0	3	4	11		0.002	0.04	-1.1	
SLS_Rara_Fess	0	80	100	296		0.046	1.04	-28.9	
SLS_Rara	0	127	159	470			1.65	-45.9	
SLU_A1	0	184	230	681	5 939				8.72
SLV - q=1	0	993	1 241	3 674	5 939				1.62
SLV - q=1.36	0	737	921	2 727	5 939				2.18
SLV - q=1.5	0	670	838	2 479	5 939				2.40



7.11.3 Taglio strutturale

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	35	MPa
γ_c =	1.50	
fcm=	43	MPa
α_{cc} =	0.85	
fcd=	19.83	MPa
fctm=	3.21	MPa
fctk _{0.05} =	2.25	MPa
fctk _{0.95} =	4.17	MPa
α_{ct} =	1.00	
fctd=	1.50	MPa

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

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

Taglio

Gk	0	x1.00=	0 kN
PK	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	1 241	x1.00=	1241 kN
V_{Ed} = 1241 kN			

Nsd= **0** kN Sforzo normale

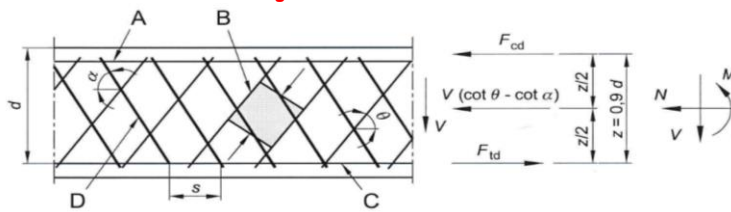
Geometria

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

Acciaio c.a.

fyk=	450	MPa
γ_s =	1.15	
fyd=	391.3	MPa

Elementi CA e CAP armati a taglio



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

Resistenza lato acciaio (staffe)

ϕ_w =	14	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
A _{sw} =	3.08	cm ²	
z=	1.05	m	=0.9*d
sen α =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w =	0.13	%	=A _{sw} /(s*bw* $\sin\alpha$)*100 >= 0.11% = (0.08*radq(fck))/fyk*100
s=	0.2	m	=passo staffe <= 0.88 m = 0.75*d*(1+cot α)
θ =	21.8	°	=arcsen(radq(A _{sw} *fyd)/(bw*s*acw*n*fcd))
inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°			
tan θ =	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot θ =	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	0.51	=	A _{sw,max} *fyd/(bw*s)<=1/2* α_{cw} *v*fcd = 5.12

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

$$V_{Rd,s} = 1\ 589 \text{ kN} = A_{sw}/s * z * f_{yd} * \cot\theta$$

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.516	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp} =	0.00	=Nsd/Ac
α_{cw} =	1.00	
V _{Rd,max} =	4 363	kN = $\alpha_{cw} * bw * z * v * f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$
γ_{Bd1}	1.25	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

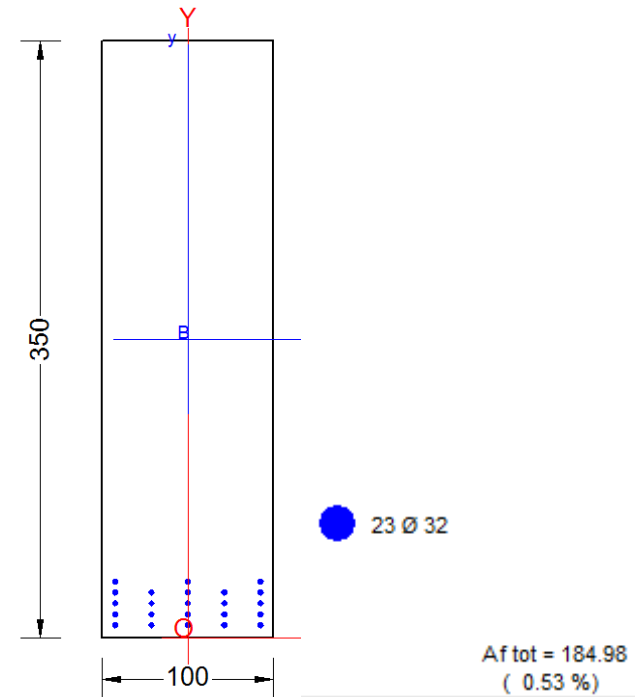
V_{Ed} = 1 241 kN

V_{Rd} = 1 271 kN = min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max})/ γ_{Bd1}

c.s. = 0.98 <=1

7.12 Verifica plinto

		plinto	riemp	somma														
peso specifico	kN/m3	25	18															
spessore	m	3.5	7.5															
peso a mq	kN/mq	87.5	135	222.5														
sbalzo plinto e riemp	m	6.65	6.65															
peso totale a m/l	kN/m	582	898	1480														
momento nella sezione di verifica	kNm/m	1935	2985	4920														
Larghezza di influenza per pali	m	2.36 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	4 683	5.15	0		0		4 683	24 117	1 984	10 219	-1 480	-4 920	505	5 300			
SLS_Rara_Fess	kN	5 504	5.15	0		0		5 504	28 346	2 332	12 011	-1 480	-4 920	853	7 091			
SLS_Rara	kN	5 959	5.15	0		0		5 959	30 689	2 525	13 004	-1 480	-4 920	1 045	8 084			
SLU_A1	kN	8 233	5.15	0		0		8 233	42 400	3 489	17 966	-1 480	-4 920	2 009	13 046			
SLV - q=1	kN	10 692	5.15	0		0		10 692	55 064	4 531	23 332	-1 480	-4 920	3 051	18 412			
SLV - q=1.36	kN	9 225	5.15	0		0		9 225	47 509	3 909	20 131	-1 480	-4 920	2 429	15 211			
SLV - q=1.5	kN	8 845	5.15	0		0		8 845	45 552	3 748	19 302	-1 480	-4 920	2 268	14 382			
		Soll. di progetto		Verifica														
		T	M	Mrd	wk	sc	ss	c.s.(>1)										
		kN/m	kNm/m	kNm/m	mm	MPa	MPa	-										
SLS_qp		505	5 300		0.141	3.26	-103											
SLS_Rara_Fess		853	7 091		0.189	4.36	-137											
SLS_Rara		1 045	8 084			4.97	-156											
SLU_A1		2 009	13 046	22 580				1.73										
SLV - q=1		3 051	18 412	22 580				1.23										
SLV - q=1.36		2 429	15 211	22 580				1.48										
SLV - q=1.5		2 268	14 382	22 580				1.57										



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

Verifica a taglio secondo EC2-2

Calcestruzzo

fck=	35	MPa
γ_C =	1.50	
fcm=	43	MPa
α_{cc} =	0.85	
fcd=	19.83	MPa
fctm=	3.21	MPa
fctk _{0,05} =	2.25	MPa
fctk _{0,95} =	4.17	MPa
α_{ct} =	1.00	
fctd=	1.50	MPa

Acciaio c.a.

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

Taglio

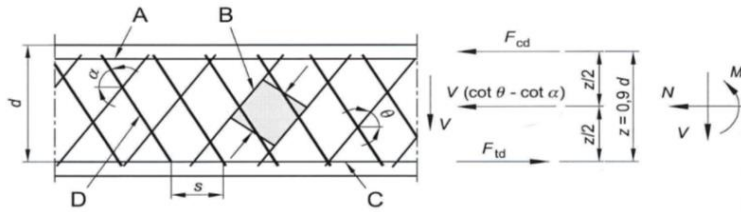
		γ	
Gk	0	x1.00=	0 kN
Pk	0	x1.00=	0 kN
Qk	0	x1.00=	0 kN
Aed	3 051	x1.00=	3051 kN
		V_{Ed} =	3051 kN

N_sd= **0** kN Storzo normale

Geometria

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

Elementi CA e CAP armati a taglio



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

Resistenza lato acciaio (staffe)

ϕ_w =	20	mm	Diametro staffa
n=	2.00	-	Numero braccia
Asw=	6.28	cm ²	
z=	3.06	m	=0.9*d
sen α =	1		angolo tra le staffe e l'asse della trave (=90° per staffe verticali)
ρ_w =	0.13	%	=Asw/(s*bw*sen α)*100
s=	0.49	m	=passo staffe <= 2.55 m =0.75*d*(1+cot α)
θ =	21.8	°	=arcsen(radq(Asw*f _{yd})/(bw*s*acw*n*fcd)) inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°
tan θ =	0.40	-	valore tra 1 (for q=45°) e 0.4
cot θ =	2.50	-	valore tra 1 (for q=45°) and 2.5
$\rho_{w,max}$ =	0.50	=	A _{s,w,max} *f _{yd} /(bw*s)<=1/2* α_{cw} *v*fcd = 5.12

Asw/s_{ins} = 12.82 cm²/m Area staffe inserita

V_{Rd,s} = **3 839** kN =Asw/s*z* f_{ywd} *cot θ

Resistenza lato calcestruzzo (puntone compresso inclinato)

v=	0.516	=0.6*(1-fck/250) (from EN 6.6N)
σ_{cp} =	0.00	=Nsd/Ac
α_{cw} =	1.00	
V _{Rd,max} =	10 798	kN = α_{cw} *bw*z*v*fcd/(cot θ +tan θ)
γ_{Bd1}	1.25	coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)

V_{Ed} = **3 051** kN

V_{Rd} = **3 071** kN =min(V_{Rd,s};V_{Rd,max})/ γ_{Bd1}

c.s. = 0.99 <=1

8 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 40 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	232.0 mm 150.0 mm
per $a_g(SLV) < 0.25g$	E_L	$2.3 \cdot L / 1000 + 0.073$ 0.10m	165.0 mm 100.0 cm

E_L **232 mm**

Risulta quindi

E_L **232.0** mm escursione totale longitudinale

Vincoli degli impalcato, corsa degli appoggi, varchi

In direzione longitudinale:

La corsa degli apparecchi d'appoggio deve essere pari a: $\pm E_L$ 232.0 mm

$\pm E_L / 2 \pm \max(15\text{mm}; E_L / 8)$ 145.0 mm \approx **+/- 145** mm $\pm E_L / 2$ 116.0 mm
 $\pm E_L / 8$ 29.0 mm

L'escursione dei giunti deve essere pari a:

$\pm E_L / 2 \pm 10\text{mm}$ 126.0 mm \approx **+/- 130** mm

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

V_0 20.0 mm
 $V \geq E_L / 2 + V_0$ 136.0 mm \approx **140** mm

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

$V - V_0 / 2$ 126.0 mm \approx **130** mm

VI08 - VIADOTTO ALI'					
SPALLA FISSA		LATO FIUMEFREDDO			
PILA/SPALLA	Impalcato supportato o lato mobile	Corsa appoggi	Escursion e giunti a livello soletta	Ampiezza a varchi a livello soletta	Varco trave - ritegno longitudinale
				V	
		mm	mm	mm	mm
SA	FISSA	-	± 50	50	5
P1	AC - 40m	± 145	± 130	140	130
P2	AC - 40m	± 145	± 130	140	130
SB	AC - 40m	± 145	± 130	140	130

9 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
VI08	AC	40	13.7	2	L	371.4	45.00	416.4	16 656	0.905	15 074	2 255			15 525	4	3 881
VI08	AC	40	13.7	2	T	371.4	45.00	416.4	16 656	0.905	7 537		0	210	7 579	1	7 579