

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i

S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc)
fuori standard (1)

SCALA:

-

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

I N 1 A 2 0 D 1 8 C L L C 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M.Gennari	12-2021	A.Sperduto	12-2021	C.Mazzocchi	12-2021	G.Guidi Buffarini 12-2021
								ITALFERR S.p.A. U.O. Tecnico Centro Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17512

File : IN1A.0.0.D.18.CL.LC.00.0.0.002.A.docx

n. Elab.:

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	2 di 44

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO	4
1.1	IPOTESI DI CALCOLO	4
1.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
1.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
1.4	PARAMETRI GEOTECNICI	7
1.5	DESCRIZIONE DEI MATERIALI	7
1.5.1	Opere in calcestruzzo armato	7
2	CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI	9
2.1	PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI	9
2.2	SOVRACCARICHI PERMANENTI VERTICALI	9
2.3	SOVRACCARICHI PERMANENTI ORIZZONTALI	9
2.4	TABELLA PESI E TIRI SUI CONDUTTORI	9
2.5	SOVRACCARICHI VARIABILI	10
2.5.1	Azione del ghiaccio	11
2.5.2	Azione del vento	11
2.5.3	Vento trasversale (ai binari)	13
2.5.4	Azione Sismica	15
2.5.5	Azione Aerodinamica	23
2.6	CARICHI ECCEZIONALI	24
2.6.1	Rottura dei conduttori	24
2.6.2	Sostituzione dei fili di contatto	25
3	COMBINAZIONI DI CARICO	26
4	CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI	28
4.1	VERIFICHE DI RESISTENZA DEL SOSTEGNO	28
4.2	VERIFICHE A TAGLIO	28
4.3	VERIFICHE A PRESSO-FLESSIONE RETTA (COMBINAZIONI STR-SISMA)	28
4.4	VERIFICHE DI STABILITÀ DEL PALO E DELLE TRALICCIATURE	29
4.5	CALCOLO DELLO STRAPIOMBO	32
5	CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI	33
5.1	VERIFICHE DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE	33
5.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE	33
5.3	CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE	35
5.4	VERIFICA A RIBALTAMENTO (EQU-M2-R2)	37
5.5	VERIFICA A SCORRIMENTO (APPROCCIO 2-A1-M1-R3)	38
5.6	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	39
5.6.1	Limiti Normativi	39
6	METODO DI CALCOLO	39
6.1	SCHEMA DI CARICO GENERALE	40
7	DESCRIZIONE SOSTEGNI	41
7.1	SOSTEGNO 24AV	41
8	VERIFICA ARMATURE BLOCCHI DI FONDAZIONI	43
9	ALLEGATO	43

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	3 di 44

10 CONCLUSIONI 43

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	4 di 44

1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

Nel presente documento sono riportati i calcoli di verifica del sostegno numero 24AV e relativo blocco di fondazione del Nodo di Verona (vedi doc. di riferimento.), impiegato in configurazioni di carico fuori standard (illustrato ai paragrafo 7 della presente relazione di calcolo) nell'ambito del progetto definitiva della nuova elettrificazione TE della stazione di Verona Porta Vescovo. Tali verifiche sono valide per il seguente sostegno:

CLASSE	LOCALITA'	NUM	CARICO	TRACCIATO	PALO	TIPO BLOCCO
1	VERONA P.VESCOVO	24AV	PN OBS	<u>RETT</u>	LSU18b	P4

1.1 Ipotesi di calcolo

I calcoli sono impostati prendendo come riferimento le condizioni di carico in base a quanto prescritto dalle norme in vigore e dalle specifiche tecniche:

In base a quanto prescritto nella norma EN 50119 i carichi saranno determinati in funzione delle seguenti condizioni:

- A1 = Temperatura di riferimento -20°C - senza ghiaccio e vento;
- A2 = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e vento;
- B = Temperatura di riferimento +5°C - senza ghiaccio e con vento;
- C = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e senza vento;
- D = Temperatura di riferimento -5°C - con ghiaccio e 50% vento.

Per le verifiche dei blocchi di fondazione, si farà riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 e circolare applicativa n.7 del 2019.

1.2 Normative di riferimento

Le opere contemplate dal presente progetto saranno conformi alla legislazione e alla normativa vigenti. Di seguito sono elencate le principali leggi e norme.

- **D.M. del 17 Gennaio 2018:** Nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018);
- **Circolare 21/01/2018, N.7 C.S.LL.PP.** - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- **CEI EN 50119:2010-05** - "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica";
- **RFI DMAIMTE SP IFS 006** - "Procedimento di calcolo di verifica dei pali della linea di contatto in stazione e di piena linea";
- **Norma Tecnica RFI TE 019:** "Fornitura di filo tondo e sagomato per le linee aeree di contatto";
- **Norma Tecnica RFI TE 025:** "Fornitura di corde di rame e lega di rame per le linee aeree di contatto";

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	5 di 44

- **Norma Tecnica RFI TE 118:** “Costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua a 3 Kv”;
- **Dis. E66013:** “Sostegni LSU”;
- **Dis. E64865:** “Tirafondi per sostegni LSU di piena linea allo scoperto e stazione”
- **Dis. E64866:** “Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni tipo “LSU” di piena linea”
- **Standard costruttivi RFI** per le linee di trazione elettrica.
- **Capitolato Tecnico T.E. ed. 2014** “Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kV cc”
- **Norma CEI - EN50119 Ed. 05/2010:** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”;
- **Norma CEI – 11-4 Ed. 01/2011:** “Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne”;
- **Norma CEI - EN50423-1 Ed. 07/2005:** “Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 1: Prescrizioni Generali e Specifiche Comuni”
- **Norma CEI - EN50423-3 Ed. 07/2005:** “Linee elettriche a tensione maggiore di 1 kV fino a 45 kV – Parte 3: Raccolta degli aspetti normativi nazionali”
- **EC2:** Eurocodice 2: “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- **Norma UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3):** “Progettazione delle strutture di acciaio”;
- **Specifica Tecnica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A:** “ Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario”

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	6 di 44

1.3 Documenti di riferimento

I documenti elencati nella Tabella 1 - **Documenti di riferimento**

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	7 di 44

sono da considerarsi parti integrante della presente relazione di calcolo, ed hanno lo scopo di fornire un maggiore dettaglio nelle verifiche descritte.

Codice	Descrizione
INA00D18P8LC0800020A	Stazione di VERONA Porta Vescovo P. di ELETTRIFICAZIONE e CDTP FINALE
INA00D18P8LC0500028A	Stazione di VERONA Porta Nuova Radice Ovest P. di ELETTRIFICAZIONE e CDTP FINALE
INA00D18P8LC0500029A	Stazione di VERONA Porta Nuova Radice Est P. di ELETTRIFICAZIONE e CDTP FINALE

Tabella 1 - Documenti di riferimento

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	8 di 44

1.4 Parametri Geotecnici

Di seguito si riportano i parametri utilizzati per i calcoli di verifica considerando i parametri meccanici dei nuovi rilevati ferroviari:

Peso di volume naturale $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 Angolo di attrito terreno $\phi' = 38^\circ$
 Coesione drenata $c' = 0$

1.5 Descrizione dei materiali

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

1.5.1 Opere in calcestruzzo armato

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

- Struttura in fondazione

Classe di resistenza:	C25/30 (Rck300)
Classe di esposizione:	XC2
Resistenza caratteristica cubica:	Rck = 30 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica:	fck = 25 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica media:	fcm = fck + 8 = 33 N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice:	fctm = 0.30 fck 2/3 = 2.56 N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione:	fcm = 1.2 fctm = 3.08 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%):	fctk = 0.7 fctm = 1.79 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%):	fctk = 1.3 fctm = 3.33 N/mm ²

Modulo di elasticità longitudinale	Ecm = 22.000 [fcm/10] ^{0.3} = 31476 N/mm ²
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.1$
Coeff. espansione termica lineare	$\alpha = 10 \times 10^{-6}$ per °C-1
Densità	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_c = 1,50$
Resistenza di calcolo a compressione SLU	fcd = 0,85 fck / $\gamma_c = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	fctd = 0.7 fctk / $\gamma_c = 1.20 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_c = 1,00$
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60 \text{ fck} = 15.00 \text{ N/mm}^2$
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45 \text{ fck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

- Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 14.01.2018 avente le seguenti caratteristiche:

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	9 di 44

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico $E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$
Rapporto $1,15 < (f_t/f_y)_k < 1,35$ (frattile 10%)
Rapporto $(f_y/f_y, \text{nom})_k < 1,25$ (frattile 10%)
Allungamento $(A_{gt})_k > 7,5\%$ (frattile 10%)

Coefficiente sicurezza SLU $\gamma_s = 1,15$
Resistenza di calcolo SLU $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Tensione di calcolo SLE $\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

Le rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti sarà valutata mediante le prescritte prove di accettazione.

LINEA DI CONTATTO
CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	10 di 44

2 CALCOLO AZIONI SUI SOSTEGNI

In quanto segue si riporta l'analisi dei carichi agenti sulle strutture in oggetto, tale analisi è svolta per determinare i valori da inserire sullo schema di calcolo del modello della struttura.

2.1 Peso proprio elementi strutturali

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 2018 e alle specifiche tecniche RFI (vedi normative di riferimento).

2.2 Sovraccarichi permanenti verticali

Tali carichi sono costituiti dalle forze dovute al peso dei conduttori ormeggiati con relativa pendinatura, oltre al peso degli accessori di ormeggio ed i contrappesi per la regolazione del tiro nei fili di contatto.

2.3 Sovraccarichi permanenti orizzontali

Come azioni orizzontali longitudinali rispetto ai binari, si considerano i tiri delle condutture ormeggiate alle temperature di riferimento in accordo con la norma CEI EN 50119.

2.4 Tabella Pesi e Tiri sui conduttori

Di seguito si riporta la tabella dei pesi e dei tiri agenti sui conduttori che saranno impiegati per la realizzazione della L.d.C., per le condizioni di carico considerate, in accordo con il par. 6.3 della CEI EN 50119:

CONDIZIONE A1 (-20°)											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
540CPR	2	120	5,038	1,07	0,014	1500	2	150	1,349	0,0145	1875
270CPR	1	120	2,619	1,07	0,014	1125	1	150	1,349	0,0145	1125
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1530	1	100	0,869	0,0118	750
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	800

CONDIZIONE A2 (+5°)											
TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP (+5°)	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
540CPR	2	120	5,038	1,07	0,014	1500	2	150	1,349	0,0145	1875
270CPR	1	120	2,619	1,07	0,014	1125	1	150	1,349	0,0145	1125
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1180	1	100	0,869	0,0118	750
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	500

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	11 di 44

CONDIZIONE B (+5°)+VENTO

TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
540CPR	2	120	5,038	1,07	0,014	1500	2	150	1,349	0,0145	1875
270CPR	1	120	2,619	1,07	0,014	1125	1	150	1,349	0,0145	1125
440CPR	2	120	4,078	1,07	0,014	1125	2	100	0,869	0,0118	1000
220CPF	1	120	2,139	1,07	0,014	1031	1	100	1,869	0,0118	750
Corda di Terra	0	0	0,585	0	0	0	2	170	0,585	0,0159	700

CONDIZIONE C (-5°)+GHIACCIO

TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	Deq CP	T CP	N FC	S FC	P FC	Deq FC	T FC
540CPR	2	120	7,838	1,77	0,0344	1500	2	150	2,049	0,0346	1875
270CPR	1	120	4,019	1,77	0,034442635	1125	1	150	2,049	0,0346	1125
440CPR	2	120	6,878	1,77	0,0344	1125	2	100	1,569	0,0336	1000
220CPF	1	120	3,539	1,77	0,0344	1350	1	100	1,569	0,0336	750
Corda di Terra	0	0	1,285	0	0	0	2	170	1,285	0,0357	800

CONDIZIONE D (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO

TIPO LINEA	N CP	S CP	P. LINEA	P CP	D CP	T CP	N FC	S FC	P FC	D FC	T FC
540CPR	2	120	7,838	1,77	0,0344	1500	2	150	2,049	0,0346	1875
270CPR	1	120	4,019	1,77	0,0344	1125	1	150	2,049	0,0346	1125
440CPR	2	120	6,878	1,77	0,0344	1125	2	100	1,569	0,0336	1000
220CPF	1	120	3,539	1,77	0,0344	1450	1	100	1,569	0,0336	750
Corda di Terra	0	0	1,285	0	0	0	2	170	1,285	0,0357	800

Dove:

- Ncp è il numero di corde portanti
- Scp è la superficie delle corde portanti in mm²
- P.linea è il peso della Linea di contatto (Corda Portante+Filo di contatto) in daN/m
- P CP è il peso unitario della Corda Portante in daN/m
- D CP è il diametro della Corda Portante in m
- T CP è il tiro della Corda Portante in daN
- N FC è il numero dei Fili di contatto
- S FC è la superficie dei Fili di Contatto in mm²
- P FC è il peso dei fili di contatto in daN/m
- D FC è il diametro dei Fili di Contatto in m
- T FC è il tiro dei Fili di Contatto in daN

2.5 Sovraccarichi variabili

Tra le azioni variabili rientrano le azioni accidentali dovute alla possibile manutenzione, le variazioni termiche, l'azione del ghiaccio, che viene considerato come un sovraccarico verticale agente sui

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	12 di 44

conduttori, l'azione della neve e l'azione del vento, che viene considerato sia agente in direzione longitudinale (parallelo ai binari) che trasversale (ortogonale ai binari).

Di seguito si riportano i riferimenti normativi che hanno condotto all'analisi dei carichi inseriti nei calcoli.

2.5.1 Azione del ghiaccio

Per quanto attiene ai carichi da ghiaccio sui conduttori, dal paragrafo 6.2.5 della normativa CEI EN 50119 risulta:

"I carichi del ghiaccio si determinano per accumulo dovuto a brina, deposito di neve/ghiaccio e neve bagnata sui conduttori delle linee aeree di contatto. I carichi caratteristici del ghiaccio gIK dipendono dal clima e dalle condizioni locali, per es. dall'altitudine, dalla vicinanza di laghi e dall'esposizione al vento. Le definizioni per i carichi del ghiaccio sono date nella EN 50125-2. I carichi dovuti al ghiaccio devono essere fissati nella specifica dell'acquirente.

Qualora richiesto nella specifica dell'acquirente, deve essere considerato l'effetto del ghiaccio sulle strutture".

Di conseguenza, prendendo in considerazione il paragrafo della norma CEI EN 50125-2, risulta:

"Ove applicabile il carico della neve e del ghiaccio deve essere considerato fino a +5° C.

I carichi del ghiaccio sui conduttori dovrebbero essere specificati come indicato nella Tabella seguente.

Classe Class	Carico del ghiaccio Iceload N/m
I 0 (nessun ghiaccio_no ice)	0
I 1 (bassa_low)	3,5
I 2 (medio_medium)	7
I 3 (pesante_heavy)	15

Questi valori sono validi per conduttori con diametro usuale tra 10 mm e 20 mm".

Considerando quindi, una classe media (I2), il carico a metro lineare del ghiaccio sui conduttori sarà pari a 7N/m.

2.5.2 Azione del vento

Dal paragrafo 6.2.4.2 della normativa CEI EN 50119 risulta:

La pressione dinamica del vento qK misurata in N/m² agente sugli elementi di linea aerea di contatto deve essere determinata mediante la seguente formula:

$$q_K = \frac{1}{2} G_q \times G_t \times \rho \times V_R^2$$

dove

- G_q è il fattore di risposta alle raffiche di vento così come definito nella ENV 1991-2-4:1995. Per le linee aeree di contatto di altezza pari a circa 10 m, G_q deve essere 2,05;

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	13 di 44

- Gt è il fattore caratteristico del terreno che tiene in considerazione la protezione delle linee, Per esempio nelle trincee, negli attraversamenti delle città e delle foreste. Negli spazi aperti Gt deve essere 1,0; per i siti protetti i fattori Gt possono essere definiti nella specifica del cliente;
- VR è la velocità di riferimento del vento in m/s ad un'altezza di 10 m al di sopra del terreno, mediata su un intervallo di 10 minuti, con un periodo di ritorno in accordo con 6.2.4.1;
- ρ è la densità dell'aria, pari a 1,225 kg/m³ a 15 °C e 600 m di altitudine. La densità dell'aria per altri valori di temperatura ed altitudine può essere calcolata mediante l'equazione:

$$\rho = 1,225 \times \left(\frac{288}{T} \right) \cdot e^{-1,2 \cdot 10^{-4} \cdot H}$$

dove

- T è la temperature assoluta in K;
- H è l'altitudine in m.

Di conseguenza, è stato preso come riferimento il DM 17/01/18 e la relativa Circolare Ministeriale del 2019 per il calcolo della velocità di riferimento del vento.

La velocità di riferimento vb è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche vb è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500m$$

- *vb,0, a0, ka sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame,*
- *as è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione”.*

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri vb,0, a0, ka

Zona	Descrizione	vb,0 [m/s]	a0 [m]	ka [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Nel caso in esame siamo nella Regione Veneto , as = 65 m e vb=25 m/s, la pressione dinamica del vento risulterà:

$$\underline{q_k = 0.5 \times 2.05 \times 1.0 \times 1.225 \times 25^2 = 785 \text{ N/m}^2 = 78.5 \text{ daN/m}^2}$$

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	14 di 44

2.5.3 Vento trasversale (ai binari)

Vento in assenza di ghiaccio

La pressione del vento sui conduttori è regolamentata dalla Norma CEI EN 50119 (§6.2.4.3):
La pressione del vento sui conduttori determina forze trasversali alla direzione della linea. La forza agente su un sostegno per effetto dell'azione del vento sulle due campate adiacenti deve essere determinata mediante la formula:

$$Q_{WC} = q_K \times G_C \times d \times C_C \times \frac{L_1 + L_2}{2} \times \cos^2 \Phi$$

Dove:

- q_K è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_C è il fattore di risposta strutturale dei conduttori che tiene in considerazione la risposta dei conduttori mobili al carico del vento. Il fattore G_C dovrebbe essere determinato sulla base dell'esperienza nazionale. Un valore ampiamente accettato sarebbe $G_C = 0,75$;
- d è il diametro del conduttore;
- C_C è il coefficiente di resistenza del conduttore. Si raccomanda il valore 1,0; altri valori possono essere forniti nella specifica del cliente;
- L_1, L_2 sono le lunghezze delle due campate adiacenti;
- Φ è l'angolo d'incidenza della direzione critica del vento rispetto alla perpendicolare al conduttore. In generale si assume Φ pari a zero.

Qualora conduttori doppi siano tesati parallelamente, può essere operata una riduzione del carico del vento sul conduttore sottovento, ammontando tale carico all'80% del carico relativo al conduttore sopravvento se il distanziamento tra gli assi dei due conduttori è inferiore a cinque volte il diametro.

Per il calcolo del vento agente sui sostegni (nel caso in esame i sostegni sono solo del tipo LSU e Pali Tubolari) si farà riferimento al al par. 6.2.4.7 della CEI EN 50119. Che fornisce la seguente relazione:

$$Q_{Wstr} = q_K \times G_{str} \times C_{str} \times A_{str}$$

dove

- q_K è la pressione dinamica caratteristica del vento (fare riferimento a 6.2.4.2);
- G_{str} è il fattore di risonanza strutturale di una struttura. Valore tipico 1,0
- C_{str} è il coefficiente di resistenza dipendente dalla forma e dalla rugosità della superficie della struttura. I valori da utilizzare sono riportati nella tabella seguente. Nel caso in esame si prenderanno, rispettivamente, i valori 2,0 per il vento trasversale al binario e 1,4 per quello longitudinale

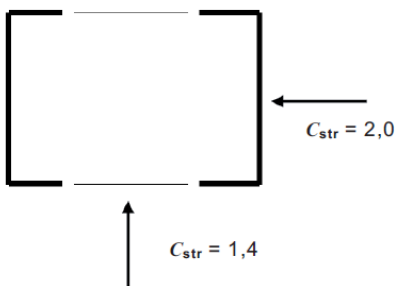
LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	15 di 44

Tabella 13 – Valori raccomandati per il fattore C_{str} di diversi tipi di strutture

Tipo di struttura	C_{str}
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale circolare	0,7
Strutture tubolari in acciaio con sezione trasversale dodecanale	0,85
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale esagonale ed ottagonale	1,0
Strutture tubolari in acciaio e calcestruzzo con sezione trasversale quadrata o rettangolare	1,4
Profilato a doppia C con sezione trasversale quadrata o rettangolare	Vedi Fig. 4
Profilati ad H	1,4



- A_{str} è l'area proiettata della struttura.

Vento in presenza di ghiaccio

La presenza contemporanea dell'azione del vento e di quella del ghiaccio è regolamentata dalla Norma CEI 50119 (§6.2.6):

Qualora per il progetto degli impianti e delle strutture della linea aerea di contatto siano prese in considerazione le azioni combinate dei carichi del ghiaccio e del vento, si può assumere il 50% del carico del vento, conformemente a 6.2.4, come agente sulle strutture e sulle apparecchiature senza ghiaccio e sui conduttori coperti da ghiaccio in accordo con 6.2.5. Un valore alternativo può essere fissato nella specifica dell'acquirente. La forza peso unitaria ρ_i del ghiaccio può essere estratta da norme appropriate ed il coefficiente di resistenza aerodinamica può essere scelto pari a 1,0. Se definito nella specifica dell'acquirente, si deve considerare un incremento del diametro dell'accumulo di ghiaccio. Il diametro equivalente D_1 in metri dell'accumulo di ghiaccio deve essere calcolato mediante la formula:

$$D_1 = \sqrt{d^2 + \frac{4 \times g_{IK}}{\pi \times \rho_1}}$$

dove

- d è il diametro del conduttore senza ghiaccio misurato in metri;
- g_{IK} è il carico caratteristico del ghiaccio misurato in N/m.

Per quanto concerne invece il carico sul sostegno, basterà dimezzare i carichi da vento trasversale.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	16 di 44

2.5.4 Azione Sismica

I valori dei parametri a_g , F_0 e TC^* , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate in all [B] delle NTC18, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno TR.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale, TC^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	17 di 44

2.5.4.1 Vita nominale

La vita nominale della struttura in questione, essendo questa una struttura provvisoria, è prevista in:
 $VN = 50$ anni.

2.5.4.2 Classe d'uso

La Classe d'Uso dei manufatti è prevista in:

Classe II:

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Per la struttura in questione si ha:

VR (Periodo di Riferimento) = VN (Vita Nominale) x CU (coefficiente d'uso)

Per $CU = 1$ abbiamo:

$VR = VN \times CU = 50 \times 1 = 50$ anni

2.5.4.3 Azioni di Progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- ag : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F0$: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, ovvero il periodo di ritorno dell'azione sismica TR , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR , i due parametri TR

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	18 di 44

e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

10,9988

LATITUDINE

45,4351

Ricerca per comune

REGIONE

Veneto

PROVINCIA

Verona

COMUNE

Verona

Elaborazioni grafiche

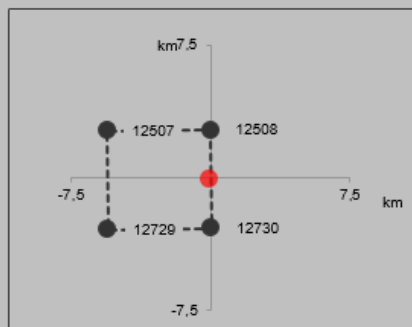
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	19 di 44

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

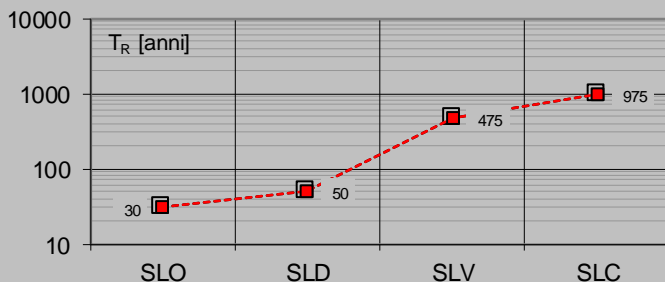
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE		
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>	30
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>	50
Stati limite ultimi - SLU		
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>	475
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>	975

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - ■ - - - Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Scelta della strategia di progettazione

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (ag , F_0 e TC^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri ag , F_0 e TC^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	20 di 44

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,041	2,508	0,236
SLD	50	0,056	2,517	0,246
SLV	475	0,157	2,431	0,276
SLC	975	0,203	2,470	0,280

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R

2.5.4.4 Amplificazione stratigrafica

Per la verifica delle opere è conveniente assumere la **Categoria di sottosuolo tipo "C"**:

2.5.4.5 Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta:

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

2.5.4.6 Classe di duttilità

La costruzione soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale dissipativo per il quale gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati tenendo conto delle non linearità di comportamento. Nello specifico:

Classe di duttilità CD: [B] bassa.

2.5.4.7 Regolarità

La struttura è rispondente a tutti i requisiti di regolarità in pianta ed in elevazione:

Regolare in pianta no

Regolare in altezza no

2.5.4.8 Tipologia strutturale e fattore di struttura

"Nel caso di comportamento strutturale dissipativo, il valore del fattore di comportamento q , da utilizzare per lo stato limite considerato e nella direzione considerata per l'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e tiene

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	21 di 44

conto, convenzionalmente, delle capacità dissipative del materiale. Il limite superiore q_{lim} del fattore di comportamento relativo allo SLV è calcolato tramite la seguente espressione:

Dove

q_0 è il valore del fattore di comportamento allo SLV;

KR è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

In favore di sicurezza si utilizza un fattore di comportamento $q=1$

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	22 di 44

2.5.4.9 Spettri di risposta

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_S =$ 1,471

$C_C =$ 1,605 info

Categoria topografica **T1** info

$h/H =$ 1,000

$S_T =$ 1,000 info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta =$ 1,000 info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_e **1**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

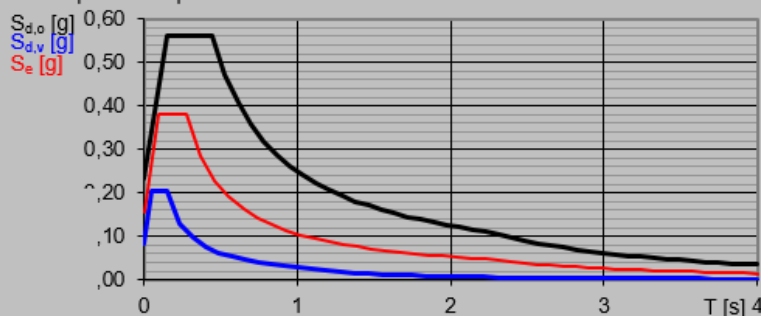
$\eta =$ 1,000 info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettro di progetto inelastico (slv)

Il valore di accelerazione al suolo di progetto risulta inferiore a quella indicata nel documento RFI E64864c e pertanto verrà considerata un'accelerazione al sostegno di progetto pari a 0.75/g e in fondazione di 0.30/g.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	23 di 44

2.5.4.11 Calcolo coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica

Il calcolo dei coefficienti di spinta attiva e passiva in fase sismica si determinano con la formulazione di Mononobe-Okabe

Muro di Sostegno - Spinta in fase Sismica (Mononobe-Okabe)

α (°c)	90				
α (radiant)	1,5708				
β^* (°c)	0				
β (radiant)	0				
δ (°c)	25,33333				
δ (radiant)	0,442151				
ϕ (°c)	38	38			
ϕ (radiant)	0,663227				
Φ	0,168559		0,20226737		
Ag^*/g	0,6		2*0,3 (vant. Sicurezza)		
kh	0,186			β^*amax/g	
β^*	0,31			tab 7, 11, II	
kv	0,093			0,5*kh	
α [GSD]	inclinazione del paramento interno del muro rispetto all'orizzontale (60-120)				
β [GSD]	angolo di inclinazione, rispetto all'orizzontale, del terreno a monte del muro (0- ϕ)				
ϕ [GSD]	angolo di attrito del terreno (0-45)				
δ [GSD]	angolo di attrito tra terra e muro (0- ϕ)				
δ/ϕ [-]	rapporto tra angolo di attrito terra-muro e angolo di attrito del terreno (0-1)				
kh [-]	coefficiente sismico orizzontale (0-0.5)				
kv [-]	coefficiente sismico verticale (0-0.5)				
I valori kae andranno utilizzati per calcolare le spinte attive tramite le relazioni:					

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	24 di 44

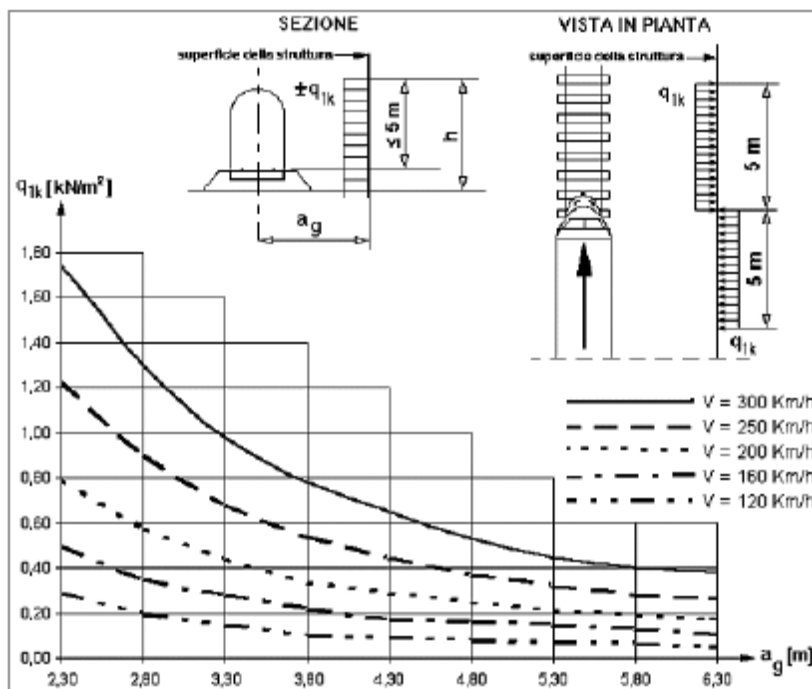
$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi + \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta - \theta)}{\sin(\alpha + \delta + \theta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\theta = \arctan \frac{|k_h|}{1 \pm k_v}$$

2.5.5 Azione Aerodinamica

L'azione aerodinamica dovuta al passaggio dei rotabili lungo linea si è valutata in accordo alla specifica RFI DTC INC PO SP IFS 001 A.



Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici parallele al binario

In accordo al documento RFI E64864c si è considerata la curva in figura di cui sopra relativa ad una velocità di 250 km/h con i seguenti coefficienti correttivi:

- $k_1 = 1$ (per i casi di treni con forme aerodinamiche sfavorevoli);
- $k_2 = 1.3$ (larghezza dei sostegni minore di 2.5 m).

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	25 di 44

qaer= q1k x k1 xk2

Tale azione viene applicata in direzione concorde con quella del vento sulla superficie del sostegno e sulle condutture che insistono fino a livello +5m da terra, considerando il binario più vicino al sostegno.

2.6 Carichi eccezionali

2.6.1 Rottura dei conduttori

Il carico indotto dalla rottura dei fili di contatto dei conduttori in servizio può indurre sullo strallo di punto fisso, un tiro equivalente al tiro dei fili di contatto relativi.

In particolare:

sul sostegno di asse punto fisso si genera un'azione trasversale pari a:

$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C/2R \pm a/C)$; dove:

n= numero di fili di contatto;

T_{fc}= Tiro max dei fili di contatto (daN);

C= Campata gravante (m);

R= Raggio della curva (m);

a =Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Inoltre sul palo di ormeggio dello strallo di punto fisso si genera un 'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base di seguito descritti:

in direzione trasversale

$F_{t,ecc} = n \cdot T_{fc} \cdot (C1/2R \pm a/C1)$; dove:

n= numero di fili di contatto;

T_{fc}= Tiro max dei fili di contatto (daN);

C1= Campata di riferimento (m);

R= Raggio della curva (m);

a =Disassamento dello strallo p.f. (proiettato sulla mensola)

Nel caso di presenza del tirante a terra il tiro dei conduttori in direzione longitudinale viene assorbito dallo stesso tirante a terra, pertanto, sul sostegno agisce un carico verticale di entità pari a :

$F_v, ecc = n \cdot T_{fc} \cdot \tan \alpha + p_{cat.}$; dove:

n= numero di fili di contatto;

T_{fc}= Tiro max dei fili di contatto (daN);

α= angolo del tirante a terra (°c);

p_{cat}= peso della catena di ormeggio (daN);

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	26 di 44

Nel caso di assenza di tirante a terra, sul sostegno agisce un'azione longitudinale:

in direzione longitudinale

$F_l, ecc = n \cdot T_{fc} \cos \alpha^*$; dove:

n = numero di fili di contatto;

T_{fc} = Tiro max dei fili di contatto (daN);

α^* = angolo che lo strallo di punto fisso forma con l'asse del binario ($^\circ$).

2.6.2 Sostituzione dei fili di contatto

Il carico prodotto dalla sostituzione dei fili di contatto può indurre sulle sospensioni e sugli ormeggi di Ra, un tiro equivalente al tiro di ulteriori fili di contatto relativi (per una fase provvisoria si potrebbe avere la presenza contemporanea di piu' coppie di fili di contatto).

In particolare:

sugli assi delle condutture si genera un'azione trasversale pari a:

$F_{t, ecc} = F_{t, fc}$ (e relativo momento flettente alla base) ;

un azione verticale pari a

$F_{z, fcecc} = P_{fc} \cdot C$ (e relativo momento flettente alla base)

Inoltre sul palo di ormeggio di R.A. si genera un 'azione trasversale e verticale (oppure longitudinale) con rispettivi momenti flettenti alla base equivalenti a quelli dei fili di contatto definitivi.

Da notare che le combinazioni di calcolo STR7 , ovvero quelle in cui si considerano le azioni eccezionali vengono calcolate con i tiri max a -20° .

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	27 di 44

3 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate nel calcolo dei sostegni e delle relative fondazioni sono quelle delle NTC 2018 e documento RFI E65073b, sia favorevoli che sfavorevoli per le verifiche strutturali e geotecniche, e di seguito elencate:

Combinazioni di carico NTC 2018						
CMB	Case name	Coeff. Amplif.	Riferimento	Case name	Coeff. Amplif.	
STR1 SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119	AER	1,45	CMB A1 EN50119
	G2:C.P.N.S. F	1,50				
STR2-V+X SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB D EN50119	AER	1,16	
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR2-V-X SF	G1:C.P.S.	1,00				
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR3-V+X SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB D EN50119	AER	1,16	
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR3-V-X SF	G1:C.P.S.	1,00				
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR4-V+X SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	AER	1,16	
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR4-V-X SF	G1:C.P.S.	1,00				
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR5-V+Y SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	AER	1,16	
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR5-V-Y SF	G1:C.P.S.	1,00				
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR6-V+X SF	G1:C.P.S.	1,00	CMB B EN50119	AER	1,16	
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR6-V-X SF	G1:C.P.S.	1,00				
	G2:C.P.N.S.	1,50				
STR7	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV1	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV2	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV3	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV4	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV5	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV6	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV7	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				
SLV8	G1:C.P.S.	1,00	CMB A1 EN50119			
	G2:C.P.N.S.	1,00				

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	28 di 44

Le verifiche saranno pertanto svolte utilizzando tutte le combinazioni sopra riportate e successivamente, individuando le combinazioni di carico peggiorative per ciascuna verifica effettuata, con:

- combinazione fondamentale con vento in direzione +x e/o +y;
- combinazione fondamentale con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione +x e/o +y;
- combinazione equilibrio con vento in direzione -x e/o +y;
- combinazione con carichi di esercizio e carichi eccezionali;
- combinazione sismica.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	29 di 44

4 CRITERI DI VERIFICA DEI SOSTEGNI

I sostegni della presente relazione sono verificati in accordo con le prescrizioni della NTC2018 in base ai seguenti criteri.

4.1 Verifiche di Resistenza del sostegno

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema strutturale considerato.

4.2 Verifiche a Taglio

La verifica a taglio dei sostegni in oggetto della presente relazione viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.4 delle NTC 2018.

Occorre verificare che:

$$V_{Ed} < V_{c,Rd} \quad \text{La risultante delle azioni di taglio sia inferiore alla resistenza a taglio di calcolo.}$$

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \times f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{ms}} \quad \text{Resistenza a taglio di calcolo (daN)}$$

$$A_v = A - 2btf + (tw + r)tf \quad \text{Area di Taglio per profilati a C (cm}^2\text{)}$$

Dove:

b=larghezza delle ali;

tf=spessore delle ali;

tw=spessore dell'anima

E' possibile non considerare il contributo del taglio nella flessione se:

$$V_{Ed} < 0.5V_{c,Rd}$$

4.3 Verifiche a Presso-Flessione Retta (Combinazioni STR-SISMA)

La verifica a presso-flessione biassiale (di resistenza) viene eseguita in accordo al paragrafo 4.2.4.1.2.8 delle NTC 2018.

Occorre, cautelativamente verificare che:

$$M_{x,Ed}/M_{N_{x,Ed}} + M_{y,Ed}/M_{N_{y,Ed}} \leq 1$$

La somma dei rapporti tra i momenti agenti nelle due direzioni di progetto e i momenti resistenti della sezione nelle due direzioni sia inferiore o uguale a 1.

In particolare:

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	30 di 44

1. Verifica di Resistenza

descrizione	Simbolo	U.M.	ila/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	daN	$A f_{yk} / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano x-x		daN	$0,25 \times N_{pl,Rd}$
limitazione piano x-x		daN	$0,5 h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
limitazione piano y-y		daN	$h w t w f y / \gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
Verifica combinazione			
piano x-x			No contributo azione normale
piano y-y			No contributo azione normale
Rapporto	n		$N_{Ed} / N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N,x,Rd}$	daNm	$W_{pl,x} f_{yk} / \gamma_{Ms}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N,y,Rd}$	daNm	$W_{pl,y} f_{yk} / \gamma_{Ms}$
Verifica di resistenza		OK	$(M_{x,Ed} / M_{N,x,Rd}) + (M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd}) \leq 1$

La verifica viene svolta considerando sia con la combinazione di carico massima str con vento in direzione +x, che con vento -x, sia con la massima combinazione sismica.

4.4 Verifiche di Stabilità del palo e delle tralicciature

Le verifiche di stabilità vengono eseguite in accordo al paragrafo 4.2.4.1.3 delle NTC 2018.

Occorre verificare che:

$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$ Il valore dello sforzo normale max di esercizio sia inferiore o uguale alla resistenza ad instabilità del delle UPN e delle stesse tralicciature

Dove:

$N_{b,Rd} = \chi A_{eq} f_{yk} / \gamma_{m1}$ resistenza ad instabilità del sostegno (daN)

$\chi = 1 / \phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}$ coefficiente di riduzione per instabilità

$\phi = 0.5(1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2)$

α fattore di imperfezione (Tabella 4.2 VIII NTC 2018)

$\lambda = \sqrt{A_{eq} f_{yk} / N_{cr}}$ Snellezza adimensionale

$N_{cr} = \pi^2 E J_{eq} / L_0^2$ Carico critico Euleriano (daN)

$L_0 = \beta \times h_c$ Lunghezza libera di inflessione (m)

Le verifiche suddette si applicano ad entrambi gli assi principali x-x e y-y.

LINEA DI CONTATTO
CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	31 di 44

In particolare nelle schede di verifica ai paragrafi successivi troviamo:

2. Verifica di Stabilità					
2.1.1 Direzione x-x					
descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo	
	β_x	2			
Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,x}$		m	$\beta_x \times hc1$	
Carico critico euleriano	$N_{cr,x}$			$\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,x}^2$	
Snellezza adimensionale	λ_x		-	$\sqrt{A \times f_{yk}} / N_{cr,x}$	
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018	
				$0,5[1+\alpha(\lambda_x-0,2)+\lambda_x^2]$	
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_X			$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_x^2} \leq 1$	
2.1.2 Direzione y-y					
descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo	
	β_y				
Lunghezza libera di inflessione	$L_{0,y}$		m	$\beta_z \times hc2$	
Carico critico euleriano	$N_{cr,y}$			$\pi^2 \times E \times Jt / L_{0,y}^2$	
Snellezza adimensionale	λ_y			$\sqrt{A \times f_{yk}} / N_{cr,y}$	
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018	
	Φ	0,96		$0,5[1+\alpha(\lambda_y-0,2)+\lambda_y^2]$	
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_y			$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$	
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc2		m		

Per la verifica dei sostegni alla instabilità per presso-flessione deviata si è utilizzato il metodo B c4.2.4.1.3.3.2 della circolare N.7/2019, in quanto tiene in considerazione anche delle deformazioni torsionali ad essi indotte.

In particolare occorre verificare che:

descrizione	U.M.	ila/Rif. Normativo
primo termine		$(N_{ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		$k_{yy} \times M_{k,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		$k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma	≤	1 OK
primo termine		$(N_{ed} - P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$
secondo termine		$k_{zy} \times M_{k,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		$k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma	≤	1 OK

LINEA DI CONTATTO
CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	32 di 44

I coefficienti K vengono calcolati secondo la tabella C4.2.V per sezioni di classe 1 e 2

Dove:

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo		U.M.	Formula/Rif. Normativo	
	λ_{LT0}	0,40			
	β	0,75			
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25			
	k_c	0,802		$1/(1,33-0,33\psi)$	
Coefficiente correttivo	α_{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018	
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C_1	1,0		Valore unitario conservativo	
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70			
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	k_w	1,0		Valore unitario conservativo	
Distanza ritegni torsionali	L	5,12	m		
Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale	M_{cr}	45085,35	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1	
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ_{LT}	0,62		$\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$	
	f	0,907		$1-0,5(1-k_c)[1-2,0(\lambda_{LT}-0,8)^2]$	
	Φ_{LT}	0,68		$0,5[1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-\lambda_{LT0})+\beta \times \lambda_{LT}^2]$	
	χ_{LT}	1,00		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}$	
coefficiente di sicurezza	γ_{m1}	1,1			1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019	
coefficiente di interazione	k_{yy}	0,825	\leq	0,795	NO
coefficiente di interazione	k_{yz}	0,463			
coefficiente di interazione	k_{zy}	0,908	\geq	0,884	per $\lambda_z \geq 0,4$
coefficiente di interazione	k_{zz}	0,772	\leq	0,802	OK

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	33 di 44

considerando come momento critico la seguente espressione da appendice F ENV 1993 1-1

$$M_{cr} = \frac{\pi^2 E I_z}{L^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} \right]^{0,5}$$

dove: $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

I_t è la costante di torsione;

I_w è la costante di ingobbamento;

I_z è il momento di inerzia attorno all'asse minore;

L è la lunghezza della trave fra i punti che hanno vincolo laterale.

4.5 Calcolo dello strapiombo

Lo strapiombo rappresenta la controfreccia da applicare al sostegno in fase di posa . Viene espresso in mm/m e calcolato con i carichi alla base del sostegno della combinazione A2.

$$S_t = -f_0 / h_m \quad \text{Strapiombo (mm/m)}$$

Dove:

$$f_0 = (F \times h m^3) / (3 J_{eq} E) \quad \text{Freccia provocata dalla forza F (cm)}$$

$$F = (M_p + M_H) / h_m \quad \text{Forza applicate a quota mensola per calcolo strapiombo (daN)}$$

$$(M_p + M_H) \quad \text{Somma dei momenti da carichi permanenti verticali e orizzontali (daNm)}$$

$$h_m \quad \text{Quota di attacco della mensola}$$

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	34 di 44

5 CRITERI DI VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni oggetto della presente relazione sono verificate in accordo con le prescrizioni della NTC2018 in base ai seguenti criteri.

5.1 Verifiche di portanza della fondazione

Per ciascun stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto delle azioni o dell'effetto delle azioni e R_d è il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico considerato. Il valore di progetto delle azioni può essere espresso come:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Ovvero:

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Dove $\gamma_E = \gamma_F$, F_k è il valore caratteristico delle azioni, X_k è il valore caratteristico dei parametri del terreno.

Il valore di progetto delle resistenze del sistema geotecnico può essere espresso come:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto del terreno X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema. La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

5.2 Verifiche agli Stati Limite

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza sono scelti nell'ambito di due approcci di analisi distinti e alternativi:

Approccio 1

- Combinazione 1: (A1+M1+R1) – SLU (STR)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2) – SLU (GEO)

Approccio 2

- Combinazione 1: (A1+M1+R3)

LINEA DI CONTATTO
CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	35 di 44

Le verifiche vengono effettuate tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I del D.M. 17/01/2018. In particolare di seguito vengono riportate le suddette tabelle.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 2 – Coefficienti parziali Azioni

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 3 – Coefficienti parziali Parametri

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE		
	(R1)	(R2)	(R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.8$	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

Tabella 4– Coefficienti parziali Resistenze

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	36 di 44

5.3 Capacità Portante Fondazione

La verifica della capacità portante del terreno di fondazione è svolta in accordo con le NTC2018. La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra il carico verticale di esercizio in fondazione e il carico limite per il terreno. La stabilità della base della fondazione nei riguardi di un superamento della capacità portante viene assicurata applicando alla capacità portante ultima calcolata un fattore di sicurezza maggiore uguale a 2,3.

Per il calcolo della capacità portante si è adottato il metodo descritto in "Lancellotta- Geotecnica-Ed. Zanichelli .-1993" basato sulle indicazioni teoriche di diversi autori (Terzaghi, Meyerof, Vesic e Brinch Hansen) che fornisce la seguente espressione generale per la valutazione della pressione limite di rottura del terreno:

$$q_{lim} = c' N_c D_c s_c + q_o' N_q D_q s_q + 0,5 \gamma A' N_\gamma D_\gamma s_\gamma$$

dove:

- γ = Peso di volume efficace del terreno di fondazione;
- c', ϕ' = Parametri di resistenza al taglio del terreno di fondazione in condizioni drenate;
- A' = Dimensione efficace della fondazione, funzione dell'eccentricità dei carichi;
- q_0' = Pressione efficace litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione;
- N_g, N_c, N_γ = Fattori di capacità portante funzione della resistenza al taglio;
- S_g, S_c, S_γ = Fattori di forma dipendenti dal rapporto fra le dimensioni dell'impronta della fondazione;
- D_g, D_c, D_γ = Fattori di profondità funzione del rapporto fra l'approfondimento del piano di posa e le dimensioni reali della fondazione;

Altri simboli utilizzati nelle verifiche:

- B = dimensione reale della fondazione longitudinale al binario;
- A = dimensione reale della fondazione trasversale al binario;
- A_{ef} = $B' \times A'$ = area efficace della fondazione;
- e_T = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione trasversale al binario;
- e_L = eccentricità del carico rapporto tra momento flettente e carico verticale in direzione longitudinale al binario;

La pressione ammissibile netta vale:

$$P_{amm} = (q_{lim} - q_0') / FS + q_0'$$

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

$$B' = B - 2e_T$$

$$A' = A - 2e_L$$

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	37 di 44

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

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

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

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

Per i coefficienti di forma si adottano le seguenti espressioni:

$$s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot (B'/A') \cdot K_p$$

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

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

$$s_q = s_\gamma$$

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

$$d_\gamma = 1$$

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

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

essendo:

$$k = (D_f / A) \quad \text{per } D_f/A \leq 1$$

$$k = \tan^{-1}(D_f / A) \quad \text{per } D_f/A > 1$$

La forza verticale limite vale:

$$F_{zlim} = q_{lim} \times A_{ef}$$

Il fattore di sicurezza della capacità portante può essere espresso come:

$$FC = q_{LIM} / [(NEd + Pb) / A_{ef}]$$

Dove q_0 è la pressione litostatica verticale al livello del piano di posa della fondazione.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	38 di 44

5.4 Verifica a Ribaltamento (EQU-M2-R2)

La verifica è svolta secondo le prescrizioni della NTC 2018 e CEI EN 50119 par. 6.5.7, considerando tutte le combinazioni EQU-M2 (con riduzione tg angolo di attrito e coesione)

Per fondazioni caricate mediante sollecitazioni trasversali e longitudinali rispetto al binario si avrà:
 $M_{rib,T} = M_T + (T_T \times (C+C1) + MSa,T + c_x \times MSi,BI)$ (solo caso sismico) (momento ribaltante trasversale)

$M_{rib,L} = M_L + (T_L \times (C+C1) + MSa,L + c_y \times MSi,BI)$ (solo caso sismico) (momento ribaltante longitudinale)

$M_{res,T} = [N_{ed} \times A2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A1 \times B1 \times C1 \times g_{cls})) \times A2 \times 0.9 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A1 \times B1 \times C1 \times g_{cls})) \times (A-A2) \times 0.9 + M_{sp,T} \times ContrTerreno$ (momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale positivo)

$M_{res,T} = [N_{ed} \times A2 + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) + ((A1 \times B1 \times C1 \times g_{cls})) \times A2 + M_{sp,T} [N_{ed} \times (A-A2) + (A_x B_x C_x g_{cls})] \times (A/2) \times 0.9 + ((A1 \times B1 \times C1 \times g_{cls})) \times (A-A2) \times 0.9 + M_{sp,T} \times ContrTerreno$ (momento stabilizzante trasversale nel caso di Momento ribaltante totale negativo)

$M_{res,L} = (N_{ed} + P_b + \gamma \times C1 \times A \times B) \times B/2 + M_{sp,L}$ (momento stabilizzante longitudinale)

$Sp,T = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B$ (da non considerare nel lato opposto al binario)

$Sp,T = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times B \times (1-k_v)$ (da non considerare nel lato opposto al binario nel caso sismico)

$Sp,L = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A$

$Sp,L = \frac{1}{2} \times k_p \times \gamma \times (C+C1)^2 \times A \times (1+k_v)$ (nel caso sismico)

$Si,BI = P_{bl} \times K_h$ (nel caso sismico)

$(K_p = (1 + \sin\phi') / (1 - \sin\phi'))$ (coefficiente di spinta passiva)

$M_{sp,T} = (C+C1)/3 \times Sp,T$ (momento dovuto alla spinta passiva in direzione trasversale)

$M_{sp,L} = (C+C1)/3 \times Sp,L$ (momento dovuto alla spinta passiva in direzione longitudinale)

$M_{si,BL} = (C+C1)/2 \times Si,BI$ (momento dovuto alla massa inerziale nel caso sismico)

dove:

N_{ed} = carico verticale totale agente alla base del blocco [kN]

P_b = peso del blocco di fondazione

A = lato inferiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

B = lato inferiore fondazione direzione long. al binario [m]

C = Altezza lato opposto al binario del blocco di fondazione [m]

$A1$ = lato superiore fondazione direzione trasv. al binario [m]

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	39 di 44

B1 = lato superiore fondazione direzione long. al binario [m]

C1 = Differenza Altezza del blocco di fondazione- (Ctot-C) [m]

Ctot = Altezza totale lato binario del blocco di fondazione [m]

Kh= coefficiente sismico orizzontale

Kv=coefficiente sismico verticale

cx= coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione trasversale

cy=coefficiente amplificazione dei carichi sismici in direzione longitudinale

T_T = azione di taglio trasversale agente nel punto di incastro del palo [kN]

T_L = azione di taglio longitudinale agente nel punto di incastro del palo [kN]

γ = peso di unità di volume del terreno di fondazione

φ' = angolo di attrito del terreno

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{rib,T} / (M_{res,T}) \leq 1 ; M_{rib,L} / (M_{res,L}) \leq 1$$

5.5 Verifica a Scorrimento (approccio 2-A1-M1-R3)

Per la verifica a scorrimento del blocco lungo il piano di fondazione deve risultare, che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa, che tendono a fare scorrere la fondazione, deve essere minore di tutte le forze parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. In particolare, la Normativa, richiede che il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scorrimento F_R e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s sia:

$$F_R / F_s \geq R_3 = 1,1 \text{ per l'approccio 2}$$

Con F_s , somma delle componenti della spinta parallela al piano di posa (taglio massimo), e con F_R , la forza resistente.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione, N_{Ed} e P_b sono rispettivamente il carico totale di calcolo agente sul blocco e il peso del blocco stesso, indicando con "δ" l'angolo d'attrito fondazione si avrà:

$$F_r = (N_{Ed} + P_b) \times \tan \delta$$

Si assume un valore di "δ" pari a 2/3 dell'angolo d'attrito del terreno.

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	40 di 44

5.6 Verifica elementi strutturali

Di seguito si riportano i criteri di verifica delle armature per le fondazioni considerate.

5.6.1 Limiti Normativi

L'armatura longitudinale non deve essere inferiore allo 0.2% della sezione (p.to 7.2.5 NTC2018).

6 METODO DI CALCOLO

Tutti i calcoli saranno svolti con dei fogli sviluppati in Excel che rispettano tutte le prescrizioni e la metodologia di calcolo descritte nei paragrafi precedenti.

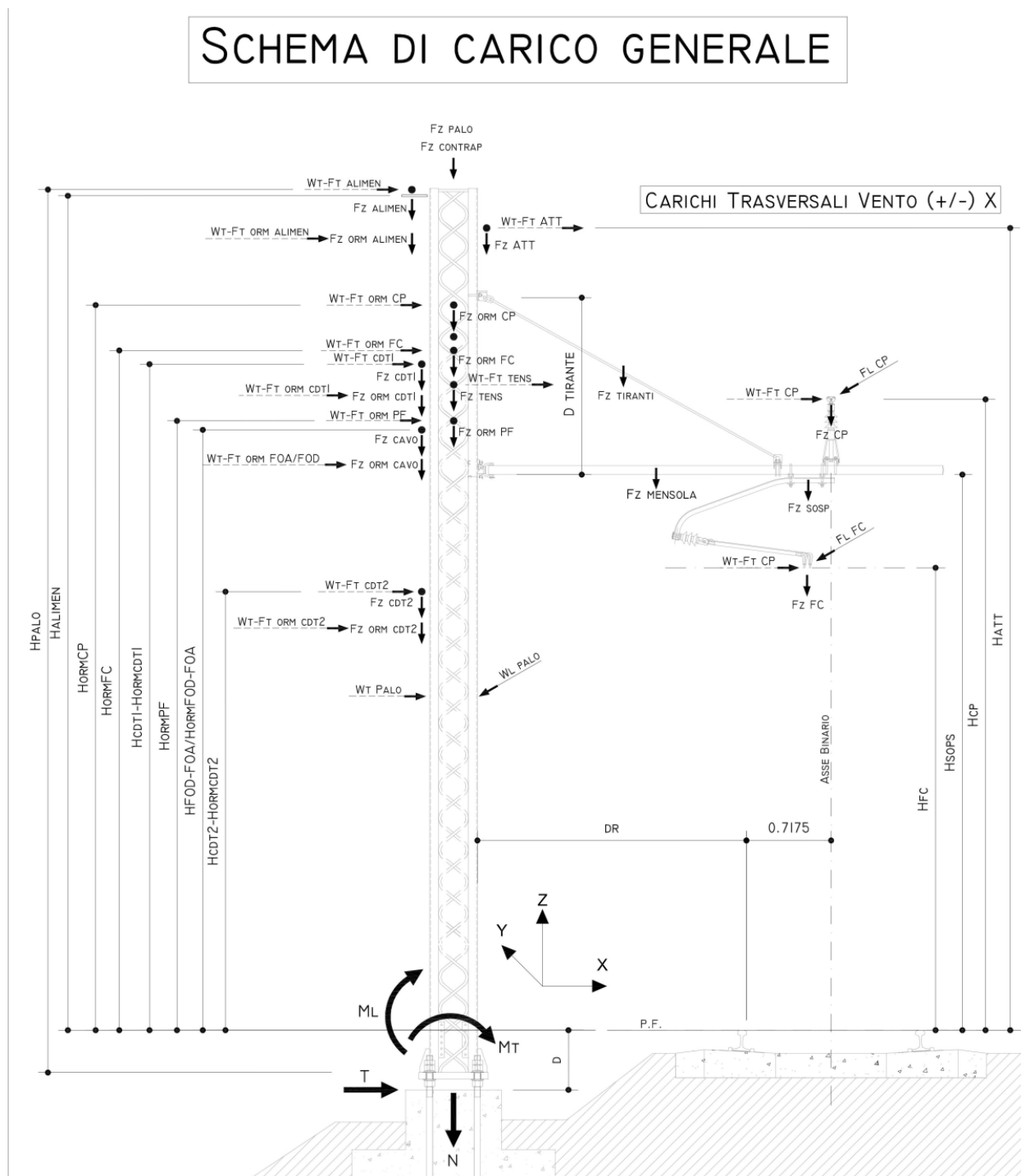
LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	41 di 44

6.1 Schema di carico Generale

Di seguito viene illustrato lo schema di carico **generale** dove sono riportate le denominazioni delle forze e momenti utilizzati nelle schede di calcolo dei carichi (vedi allegato A della presente relazione)



LINEA DI CONTATTO

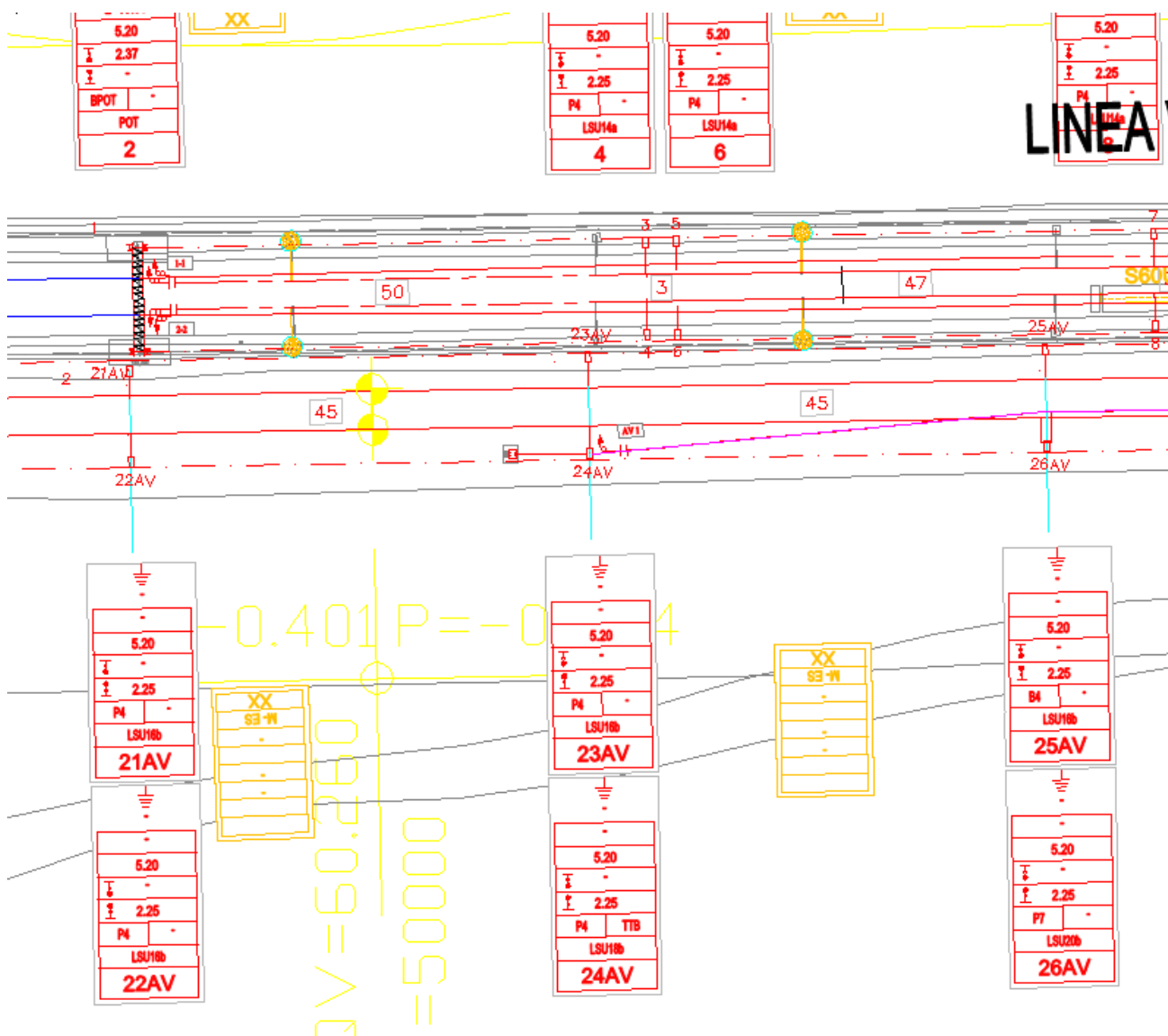
CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	42 di 44

7 DESCRIZIONE SOSTEGNI

7.1 Sostegno 24AV

Del sostegno 24AV si allega lo stralcio del PE:



Di seguito si descrive brevemente la configurazione di carico del sostegno (per dettagli si rimanda agli allegati specifici).

Tipologia: Palo LSU18b (in rettilineo, ormeggio delle conduttura secondarie L.d.C. CPR 270 mm² e corde di terra passanti. L'altezza della linea di contatto a +5,2m da piano ferro

Caratteristiche geometriche sostegno utilizzate nel calcolo:

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	43 di 44

Attrezzaggio:

Trefoli di terra n. 2 corde TACSR Ø 15,82 mm passanti;

Ormeggio regolato della condutture secondarie CPF270 mm² C.P.R.con tirante a terra ;

Assi Condutture:

L.d.C. n. 1 : 540 mm² C.P.R., D.R. = 2,25m

LINEA DI CONTATTO

CALCOLO e VERIFICA di strutture (pali, portali, travi e relativi blocchi di fondazione ecc) fuori standard (1)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	00 D 18	CL	LC0000 002	A	44 di 44

8 Verifica Armature Blocchi di fondazioni

Per le disposizioni delle armature si rimanda all'elaborato E64865 F.

Le verifiche delle armature non sono risultate significative (armature per blocchi di fondazione standard)

9 ALLEGATO

Di seguito si riporta il file excel del fascicolo di calcolo del sostegno e relativo blocco di fondazione oggetto della presente relazione di calcolo:



Allegato 24AV.xlsx

10 CONCLUSIONI

In conclusione è emerso che i sostegni ed i relativi blocchi di fondazione analizzati, per le rispettive configurazioni di carico in oggetto alla presente relazione, sono idonei a sostenere i carichi ad essi applicati.

Numero sost.	24AV	Materiale	ALLUMINIO	Tipo Sostegno	LSU18b	Tipo Blocco	P4	H Ldc [m]	5,2
								Dislivello [m]	0,75

DATI CONDUTTURE

		ASSE "G"	ASSE "F"	ASSE "E"	ASSE "A"	ASSE "B"	ASSE "C"	ASSE "D"
	Catenaria [mm²]				540CPR			
R	Raggio [m]				0			
S	Sopraelevazione[m]				0			
C1	Campata precedente [m]				45			
C2	Campata successiva [m]				45			
C	Campata gravante [m]				45			
DR	Distanza palo-rotaia[m]				2,25			
D fs	Distanza palo-fuori servizio[m]				0			
	Asse punto fisso[SI/NO]				NO			
Dp	Poligonazione[m]				-0,2			
Dp1	Poligonazione[m]				-0,2			
Dp2	Poligonazione[m]				-0,2			
	Distanza corda-fili[m]				1,25			
	Campata di riferimento +Y[m]							
	Campata di riferimento -Y[m]							
	Disassamento +Y[m]							
	Disassamento -Y[m]							
	1° angolo conduttura deviata							
	2° angolo conduttura deviata							

DATI ALIMENTAZIONE			DATI CAVO FIBRA OTTICA			DATI CIRCUITO DI TERRA		
			foa/fod	Tipologia cavo	d	Cdt	Condutt. [cat/prog]	785/145
Al	Conduttore [mm²]		C fo	Campata f.o.[m]	45		Numero conduttori	2
nc	Numero conduttori		R	Raggio [m]	0	C cdt	Campata c.d.t..[m]	45
C al	Campata alim.[m]		Hfo	Altezza da P.F.[m]	6,7	R	Raggio [m]	0
R	Raggio [m]		Pres. telaio[SI/NO]		NO	Hcdt1	Alt. 1° tref.da P.F[m]	5
Halimen	Altezza da P.F.[m]		Htfo	Alt. telaio da P.F.[m]	0	Hcdt2	Alt. 2° tref. da P.F[m]	7,4
Fz carp AL	Peso carpenterie Alim. (daN)		DATI ASSE PUNTO FISSO				Tref. ceraun. [SI/NO]	NO
Fz carp.orm AL	Peso carpenterie orm Alim. (daN)		Fz carp PF	Peso carpe.Ap.f. (daN)	63,8	Fz carp cdt	Peso carpe.cdt. (daN)	6,52

AZIONE DEL VENTO [-5°C]			AZIONE DEL VENTO [+5°C]			PARAMETRI DEL TERRENO		
Regione	VENETO		Regione	VENETO		Altezza strato[m]	3	
Pressione dinamica [daN/m²]	83,63		Pressione dinamica [daN/m²]	80,62		Peso unità di volume [daN/m³]	19	
Densità dell'aria	1,31		Densità dell'aria	1,26		Coesione efficace c' [kPa]	0	
Altitudine [m]	65		Altitudine [m]	65		Coesione non drenata Cu [kPa]	0	
Velocità di riferimento [m/s]	25		Velocità di riferimento [m/s]	25		Angolo di attrito [°c]	38	

ORMEGGIO POSIZIONE "1A"-"2B"			ORMEGGIO POSIZIONE "2A"-"2B"		
	Catenaria [mm ²]			Catenaria [mm ²]	270CPR
	Contrappesi[SI/NO]			Contrappesi[SI/NO]	SI
C orm	Campata di riferimento [m]		C orm	Campata di riferimento [m]	45
a	Disassamento[m]		a	Disassamento[m]	0
R	Raggio [m]		R	Raggio [m]	0
	Tirante a terra [SI/NO]			Tirante a terra [SI/NO]	SI
	Apertura tirante a terra [m]			Apertura tirante a terra [m]	6,2

ORMEGGIO POSIZIONE "3A"-"3B"			ORMEGGIO POSIZIONE "4A"-"4B"		
	Catenaria [mm ²]			Catenaria [mm ²]	
	Contrappesi[SI/NO]			Contrappesi[SI/NO]	
C orm	Campata di riferimento [m]		C orm	Campata di riferimento [m]	
a	Disassamento[m]		a	Disassamento[m]	
R	Raggio [m]		R	Raggio [m]	
	Tirante a terra [SI/NO]			Tirante a terra [SI/NO]	
	Apertura tirante a terra [m]			Apertura tirante a terra [m]	

DATI MENSOLE E TIRANTI		
Lmensola1 sx	Lungh. mensola1 sx[m]	0
Lmensola2 sx	Lungh. mensola2 sx[m]	0
Lmensola3 sx	Lungh. mensola3 sx[m]	0

		0
Ltirante 1 sx	Lungh. tirante1 sx [m]	0
Ltirante 2 sx	Lungh. tirante2 sx [m]	0
Ltirante 3 sx	Lungh. tirante3 sx [m]	0
Fz carp Tir sx	Peso Carp. Tiranti [daN]	0

Lmensola1 dx	Lungh. mensola1 dx[m]	4,2
Lmensola2 dx	Lungh. mensola2 dx[m]	0
Lmensola3 dx	Lungh. mensola3 dx[m]	0
Fz carp Men	Peso Carp. Mensole[daN]	5,3
Ltirante 1 dx	Lungh. tirante1 dx [m]	3,5
Ltirante 2 dx	Lungh. tirante2 dx [m]	0
Ltirante 3 dx	Lungh. tirante3 dx [m]	0
Fz carp Tir	Peso Carp. Tiranti [daN]	5

PARAMETRI LDC -ATTREZZATURE SU SOSTEGNO		
Horm TT	Quota attacco TT da PF[m]	6,2
Horm FC	Quota orm. FC da PF [m]	5,95
Horm CP	Quota orm. CP da PF [m]	6,55
PARAMETRI CARPENTERIE		
Fz Orm pf	P. Carp. OrmP. Fisso[daN]	0
Fz carp Orm	Peso Carp. Orm. [daN]	884,3
Fz orm cdt	Peso Carp.Orm.cdt[daN]	0
Fz sosp	Peso sospensione [daN]	17

DIMENSIONI BLOCCO		
A	Lato trasversale [m]	1,70
B	Lato longitudinale [m]	1,70
C	Altezza [m]	2,10
A1	Lato Baggiolo [m]	0,80
B1	Lato Baggiolo [m]	0,80
C1	Altezza Baggiolo [m]	0,50
A2	Dist.asse s.-filo est. [m]	0,85

CONDIZIONE A1 : (-20°)						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,m,lunga,+x	Azione verticale mensole	31,76		daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{zcarp} \text{ Mensole}$	
Fz,tirante	Azione verticale tiranti	10,71		daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{zcarp} \text{ tiranti}$	
Fz,contrapp.	Azione verticale contrappesi	824,10		daN	$F_{zcarp} \text{ Orm}$	Rapporto 1:5
Fz,orm,CP,n.2	Azione verticale condotta ormeggio C.P. n.2	1125,00		daN	$T.C.P.,orm \times tana$	
Fz,orm,FC,n.2	Azione verticale condotta ormeggio F.C. n.2	1125,00		daN	$T.F.C.,orm \times tana$	
Fz,c.d.t.,1	Azione verticale corda di terra 1	29,59		daN	$Pc.d.t. \times Cm,c.d.t.+Fz \text{ carp cdt}/2$	
Fz,c.d.t.,2	Azione verticale corda di terra 2	29,59		daN	$Pc.d.t. \times Cm,c.d.t.+Fz \text{ carp cdt}/2$	
Fz,cavo	Azione verticale cavo F.O.	9,90		daN	$PF.O. \times Cm$	
Fz,palo	Azione verticale sostegno	638,00		daN	$Ppalo$	
Fz,tot	Azione verticale totale	3823,64		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fl,tot	Azione longitudinale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MFz,m,1-2,+x	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	60,86		daNm	$\sum(l)Fz,mi, x((LmiSX/2 + 1/2palo)$	
MFz,tirante,1	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	10,75		daNm	$Fz,tirante,1 \times d \text{ tirante}, 1/2 + 1/2palo$	
MFz,c.d.t.,1	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-7,40		daNm	$Fz,c.d.t.,1 \times d \text{ cdt}1 + 1/2 \text{ palo}$	
MFz,c.d.t.,2	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-7,40		daNm	$Fz,c.d.t.,2 \times d \text{ cdt}2 + 1/2 \text{ palo}$	
MFz,cavo	Momento dovuto al peso del cavo F.O.	-0,70		daNm	$Fz,cavo \times d \text{ cavo}$	
MFz,tot	Momento trasversale azioni verticali totale	56,12		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
ML,tot	Momento longitudinale totale	0,00		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fh	Azione sismica alla base del sostegno	1180,23		daN	$\lambda \times Sv(T1) \times MassaEcc /g$	
Mecc	Massa sismica partecipante eccitata	1573,64		daN		
carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
RipFz,m,1-2,+x	Ripartizione sul peso della mensola 1-2 dx	178,61		daNm	$MFz,m,1-2,+x \times (H \text{ mensola}+d)$	
RipFz,tirante,1	Ripartizione sul peso del tirante mensola n.1	41,93		daNm	$Fz,tirante,1 \times (a \text{ tirante}, 1/2+ H \text{ mensola}+d)$	
RipFz,c.d.t.,1	Ripartizione sul peso della corda di terra 1	170,11		daNm	$Fz,c.d.t.,1 \times (h \text{ cdt}1 + d)$	
RipFz,c.d.t.,2	Ripartizione sul peso della corda di terra 2	241,12		daNm	$Fz,c.d.t.,2 \times (h \text{ cdt}2 + d)$	
RipFz,cavo	Ripartizione sul peso del cavo F.O.	73,76		daNm	$Fz,cavo \times (h \text{ cavo} + d)$	
RipFz,contrapp.	Ripartizione sull'Azione verticale contrappesi	3090,38		daNm	$Fz,contrapp. \times (h \text{ contr} + d)$	
RipFz,palo	Ripartizione sull'Azione verticale sostegno	3543,13		daNm	$Fz,palo \times ((h \text{ palo}/2)+d)$	
RipFz,tot	SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA	7339,03		daNm		
CARICHI ORIZZONTALI SISMA						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
SFz,m,1-2,+x	Azione sismica mensola 1-2 +dx	28,72		daN	$RipFz,m,1-2,+x / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,tirante,1	Azione sismica tirante mensola n.1	6,74		daN	$RipFz,tirante,1 / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,c.d.t.,1	Azione sismica della corda di terra 1	27,36		daN	$RipFz,c.d.t.,1 / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,c.d.t.,2	Azione sismica della corda di terra 2	38,78		daN	$RipFz,c.d.t.,2 / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,cavo	Azione sismica del cavo F.O.	11,86		daN	$RipFz,cavo / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,contrapp.	Azione sismica contrappesi	496,98		daN	$RipFz,contrapp. / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,palo	Azione sismica sostegno	569,79		daN	$RipFz,palo / RipFz,tot \times Fh$	
SFz,tot	Azione sismica trasversale totale	1180,23		daN		
MOMENTI TRASVERSALI/LONGITUDINALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MSFz,m,1-2,+x	Momento dovuto all'Azione sismica mensola 1-2 +dx	193,88		daNm	$SFz,m,1-2,+x \times (H \text{ mensola}+d)$	
MSFz,tirante,1	Momento dovuto all'Azione sismica tirante mensola n.1	49,56		daNm	$SFz,tirante,1 \times (a \text{ tirante}, 1/2+ H \text{ mensola}+d)$	
MSFz,c.d.t.,1	Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 1	157,30		daNm	$SFz,c.d.t.,1 \times (h \text{ cdt}1 + d)$	
MSFz,c.d.t.,2	Momento dovuto all'Azione sismica della corda di terra 2	316,02		daNm	$SFz,c.d.t.,2 \times (h \text{ cdt}2 + d)$	
MSFz,cavo	Momento dovuto all'Azione sismica del cavo F.O.	88,36		daNm	$SFz,cavo \times (h \text{ cavo} + d)$	
MSFz,contrapp.	Momento dovuto all'Azione sismica contrappesi	1863,67		daNm	$SFz,contrapp. \times (h \text{ contr} + d)$	
MSFz,palo	Momento dovuto all'Azione sismica sostegno	3164,32		daNm	$SFz,palo \times (h \text{ palo}/2)$	
MS,tot	Momento trasversale/longitudinale azioni orizzontali Sismiche	5833,12		daNm		
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,tot,ecc	Azione verticale eccezionale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Ft,tot,ecc	Azione trasversale eccezionale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fl,tot,ECC	Azione longitudinale eccezionale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot,ECC	Momento trasversale eccezionale totale	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI ECCEZIONALI DA ROTTURA FC-ORM PF						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fl,tot,ECC	Azione longitudinale eccezionale totale	0,00		daN		
CONDIZIONE A2 : (+5°)						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,m,lunga,+x	Azione verticale mensole	31,76		daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{zcarp} \text{ Mensole}$	
Fz,tirante	Azione verticale tiranti mensole	10,71		daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{zcarp} \text{ tiranti}$	
Fz,contrapp.	Azione verticale contrappesi	824,10		daN	$F_{zcarp} \text{ Orm}$	Rapporto 1:5

F _{z,orm,CP,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio C.P. n.2	1125,00		daN	$T_{C.P.,orm} \times \tan\alpha$		
F _{z,orm,FC,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio F.C. n.2	1125,00		daN	$T_{F.C.,orm} \times \tan\alpha$		
F _{z,c.d.t.1}	Azione verticale corda di terra 1	29,59		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z, carp} \text{ cdt}/2$		
F _{z,c.d.t.2}	Azione verticale corda di terra 2	29,59		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z, carp} \text{ cdt}/2$		
F _{z,cavo}	Azione verticale cavo F.O.	9,90		daN	$P_{F.O.} \times C_m$		
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	638,00		daN	P_{palo}		
F _{z,tot}	Azione verticale totale	3823,64		daN			
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN			
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN			
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	0,00		daN			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
M _{Fz,m,1-2,x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	60,86		daNm	$\sum(l)F_{z,m}, x((L_{m,SOX}/2 + 1/2\text{palo})$		
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	10,75		daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2\text{palo}$		
M _{Fz,c.d.t.1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-7,40		daNm	$F_{z,c.d.t.1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$		
M _{Fz,c.d.t.2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-7,40		daNm	$F_{z,c.d.t.2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$		
M _{Fz,cavo}	Momento dovuto al peso del cavo F.O.	-0,70		daNm	$F_{z,cavo} \times d_{cavo}$		
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	56,12		daNm			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI							
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	0,00		daNm			
ALTRI CARICHI							
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
CONDIZIONE B : (+5°)+VENTO							
CARICHI VERTICALI							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
F _{z,m,lunga,x}	Azione verticale mensole	31,76		daN	$P_{mens} \times L_{mens} + F_{z, carp} \text{ Mensole}$		
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	10,71		daN	$P_{tir} \times L_{tir} + F_{z, carp} \text{ tiranti}$		
F _{z,contrapp.}	Azione verticale contrappesi	824,10		daN	$F_{z, carp} \text{ Orm}$	Rapporto 1:5	
F _{z,orm,CP,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio C.P. n.2	1125,00		daN	$T_{C.P.,orm} \times \tan\alpha$		
F _{z,orm,FC,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio F.C. n.2	1125,00		daN	$T_{F.C.,orm} \times \tan\alpha$		
F _{z,c.d.t.1}	Azione verticale corda di terra 1	29,59		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z, carp} \text{ cdt}/2$		
F _{z,c.d.t.2}	Azione verticale corda di terra 2	29,59		daN	$P_{c.d.t.} \times C_{m,c.d.t.} + F_{z, carp} \text{ cdt}/2$		
F _{z,cavo}	Azione verticale cavo F.O.	9,90		daN	$P_{F.O.} \times C_m$		
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	638,00		daN	P_{palo}		
F _{z,tot}	Azione verticale totale	3823,64		daN			
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
W _{T,c.d.t.1}	Azione vento su corda di terra 1	43,27		daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$		
W _{T,c.d.t.2}	Azione vento su corda di terra 2	43,27		daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$		
W _{T,orm,CP}	Azione del vento su conduttura ormeggio C.P. n.2	38,10		daN	$W_{C.P.} \times \text{diam}_{C.P.} \times C_{orm}$		
W _{T,orm,FC}	Azione del vento su conduttura ormeggio F.C. n.2	39,46		daN	$W_{F.C.} \times \text{diam}_{F.C.} \times C_{orm}$		
W _{T,cavo}	Azione del vento su cavo a F.O.	46,26		daN	$W_{F.O.} \times \text{diam}_{F.O.} \times C_m$		
W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	278,84		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$		
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	489,19		daN			
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
W _{T,c.d.t.1}	Azione vento su corda di terra 1	-43,27		daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	sempre singola	
W _{T,c.d.t.2}	Azione vento su corda di terra 2	-43,27		daN	$W_{c.d.t.} \times \text{diam}_{c.d.t.} \times C_m$	sempre singola	
W _{T,orm,CP}	Azione del vento su conduttura ormeggio C.P. n.2	-38,10		daN	$W_{C.P.} \times \text{diam}_{C.P.} \times C_{orm}$		
W _{T,orm,FC}	Azione del vento su conduttura ormeggio F.C. n.2	-39,46		daN	$W_{F.C.} \times \text{diam}_{F.C.} \times C_{orm}$		
W _{T,cavo}	Azione del vento su cavo a F.O.	-46,26		daN	$W_{F.O.} \times \text{diam}_{F.O.} \times C_m$	sempre singola	
W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	-278,84		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$	Solo pali LSF	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-489,19		daN			
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
W _{L,palo}	Azione del vento su sostegno	195,18		daN	$W_{palo} \times A_{palo}$	solo pali LSF -LS -LSU	
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	195,18		daN			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
M _{Fz,m,1-2,x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	60,86		daNm	$\sum(l)F_{z,m}, x((L_{m,SOX}/2 + 1/2\text{palo})$		
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	10,75		daNm	$F_{z,tirante,1} \times d_{tirante,1}/2 + 1/2\text{palo}$		
M _{Fz,c.d.t.1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-7,40		daNm	$F_{z,c.d.t.1} \times d_{cdt1} + 1/2 \text{ palo}$		
M _{Fz,c.d.t.2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-7,40		daNm	$F_{z,c.d.t.2} \times d_{cdt2} + 1/2 \text{ palo}$		
M _{Fz,cavo}	Momento dovuto al peso del cavo F.O.	-0,70		daNm	$F_{z,cavo} \times d_{cavo}$		
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	56,12		daNm			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X							
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo	
M _{WT,c.d.t.1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	248,78		daNm	$W_{T,c.d.t.1} \times (H_{cdt1} + d)$		
M _{WT,c.d.t.2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	352,62		daNm	$W_{T,c.d.t.2} \times (H_{cdt2} + d)$		
M _{WT,orm,CP}	Momento dovuto all'azione del vento sulla CP n.2	278,10	0,00	daNm	$W_{T,orm,CP} \times (H_{ORM,CP} + d)$		
M _{WT,orm,FC}	Momento dovuto all'azione del vento sulla FC n.2	264,36	0,00	daNm	$W_{T,orm,FC} \times (H_{ORM,FC} + d)$		
M _{WT,cavo}	Momento dovuto al vento del cavo F.O.	344,63		daNm	$W_{T,cavo} \times (H_{FO} + d)$		
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	1339,42		daNm	$W_{T,palo} \times H_{palo} / 2$	valida per pali LSF	
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	2827,92		daNm			
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X							

Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,c.d.t.1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	-248,78		daNm	W _{T,c.d.t.1} × (H _{cdt1} + d)	
M _{WT,c.d.t.2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	-352,62		daNm	W _{T,c.d.t.2} × (H _{cdt2} + d)	
M _{WT,orm,CP}	Momento dovuto all'azione del vento sulla CP n.2	-278,10	0,00	daNm	W _{T,orm,CP} × (H _{ORM,CP} + d)	
M _{WT,orm,FC}	Momento dovuto all'azione del vento sulla FC n.2	-264,36	0,00	daNm	W _{T,orm,FC} × (H _{ORM,FC} + d)	
M _{WT,cavo}	Momento dovuto al vento del cavo F.O.	-344,63		daNm	W _{T,cavo} × (H _{FO} + d)	
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	-1339,42		daNm	W _{T,palo} × H _{palo} / 2	valida per pali LSF
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	-2827,92		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
M _{WL,palo}	Azione del vento su sostegno	937,55			W _{lpalo} × H _{palo} / 2	solo pali LSF -LS -LSU
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	937,55		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{AER,c.d.t.1}	Azione AERODINAMICA su corda di terra 1	83,71		daN	Paer × diam _{c.d.t.} × C _m	
W _{AER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	105,30		daN	Paer × A _{palo} X5/Hpal	
W _{AER,tot}	Azione trasversale totale	189,01		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WAER,c.d.t.1}	Momento dovuto all'Azione AERODINAMICA su corda di terra 1	481,35		daNm	W _{AER,c.d.t.1} × (H _{cdt1} + d)	
M _{WAER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	184,28		daNm	W _{AER,palo} × (5/2-d)	
M _{WAER,tot}	Momento trasversale azioni aerodinamiche totale	665,63		daNm		
CONDIZIONE C : (-5°)+GHIACCIO						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,x}	Azione verticale mensole	31,76		daN	P _{mens} × L _{mens} + F _{zcarp} Mensole	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	10,71		daN	P _{tir} × L _{tir} + F _{zcarp} tiranti	
F _{z,contrapp.}	Azione verticale contrappesi	824,10		daN	(n _{C.P.} × T _{C.P.} + n _{F.C.} × T _{F.C.}) / 5 + F _z carp Orm	Rapporto 1:5
F _{z,orm,CP,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio C.P. n.2	1125,00		daN	T _{C.P,orm} × tanα	
F _{z,orm,FC,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio F.C. n.2	1125,00		daN	T _{F.C,orm} × tanα	
F _{z,c.d.t.1}	Azione verticale corda di terra 1	61,09		daN	P _{c.d.t.} × C _{m,c.d.t.} + F _z carp cdt/2	
F _{z,c.d.t.2}	Azione verticale corda di terra 2	61,09		daN	P _{c.d.t.} × C _{m,c.d.t.} + F _z carp cdt/2	
F _{z,cavo}	Azione verticale cavo F.O.	41,40		daN	P _{F.O.} × C _m	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	638,00		daN	P _{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	3918,14		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,tot}	Azione longitudinale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,m,1-2,x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	60,86		daNm	Σ(i)F _{z,mi} × x(i) (L _{mens} /2 + 1/2palo)	
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	10,75		daNm	F _{z,tirante,1} × d _{tirante,1} /2 + 1/2palo	
M _{Fz,c.d.t.1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-15,27		daNm	F _{z,c.d.t.1} × d _{cdt1} + 1/2 palo	
M _{Fz,c.d.t.2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-15,27		daNm	F _{z,c.d.t.2} × d _{cdt2} + 1/2 palo	
M _{Fz,cavo}	Momento dovuto al peso del cavo F.O.	-2,27		daNm	F _{z,cavo} × d _{cavo}	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	38,80		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	0,00		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CONDIZIONE D : (-5°)+GHIACCIO+50%VENTO						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,m,lunga,x}	Azione verticale mensole	31,76		daN	P _{mens} × L _{mens} + F _{zcarp} Mensole	
F _{z,tirante}	Azione verticale tiranti mensole	10,71		daN	P _{tir} × L _{tir} + F _{zcarp} tiranti	
F _{z,contrapp.}	Azione verticale contrappesi	824,10		daN	F _z carp Orm	Rapporto 1:5
F _{z,orm,CP,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio C.P. n.2	1125,00		daN	T _{C.P,orm} × tanα	
F _{z,orm,FC,n.2}	Azione verticale conduttura ormeggio F.C. n.2	1125,00		daN	T _{F.C,orm} × tanα	
F _{z,c.d.t.1}	Azione verticale corda di terra 1	61,09		daN	P _{c.d.t.} × C _{m,c.d.t.} + F _z carp cdt/2	
F _{z,c.d.t.2}	Azione verticale corda di terra 2	61,09		daN	P _{c.d.t.} × C _{m,c.d.t.} + F _z carp cdt/2	
F _{z,cavo}	Azione verticale cavo F.O.	41,40		daN	P _{F.O.} × C _m	
F _{z,palo}	Azione verticale sostegno	638,00		daN	P _{palo}	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	3918,14		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO+X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,c.d.t.1}	Azione vento su corda di terra 1	49,76		daN	W _{c.d.t.} × diam _{c.d.t.} × C _m	
W _{T,c.d.t.2}	Azione vento su corda di terra 2	49,76		daN	W _{c.d.t.} × diam _{c.d.t.} × C _m	
W _{T,orm,CP}	Azione del vento su conduttura ormeggio C.P. n.2	48,61		daN	W _{C.P.} × diam _{C.P.} × C _{orm}	
W _{T,orm,FC}	Azione del vento su conduttura ormeggio F.C. n.2	48,90		daN	W _{F.C.} × diam _{C.P.} × C _{orm}	
W _{T,cavo}	Azione del vento su cavo a F.O.	23,99		daN	W _{F.O.} × diam _{F.O.} × C _m	
W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	144,62		daN	W _{palo} × A _{palo}	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	365,62		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI VENTO-X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo

W _{T,c,d,t,1}	Azione vento su corda di terra 1	-49,76		daN	W _{c,d,t} x diam _{c,d,t} x C _m	sempre singola
W _{T,c,d,t,2}	Azione vento su corda di terra 2	-49,76		daN	W _{c,d,t} x diam _{c,d,t} x C _m	sempre singola
W _{T,orm,CP}	Azione del vento su conduttura ormeggio C.P. n.2	-48,61		daN	W _{c,p} x diam _{c,p} x C _{orm}	
W _{T,orm,FC}	Azione del vento su conduttura ormeggio F.C. n.2	-48,90		daN	W _{f,c} x diam _{f,c} x C _{orm}	
W _{T,cavo}	Azione del vento su cavo a F.O.	-47,98		daN	W _{f,o} x diam _{f,o} x C _m	sempre singola
W _{T,palo}	Azione del vento su sostegno	-144,62		daN	W _{palo} x A _{palo}	Solo pali LSF
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-389,61		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI +Y						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{L,palo}	Azione del vento su sostegno	101,23		daN	W _{palo} x A _{palo}	solo pali LSF -LS - LSU
F _{L,tot}	Azione longitudinale totale	101,23		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,m,1-2,+x}	Momento dovuto al peso della mensola 1-2 dx	60,86		daNm	Σ(i)F _{z,mi} x ((L _{misx} /2 + 1/2)palo)	
M _{Fz,tirante,1}	Momento dovuto al peso del tirante mensola n.1	10,75		daNm	F _{z,tirante,1} x d _{tirante,1} /2 + 1/2palo	
M _{Fz,c,d,t,1}	Momento dovuto al peso della corda di terra 1	-15,27		daNm	F _{z,c,d,t,1} x d _{cdt1} + 1/2 palo	
M _{Fz,c,d,t,2}	Momento dovuto al peso della corda di terra 2	-15,27		daNm	F _{z,c,d,t,2} x d _{cdt2} + 1/2 palo	
M _{Fz,cavo}	Momento dovuto al peso del cavo F.O.	-2,27		daNm	F _{z,cavo} x d _{cavo}	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	38,80		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,c,d,t,1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	286,10		daNm	W _{T,c,d,t,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WT,c,d,t,2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	405,51		daNm	W _{T,c,d,t,2} x (H _{cdt2} + d)	
M _{WT,orm,CP}	Momento dovuto all'azione del vento sulla CP n.2	354,82	0,00	daNm	W _{T,orm,CP} x (H _{ORM,CP} + d)	
M _{WT,orm,FC}	Momento dovuto all'azione del vento sulla FC n.2	327,61	0,00	daNm	W _{T,orm,FC} x (H _{ORM,FC} + d)	
M _{WT,cavo}	Momento dovuto al vento del cavo F.O.	357,46		daNm	W _{T,cavo} x (H _{f,o} + d)	
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	694,67		daNm	W _{T,palo} x H _{palo} / 2	valida per pali LSF
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale	2426,16		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,c,d,t,1}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt1	-286,10		daNm	W _{T,c,d,t,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WT,c,d,t,2}	Momento dovuto all'azione del vento sulla cdt2	-405,51		daNm	W _{T,c,d,t,2} x (H _{cdt2} + d)	
M _{WT,orm,CP}	Momento dovuto all'azione del vento sulla CP n.2	-354,82	0,00	daNm	W _{T,orm,CP} x (H _{ORM,CP} + d)	
M _{WT,orm,FC}	Momento dovuto all'azione del vento sulla FC n.2	-327,61	0,00	daNm	W _{T,orm,FC} x (H _{ORM,FC} + d)	
M _{WT,cavo}	Momento dovuto al vento del cavo F.O.	-357,46		daNm	W _{T,cavo} x (H _{f,o} + d)	
M _{WT,palo}	Momento dovuto all'azione del vento su sostegno	-694,67		daNm	W _{T,palo} x H _{palo} / 2	valida per pali LSF
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale per vento -X	-2426,16		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
M _{WL,palo}	Azione del vento su sostegno	486,26			W _{palo} x H _{palo} / 2	solo pali LSF -LS - LSU
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	486,26		daNm		
ALTRI CARICHI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{AER,c,d,t,1}	Azione AERODINAMICA su corda di terra 1	92,82		daN	Paer x diam _{c,d,t} x C _m	
W _{AER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	105,30		daN	Paer x A _{palo} X5/Hpal	
W _{AER,tot}	Azione trasversale totale	198,12		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI AERODINAMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WAER,c,d,t,1}	Momento dovuto all'azione AERODINAMICA su corda di terra 1	533,69		daNm	W _{AER,c,d,t,1} x (H _{cdt1} + d)	
M _{WAER,palo}	Azione AERODINAMICA su sostegno	184,28		daNm	W _{AER,palo} x (5/2-d)	
M _{AER,tot}	Momento trasversale azioni aerodinamiche totale	717,97		daNm		
CONDIZIONE A1 - ASSE A						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{z,CP}	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	96,30		daN	PC.P. x Cm+ Fzcarp PF	
F _{z,FC}	Azione verticale filo di contatto+pendini	139,41		daN	PF.C. x Cm	
F _{z,sosp}	Azione verticale sospensione	17,00		daN	Psosp	
F _{z,tot}	Azione verticale totale	252,71		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,tot	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,tot}	Azione longitudinale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MFz,CP	Momento dovuto al peso della C.P.	305,27		daNm	Fz,CP x dC.P.	
MFz,FC	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	441,93		daNm	Fz,FC x dF.C.	
MFz,sosp	Momento dovuto al peso della sospensione	53,89		daNm	Fz,sosp x dsosp	
MFz,tot	Momento trasversale azioni verticali totale	801,09		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
ML,tot	Momento longitudinale totale	0,00		daNm		
ALTRI CARICHI						
Fh	Azione sismica alla base del sostegno	189,53		daN	λ x Sv(T1) x Fztot /g	
carichi verticali x Z per la Ripartizione carichi sismici						
Simbolo	Descrizione	Valore		U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
RipFz,CP	Ripartizione sull'Azione verticale corda portante	693,36		daNm	Fz,CPx(Hcp+d)	
RipFz,FC	Ripartizione sull'Azione verticale filo di contatto+pendini	829,49		daNm	Fz,FC x(Hfc+d)	
RipFz,tot	SOMMATORIA RIPARTIZIONE AZIONE SISMICA	1522,85		daNm		

CARICHI ORIZZONTALI SISMA						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
SFz,CP	Azione sismica corda portante	86,29		daN	RipFz,CP/ RipFz,tot x Fh	
SFz,FC	Azione sismica filo di contatto+pendini	103,24		daN	RipFz,FC/RipFz,tot x Fh	
SFz,tot	Azione sismica trasversale totale	189,53		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI AI CARICHI SISMICI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M,SFz,CP	Momento dovuto all'Azione sismica corda portante	621,32		daNm	SFz,CPx(Hcp+d)	
M,SFz,FC	Momento dovuto all'Azione sismica filo di contatto+pendini	614,26		daNm	SFz,FC x(Hfc+d)	
MS,tot	Momento trasversale azioni orizzontali Sismiche totale	1235,59		daNm		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C.						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
FT,ecc	Azione dovuta allo strallo di punto fisso indotta dalla rottura dei fili di contatto			daN	n.xTFC x (C/2R) ± n.xTFC x a (1/C)	-(e.c.) + (i.c.)
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA ROTTURA F.C.						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
MT,tot,ecc	Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale	0,00		daNm		
CONDIZIONE A2 - ASSE A						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,CP	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	96,30		daN	P _{C.P.} x Cm+ Fz _{carp PF}	
Fz,FC	Azione verticale filo di contatto+pendini	139,41		daN	P _{F.C.} x Cm	
Fz,sosp	Azione verticale sospensione	17,00		daN	P _{sosp}	
Fz,tot	Azione verticale totale	252,71		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	0,00		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	0,00		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,CP}	Momento dovuto al peso della C.P.	305,27		daNm	F _{z,CP} x d _{C.P.}	
M _{Fz,FC}	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	441,93		daNm	F _{z,FC} x d _{F.C.}	
M _{Fz,sosp}	Momento dovuto al peso della sospensione	53,89		daNm	F _{z,sosp} x d _{sosp}	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	801,09		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	0,00		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	0,00		daNm		
CONDIZIONE B - ASSE A						
CARICHI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
Fz,CP	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	96,30		daN	P _{C.P.} x Cm+ Fz _{carp PF}	
Fz,FC	Azione verticale filo di contatto+pendini	139,41		daN	P _{F.C.} x Cm	
Fz,sosp	Azione verticale sospensione	17,00		daN	P _{sosp}	
Fz,tot	Azione verticale totale	252,71		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,CP}	Azione del vento su C.P.	68,57		daN	W _{C.P.} x diam _{C.P.} x Cm	
W _{T,FC}	Azione del vento su F.C.	71,02		daN	W _{F.C.} x diam _{F.C.} x Cm	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	139,59		daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
W _{T,CP}	Azione del vento su C.P.	-68,57		daN	W _{C.P.} x diam _{C.P.} x Cm	
W _{T,FC}	Azione del vento su F.C.	-71,02		daN	W _{F.C.} x diam _{F.C.} x Cm	
F _{T,tot}	Azione trasversale totale	-139,59		daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F _{L,mens,CP}	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-9,24		daN	(F _{T,CP} +W _{T,CP}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F _{L,mens,FC}	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-9,57		daN	(F _{T,FC} +W _{T,FC}) x z / (a-x)	z = 0,4m
F _{l,tot}	Azione longitudinale totale	-18,80		daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{Fz,CP}	Momento dovuto al peso della C.P.	305,27		daNm	F _{z,CP} x d _{C.P.}	
M _{Fz,FC}	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	441,93		daNm	F _{z,FC} x d _{F.C.}	
M _{Fz,sosp}	Momento dovuto al peso della sospensione	53,89		daNm	F _{z,sosp} x d _{sosp}	
M _{Fz,tot}	Momento trasversale azioni verticali totale	801,09		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,CP}	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	493,73		daNm		
M _{WT,FC}	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	422,58		daNm		
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	916,31		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{WT,CP}	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	-493,73		daNm		
M _{WT,FC}	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	-422,58		daNm		
M _{T,tot}	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-916,31		daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI						
Simbolo	Descrizione	Valore	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M _{L,mens,CP}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-66,50		daNm	F _{L,mens,CP} x H _{CP}	
M _{L,mens,FC}	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-56,91		daNm	F _{L,mens,FC} x H _{FC}	
M _{L,tot}	Momento longitudinale totale	-123,41		daNm		

CONDIZIONE C - ASSE A					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{z,CP}$	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	159,30	daN	$P_{C.P.} \times Cm + F_{z,carp PF}$	
$F_{z,FC}$	Azione verticale filo di contatto+pendini	202,41	daN	$P_{F.C.} \times Cm$	
$F_{z,sosp}$	Azione verticale sospensione	17,00	daN	P_{sosp}	
$F_{z,tot}$	Azione verticale totale	378,71	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	0,00	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{L,tot}$	Azione longitudinale totale	0,00	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{Fz,CP}$	Momento dovuto al peso della C.P.	504,98	daNm	$F_{z,CP} \times d_{C.P.}$	
$M_{Fz,FC}$	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	641,64	daNm	$F_{z,FC} \times d_{F.C.}$	
$M_{Fz,sosp}$	Momento dovuto al peso della sospensione	53,89	daNm	$F_{z,sosp} \times d_{sosp}$	
$M_{Fz,tot}$	Momento trasversale azioni verticali totale	1200,51	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	0,00	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	0,00	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{L,tot}$	Momento longitudinale totale	0,00	daNm		
CONDIZIONE D - ASSE A					
CARICHI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{z,CP}$	Azione verticale corda portante+eventuale asse punto fisso	159,30	daN	$P_{C.P.} \times Cm + F_{z,carp PF}$	
$F_{z,FC}$	Azione verticale filo di contatto+pendini	202,41	daN	$P_{F.C.} \times Cm$	
$F_{z,sosp}$	Azione verticale sospensione	17,00	daN	P_{sosp}	
$F_{z,tot}$	Azione verticale totale	378,71	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{T,CP}$	Azione del vento su C.P.	87,49	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times Cm$	
$W_{T,FC}$	Azione del vento su F.C.	88,01	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times Cm$	
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	175,50	daN		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$W_{T,CP}$	Azione del vento su C.P.	-87,49	daN	$W_{C.P.} \times diam_{C.P.} \times Cm$	
$W_{T,FC}$	Azione del vento su F.C.	-88,01	daN	$W_{F.C.} \times diam_{F.C.} \times Cm$	
$F_{T,tot}$	Azione trasversale totale	-175,50	daN		
CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$F_{L,mens,CP}$	Azione dovuta alla rotazione della mensola C.P.	-11,78	daN	$(F_{T,CP} + W_{T,CP}) \times z / (a-x)$	$z = 0,4m$
$F_{L,mens,FC}$	Azione dovuta alla rotazione della mensola F.C.	-11,85	daN	$(F_{T,FC} + W_{T,FC}) \times z / (a-x)$	$z = 0,4m$
$F_{L,tot}$	Azione longitudinale totale	-23,64	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{Fz,CP}$	Momento dovuto al peso della C.P.	504,98	daNm	$F_{z,CP} \times d_{C.P.}$	
$M_{Fz,FC}$	Momento dovuto al peso del F.C. + pendini	641,64	daNm	$F_{z,FC} \times d_{F.C.}$	
$M_{Fz,sosp}$	Momento dovuto al peso della sospensione	53,89	daNm	$F_{z,sosp} \times d_{sosp}$	
$M_{Fz,tot}$	Momento trasversale azioni verticali totale	1200,51	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO +X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{WT,CP}$	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	629,93	daNm		
$M_{WT,FC}$	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	523,68	daNm		
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento +X	1153,61	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI - VENTO -X					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{WT,CP}$	Momento dovuto all'azione del vento su C.P.	-629,93	daNm		
$M_{WT,FC}$	Momento dovuto all'azione del vento su F.C.	-523,68	daNm		
$M_{T,tot}$	Momento trasversale azioni orizzontali totale vento -X	-1153,61	daNm		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI LONGITUDINALI					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
$M_{L,mens,CP}$	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-84,84	daNm	$F_{L,mens,CP} \times H_{CP}$	
$M_{L,mens,FC}$	Momento dovuto alla rotazione della mensola	-70,53	daNm	$F_{L,mens,FC} \times H_{FC}$	
$M_{L,tot}$	Momento longitudinale totale	-155,37	daNm		
CARICHI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE DEI F.C.					
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
F_{z,FC_ECC}	Azione verticale fili di contatto+pendini sostituzione fili	139,41	daN	$P_{F.C.} \times Cm$	
$F_{T,tot,ecc}$	Azione Verticale eccezionale totale	139,41	daN		
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"					
Simbolo	Descrizione	Valore	U.M.	Formula	Note/Riferimento normativo
M_{Fz,FC_ECC}	Momento dovuto all'Azione verticale fili di contatto+pendini s	441,93	daNm	$F_{z,FC_ECC} \times d_{fc}$	
$M_{z,tot,ecc}$	Momento trasversale azioni orizzontali eccezionali totale	441,93	daNm		
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"					
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "A"					
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI I DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "B"					
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI I DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "B"					
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "B"					
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "B"					
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "C"					
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "C"					

CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "C"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "C"				
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "D"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "D"				
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "D"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "D"				
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "E"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "E"				
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "E"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "E"				
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "F"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "F"				
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "F"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "F"				
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "G"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "G"				
CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "G"				
MOMENTI TRASVERSALI DOVUTI ALLE AZIONI TRASVERSALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ASSE "G"				
CARICHI VERTICALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ORMEGGIO LDC				
Fz,orm,FC,n.2_EC	Azione verticale conduttura ormeggio F.C. n.2	1125,00	daN	$T_{F.C.,orm} \times \tan \alpha$
FT,tot,ecc	Azione Verticale eccezionale Massimo	1125,00		
CARICHI LONGITUDINALI ECCEZIONALI DA SOSTITUZIONE F.C. - ORMEGGIO LDC				
MOMENTI TRASVERSALI ECCEZIONALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E DA SOST. FC- ORMEGGIO LDC				
MOMENTI LOGITUDINALI ECCEZIONALI DOVUTI AI CARICHI ORIZZONTALI E DA SOST. FC- ORMEGGIO LDC				

Condizione A1 : (-20°C)		N	T _T	T _L	M _T	M _L
		daN	daN	daN	daNm	daNm
P2	Pesi strutturali	638,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	Azioni permanenti non strutturali	3.438,35	0,00	0,00	857,22	0,00
G	Solo Ghiaccio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V100	Vento +X no ghiaccio (100%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V50	Vento +X con ghiaccio (50%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VL	Vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E	Eccezionali	1.264,41	0,00	0,00	441,93	0,00
SSx	Sisma trasversale (sisma X)	0,00	1.369,76	0,00	7.068,70	0,00
SSy	Sisma longitudinale (sisma Y)	0,00	0,00	1.369,76	0,00	7.068,70
TA	Trasversali aerodinamici	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Condizione A2 : (+5°C)		N	T _T	T _L	M _T	M _L
		daN	daN	daN	daNm	daNm
P2	Pesi strutturali	638,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	Azioni permanenti non strutturali	3.438,35	0,00	0,00	857,22	0,00
G	Solo Ghiaccio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V100	Vento +X no ghiaccio (100%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V50	Vento +X con ghiaccio (50%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VL	Vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E	Eccezionali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSx	Sisma trasversale (sisma X)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSy	Sisma longitudinale (sisma Y)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TA	Trasversali aerodinamici	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Condizione B : (+5°C) + Vento		N	T _T	T _L	M _T	M _L
		daN	daN	daN	daNm	daNm
P2	Pesi strutturali	638,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	Azioni permanenti non strutturali	3.438,35	0,00	-18,80	857,22	-123,41
G	Solo Ghiaccio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V100	Vento +X no ghiaccio (100%)	0,00	628,78	0,00	3.744,23	0,00
V50	Vento +X con ghiaccio (50%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VL	Vento +Y	0,00	0,00	195,18	0,00	937,55
E	Eccezionali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSx	Sisma trasversale (sisma X)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSy	Sisma longitudinale (sisma Y)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TA	Trasversali aerodinamici	0,00	189,01	0,00	665,63	0,00

Condizione C : (-5°C) + Ghiaccio		N	T _T	T _L	M _T	M _L
		daN	daN	daN	daNm	daNm
P2	Pesi strutturali	638,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	Azioni permanenti non strutturali	3.438,35	0,00	0,00	857,22	0,00
G	Solo Ghiaccio	220,50	0,00	0,00	382,10	0,00
V100	Vento +X no ghiaccio (100%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V50	Vento +X con ghiaccio (50%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VL	Vento +Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E	Eccezionali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSx	Sisma trasversale (sisma X)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSy	Sisma longitudinale (sisma Y)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TA	Trasversali aerodinamici	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Condizione D : (-5°C) + Ghiaccio + 50% Vento		N	T _T	T _L	M _T	M _L
		daN	daN	daN	daNm	daNm
P2	Pesi strutturali	638,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P1	Azioni permanenti non strutturali	3.438,35	0,00	-23,64	857,22	-155,37
G	Solo Ghiaccio	220,50	0,00	0,00	382,10	0,00
V100	Vento +X no ghiaccio (100%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V50	Vento +X con ghiaccio (50%)	0,00	541,13	0,00	3.579,77	0,00
VL	Vento +Y	0,00	0,00	101,23	0,00	486,26
E	Eccezionali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSx	Sisma trasversale (sisma X)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SSy	Sisma longitudinale (sisma Y)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TA	Trasversali aerodinamici	0,00	198,12	0,00	717,97	0,00

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VERIFICHE NELLE DIVERSE COMBINAZIONI DI CA

Case	cx	cy	V.Res +X	V.Res -X	V.Res SISMA	V.Stab +X	V.Stab -X	V.Stab SISMA	V.Rib +X	V.Rib -X	V.Rib SISMA	V.C.Lim +X	V.C.Lim -X	V.C.Lim SISMA	V.Scorr +X	V.Scorr -X	V.Scorr SISMA	V.R.Cono +X	V.R.Cono -X	V.R.Cono SISMA
STR1 SF			0,071	0,071		0,137	0,137					62,488	62,488		5,087	5,087				
STR2-V+X SF			0,201				0,272					54,331			4,392					
STR2-V-X SF				0,087			0,153						61,536		4,392					
STR3-V+X SF			0,258			0,330						45,318			3,928					
STR3-V-X SF				0,162			0,229						56,286		3,928					
STR4-V+X SF			0,257			0,327						44,533			3,751					
STR4-V-X SF				0,178			0,245						53,478		3,751					
STR5-V+Y SF			0,166			0,214						62,488			4,971					
STR5-V-Y SF				0,207			0,248						62,488		4,865					
STR6-V+X SF			0,250			0,310						52,934			4,074					
STR6-V-X SF				0,212			0,261						62,488		4,053					
STR7			0,040	0,040		0,099	0,099					63,847	63,847		7,344	7,344				
SLV1	1,00	0,30			0,426			0,452			0,460			67,955			6,032			
SLV2	1,00	-0,30			0,426			0,452			0,460			67,955			6,032			
SLV3	-1,00	0,30			0,374			0,396			0,420			67,955			6,032			
SLV4	-1,00	-0,30			0,374			0,396			0,420			67,955			6,032			
SLV5	0,30	1,00			0,703			0,635			0,271			67,955			6,032			
SLV6	-0,30	1,00			0,650			0,579			0,271			67,955			6,032			
SLV7	0,30	-1,00			0,703			0,635			0,271			67,955			6,032			
SLV8	-0,30	-1,00			0,650			0,579			0,271			67,955			6,032			
Equ1 SF									0,197	0,197										
Equ2-V+X SF									0,383											
Equ2-V-X SF										0,235										
Equ3-V+X SF									0,495											
Equ3-V-X SF										0,368										
Equ4-V+X SF									0,510											
Equ4-V-X SF										0,405										
Equ5-V+Y SF									0,183											
Equ5-V-Y SF										0,183										
Equ6-V+X SF									0,412											
Equ6-V-X SF										0,307										
Equ7									0,127	0,127										
STR1 F			0,053	0,053		0,096	0,096					69,715	69,715		5,848	5,848				
STR2-V+X F			0,173			0,224						62,828			4,833		0,000			
STR2-V-X F				0,096			0,141						69,212		4,833					
STR3-V+X F			0,230			0,285						51,006			4,265					
STR3-V-X F				0,171			0,221						59,346		4,265					
STR4-V+X F			0,229			0,283						50,031			4,041					
STR4-V-X F				0,187			0,237						55,894		4,041					
STR5-V+Y F			0,157			0,177						69,715			5,647					
STR5-V-Y F				0,179			0,195						69,715		5,567					
STR6-V+X F			0,241			0,278						60,560			4,451					
STR6-V-X F				0,221			0,250						66,899		4,436					
Equ1 F									0,189	0,189										
Equ2-V+X F									0,392											
Equ2-V-X F										0,282										
Equ3-V+X F									0,513											
Equ3-V-X F										0,427										
Equ4-V+X F									0,529											
Equ4-V-X F										0,469										
Equ5-V+Y F									0,173											
Equ5-V-Y F										0,173										
Equ6-V+X F									0,422											
Equ6-V-X F										0,362										
Case	cx	cy	V.Res +X	V.Res -X	V.Res SISMA	V.Stab +X	V.Stab -X	V.Stab SISMA	V.Rib +X	V.Rib -X	V.Rib SISMA	V.C.Lim +X	V.C.Lim -X	V.C.Lim SISMA	V.Scorr +X	V.Scorr -X	V.Scorr SISMA	V.R.Cono +X	V.R.Cono -X	V.R.Cono SISMA
			0,26	0,221	0,703	0,330	0,261	0,635	0,529	0,469	0,460	44,533	53,478	67,955	3,751	3,751	6,032	0,000	0,000	0,000
			STR3-V+X SF	STR6-V-X F	SLV5	STR3-V+X SF	STR6-V-X SF	SLV5	Equ4-V+X F	Equ4-V-X F	SLV1	STR4-V+X SF	STR4-V-X SF	SLV1	STR4-V+X SF	STR4-V-X SF	SLV1			
			4	43	17	4	11	17	49	50	13	6	7	13	6	7	13			

N [daN]	5960,89	3580,08	4076,35	5960,89	5795,52	4076,35	3324,88	3324,88	4076,35	5795,52	5795,52	4076,35	5795,52	5795,52	4076,35					
T.Trasv X [daN]	1041,50	-890,04	410,93	1041,50	-890,04	410,93	1172,99	-1172,99	1369,76	1172,99	-1172,99	1369,76	1172,99	-1172,99	1369,76					
T.Long Y [daN]	-35,46	-223,85	1369,76	-35,46	-240,40	1369,76	-18,91	-18,91	410,93	-35,46	-35,46	410,93	-35,46	-35,46	410,93					
M.trasv [daN*m]	7774,89	-4078,51	2977,83	7774,89	-3478,45	2977,83	7134,95	-5763,41	7925,92	7735,00	-5163,36	7925,92	7735,00	-5163,36	7925,92					

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VERIFICHE NELLE DIVERSE COMBINAZIONI DI CA

M.Long [daN*m]	-233,05	-1108,73	7068,70	-233,05	-1217,48	7068,70	-124,29	-124,29	2120,61	-233,05	-233,05	2120,61	-233,05	-233,05	2120,61		
----------------	---------	----------	---------	---------	----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--	--

TIPOLOGIA SOSTEGNO : LSU18b - NUMERO SOSTEGNO : 24AV

Caratteristiche sezione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Area della sezione	A	56	cm ²	
Modulo elastico dir. X	W _{elz}	927	cm ³	
Modulo elastico dir. Y	W _{ely}	300	cm ³	
Momento inerzia dir. X	Jx	18513	cm ⁴	
Momento inerzia dir. Y	Jy	2708	cm ⁴	
Modulo plastico dir. X	W _{plx}	1012	cm ³	
Modulo plastico dir. Y	W _{ply}	358	cm ³	
Area di taglio della sezione UPN	Av	42,69	cm ²	Eq 4.2.19 NTC 2018
Altezza palo fuori terra	hft	9,607	m	
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc1	7,0	m	Trasversale
Altezza ali UPN	h _f	7,0	cm	
spessore ali UPN	t _f	1,1	cm	
Altezza anima UPN	h _w	13,3	cm	
spessore anima UPN	t _w	0,8	cm	
Raggio di curvatura	r	1,1	cm	
Costante di warping	I _w	52977,4	cm ⁶	

Materiali				
Qualità acciaio		S 355 JR		
Modulo elastico	E	210000	N/mm ²	
Modulo di taglio	G	80769	N/mm ²	
Coefficiente di Poisson	v	0,3		
Densità	ρ	7850	kg/m ³	
Tensione di snervamento caratt.	f _{yk}	355	N/mm ²	
Tensione di rottura caratt.	f _{uk}	510	N/mm ²	
coeff. Di sicurezza	γ _{ms}	1,10		EN 50119 §6.4.3 tab. 2
Tensione di snervamento di calc.	f _{yd}	322,73	N/mm ²	
Tensione di rottura di calc.	f _{ud}	463,64	N/mm ²	

CONDIZIONE VENTO +X

1. Verifica di Resistenza

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	N _{pl,Rd}	180727,27	daN	Af _{yk} /γ _{ms} x10 ⁻¹
limitazione piano x-x		45181,82	daN	0,25 x N _{pl,Rd}
limitazione piano x-x		17169,09	daN	0,5hwtwfy/γ _{ms} x10 ⁻¹
limitazione piano y-y		34338,18	daN	hwtwfy/γ _{ms} x10 ⁻¹

Verifica combinazione

piano x-x	No contributo azione normale			
piano y-y	No contributo azione normale			
Rapporto	n	0,03		N _{Ed} /N _{pl,Rd}
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	M _{Nx,Rd}	32660,00	daNm	W _{pl,x} f _{yk} /γ _{ms}
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	M _{Ny,Rd}	11553,64	daNm	W _{pl,y} x f _{yk} /γ _{ms}
Verifica di resistenza		0,26	OK	(M _{x,Ed} /M _{Nx,Rd})+(M _{y,Ed} /M _{Ny,Rd})≤1
Taglio resistente di calcolo	V _{c,Rd}	795429	daN	(Av * f _{yk}) / (3 [∧] (1/2) * γ _{ms})
	Verifica	V _{ed} <50%V _{c,Rd}		No Taglio

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	L _{0,x}	13,9	m	βx x hc1
Carico critico euleriano	N _{cr,x}	1985940		π ² x E x Jt/L _{0,x} ²
Snellezza adimensionale	λ _x	1,00	-	√A x f _{yk} / N _{cr,x}
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
		25,585799	1,20	0,5[1+α(λ _x -0,2)+λ _x ²]
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ _X	0,5396		1/Φ+√Φ ² -λ _x ² ≤1

2.1.2 Direzione y-y

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	L _{0,y}	5,56	m	βz x hc2
Carico critico euleriano	N _{cr,y}	1815591		π ² x E x Jt/L _{0,y} ²
Snellezza adimensionale	λ _y	1,05		√A x f _{yk} / N _{cr,y}
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
	Φ	1,25		0,5[1+α(λ _y -0,2)+λ _y ²]
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ _Y	0,5135		1/Φ+√Φ ² -λ _y ² ≤1
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc2	7,0	m	

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
	λ _{LT0}	0,40		
	β	0,75		
Aliquota momenti flettenti di estremità	ψ	0,25		
	kc	0,802		1/(1,33-0,33ψ)
Coefficiente correttivo	α _{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	C ₁	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di lunghezza efficace	k	0,70		
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	kw	1,0		Valore unitario conservativo
Distanza ritegni torsionali	L	5,56	m	
Momento critico elastico di instabilità flesso-torsionale	M _{cr}	22569,07	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
Coefficiente di snellezza adimensionale	λ _{LT}	0,69		√W _y x f _{yk} / M _{cr}
	f	0,903		1-0,5(1-kc)[1-2,0(λ _{LT} -0,8) ²]
	Φ _{LT}	0,73		0,5[1+α _{LT} (λ _{LT} -λ _{LT0})+β x λ _{LT} ²]
	χ _{LT}	0,97		1/f x 1/Φ _{LT} + √Φ _{LT} ² -βλ _{LT} ²
coefficiente di sicurezza	γ _{m1}	1,1		1,12
Coefficiente correttivo	α _{my}	0,7	≥0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α _{mz}	0,7	≥0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α _{mT}	0,7	≥0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
coefficiente di interazione	kyy	0,734	≤	0,734
coefficiente di interazione	kyz	0,460		
coefficiente di interazione	kzy	0,925	≥	0,929
coefficiente di interazione	kzz	0,767	≤	0,763

2.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
-------------	---------	------	------------------------

primo termine		0,061		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,197		$k_{yy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,010		$k_{yz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,268	≤	1 OK
primo termine		0,064		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_y \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,249		$k_{zy} \times M_{x,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,017		$k_{zz} \times M_{y,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,330	≤	1 OK

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
153,0030764	h_m	6,73	m
Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz.	$M_p + M_H$	857,22	daNm
Forza applicata per calcolo strapiombo	F	127,37	daN
Freccia provocata dalla forza F	f0	0,33	cm
Strapiombo calcolato alla quota della mensola	S_t	-0,49	mm/m

4. Verifica di Resistenza in combinazione sismica

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	180727,27	daN
limitazione piano x-x		45181,82	daN
limitazione piano x-x		17169,09	daN
limitazione piano y-y		34338,18	daN

Verifica combinazione

piano x-x	No contributo azione normale		
piano y-y	No contributo azione normale		
Rapporto	n	0,02	$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N_x,Rd}$	32660,00	daNm
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N_y,Rd}$	11553,64	daNm
Verifica di resistenza		0,70	OK
Taglio resistente di calcolo	$V_{c,Rd}$	795429	daN
Verifica	$V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$		No Taglio

5. Verifica di Stabilità in combinazione sismica

5.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	β_x	2		
Carico critico euleriano	$N_{cr,x}$	1985940		$\pi^2 \times E \times J / L_{0,x}^2$
Snellezza adimensionale	λ_x	1,00	-	$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,x}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_x	0,5396		$0,5[1 + \alpha(\lambda_x - 0,2) + \lambda_x^2]$
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc1	7,0	m	$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_x^2} \leq 1$

5.1.2 Direzione y-y

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	β_y	0,8		
Carico critico euleriano	$N_{cr,y}$	1815591		$\pi^2 \times E \times J / L_{0,y}^2$
Snellezza adimensionale	λ_y	1,05		$\sqrt{A \times f_{yk} / N_{cr,y}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49		Tab. 4.2.VIII NTC 2018
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χ_y	0,5135		$0,5[1 + \alpha(\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2]$
Altezza per calcolo lunghezza libera di inflessione	hc2	7,0	m	$1/\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2} \leq 1$

5.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Aliquota momenti flettenti di estremità	$\lambda_{1,T0}$	0,40		
	β	0,75		
	ψ	0,25		
Coefficiente correttivo	kc	0,802		$1/1,33 - 0,33\psi$
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	α_{LT}	0,34		Tab. 4.2.IX NTC 2018
Coefficiente di lunghezza efficace	C_1	1,0		Valore unitario conservativo
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	k	0,70		
Distanza ritegni torsionali	kw	1,0		Valore unitario conservativo
Momento critico elastico di instabilità flessio-torsionale	L	5,56	m	
Coefficiente di snellezza adimensionale	M_{cr}	22569,07	daNm	Appendice F ENV 1993-1-1
	$\lambda_{1,T}$	0,69		$\sqrt{W_y \times f_{yk} / M_{cr}}$
	5,98 f	0,903		$1 - 0,5(1 - kc)[1 - 2,0(\lambda_{1,T} - 0,8)^2]$
	Φ_{LT}	0,73		$0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{1,T} - \lambda_{1,T0}) + \beta \times \lambda_{1,T}^2]$
	χ_{LT}	0,97		$1/f \times 1/\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{1,T}^2}$
coefficiente di sicurezza	γ_{m1}	1,1		1,12
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	≥ 0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	≥ 0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	≥ 0,4	tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
coefficiente di interazione	kyy	0,723	≤	0,723
coefficiente di interazione	kzy	0,448		
coefficiente di interazione	kzy	0,949	≥	0,951
coefficiente di interazione	kzz	0,746	≤	0,743

5.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
primo termine		0,042		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,074		$k_{yy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,297		$k_{yz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,413	≤	1 OK
primo termine		0,044		$(N_{ed}-P_{palo}) \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk}) + P_{palo} \times \gamma_{m1} / (\chi_x \times A \times f_{yk})$
secondo termine		0,098		$k_{zy} \times M_{t,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_x \times f_{yk})$
terzo termine		0,493		$k_{zz} \times M_{l,Ed} \times \gamma_{m1} / (\chi_{LT} \times W_y \times f_{yk})$
somma		0,635	≤	1 OK

CONDIZIONE VENTO -X

1. Verifica di Resistenza

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione normale plastica di calcolo	$N_{pl,Rd}$	180727,27	daN
limitazione piano x-x		45181,82	daN
limitazione piano x-x		17169,09	daN

limitazione piano y-y	34338,18	daN	$hwtwfy/\gamma_{Ms} \times 10^{-1}$
Verifica combinazione			
piano x-x	No contributo azione normale		
piano y-y	No contributo azione normale		
Rapporto	n	0,02	$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. X	$M_{N_x,Rd}$	32660,00	daNm $W_{pl,x} f_{yk}/\gamma_{Ms}$
Momento ridotto del contr. Sforzo normale dir. Y	$M_{N_y,Rd}$	11553,64	daNm $W_{pl,y} f_{yk}/\gamma_{Ms}$
Verifica di resistenza	0,22	OK	$(M_{x,Ed}/M_{N_x,Rd}) + (M_{y,Ed}/M_{N_y,Rd}) \leq 1$
Taglio resistente di calcolo	$V_{c,Rd}$	795429	daN $(A_v * f_{yk}) / (3 * (1/2) * \gamma_{ms})$
Verifica	$V_{ed} < 50\% V_{c,Rd}$		No Taglio

2. Verifica di Stabilità

2.1.1 Direzione x-x

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	βx	2	
Carico critico euleriano	$N_{cr,x}$	1985940	$\pi^2 * E * I / L_{0,x}^2$
Snellezza adimensionale	λx	1,00	$\sqrt{A * f_{yk} / N_{cr,x}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49	Tab. 4.2.VIII NTC 2018
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χX	0,5396	$0,5 [1 + \alpha(\lambda x - 0,2) + \lambda x^2]$ $1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda x^2}) \leq 1$

2.1.2 Direzione y-y

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Lunghezza libera di inflessione	βy	0,8	
Carico critico euleriano	$N_{cr,y}$	1815591	$\pi^2 * E * I / L_{0,y}^2$
Snellezza adimensionale	λy	1,05	$\sqrt{A * f_{yk} / N_{cr,y}}$
Fattore di imperfezione	α	0,49	Tab. 4.2.VIII NTC 2018
Coefficiente di riduzione per instabilità compressione	χY	0,5135	$0,5 [1 + \alpha(\lambda y - 0,2) + \lambda y^2]$ $1 / (\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda y^2}) \leq 1$

2.2 Coefficienti riduzione per instabilità a flessione deviata per elementi deformabili torsionalmente

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Aliquota momenti flettenti di estremità	λ_{LT}	0,40	
Coefficiente correttivo	β	0,75	
Coefficiente che dipende dalle cond. di carico e vincoli	ψ	0,25	
Coefficiente di lunghezza efficace	kc	0,802	$1 / (1,33 - 0,33\psi)$
Coefficiente di ingobbamento di un estremo	α_{LT}	0,34	Tab. 4.2.IX NTC 2018
Distanza ritegni torsionali	C_1	1,0	Valore unitario conservativo
Momento critico elastico di instabilità flessione-torsionale	k	0,70	
Coefficiente di snellezza adimensionale	kw	1,0	Valore unitario conservativo
Coefficiente di sicurezza	L	5,56	m
Coefficiente di interazione	M_{cr}	22569,07	daNm Appendice F ENV 1993-1-1
Coefficiente di interazione	λ_{LT}	0,69	$\sqrt{W_{y} * f_{yk} / M_{cr}}$
Coefficiente di interazione	f	0,903	$1 - 0,5(1 - kc)[1 - 2,0(\lambda_{LT} - 0,8)^2]$
Coefficiente di interazione	Φ_{LT}	0,73	$0,5 [1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT0}) + \beta * \lambda_{LT}^2]$
Coefficiente di interazione	χ_{LT}	0,97	$1 / (f * 1 / \Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta * \lambda_{LT}^2})$
Coefficiente correttivo	γ_{m1}	1,1	
Coefficiente correttivo	α_{my}	0,7	$\geq 0,4$ tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mz}	0,7	$\geq 0,4$ tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente correttivo	α_{mLT}	0,7	$\geq 0,4$ tab. C4.2.VI Circ. n.7/2019
Coefficiente di interazione	kyy	0,733	$\leq 0,733$
Coefficiente di interazione	kyz	0,459	
Coefficiente di interazione	kzy	0,927	$\geq 0,931$
Coefficiente di interazione	kzz	0,765	$\leq 0,761$

2.3 Verifica a instabilità palo

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
primo termine		0,059	$(N_{ed} - P_{palo}) * \gamma_{m1} / (\chi_x * A * f_{yk}) + P_{palo} * \gamma_{m1} / (\chi_x * A * f_{yk})$
secondo termine		0,088	$k_{yy} * M_{x,Ed} * \gamma_{m1} / (\chi_{LT} * W_x * f_{yk})$
terzo termine		0,052	$k_{yz} * M_{y,Ed} * \gamma_{m1} / (\chi_{LT} * W_y * f_{yk})$
somma		0,200	≤ 1 OK
primo termine		0,062	$(N_{ed} - P_{palo}) * \gamma_{m1} / (\chi_y * A * f_{yk}) + P_{palo} * \gamma_{m1} / (\chi_y * A * f_{yk})$
secondo termine		0,112	$k_{zy} * M_{x,Ed} * \gamma_{m1} / (\chi_{LT} * W_x * f_{yk})$
terzo termine		0,087	$k_{zz} * M_{y,Ed} * \gamma_{m1} / (\chi_{LT} * W_y * f_{yk})$
somma		0,261	≤ 1 OK

3. Calcolo Strapiombo (Condizione A2)

descrizione	Simbolo	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Quota di attacco della mensola	h_m	6,73	m
Somma momenti carichi permanenti vert. e orizz.	$M_p + M_H$	857,22	daNm
Forza applicata per calcolo strapiombo	F	127,37	daN $(M_p + M_H) / h_m$
Freccia provocata dalla forza F	f0	0,33	cm $(F * h_m^3 * 10^6) / (3 * E * I) \leq 10$
Strapiombo calcolato alla quota della mensola	S_t	-0,49	mm/m $-(f_0 * 10) / h_m$

BLOCCO DI FONDAZIONE : P4

Materiali - CLS

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Resistenza a compressione cilindrica	fck	25	N/mm ²	
Coefficiente di sicurezza cls	γ_c	1,5		par. 4.1.2 NTC2018
per calcestruzzo non armato	acpl e acptl	1,0		Per blocchi armati valore 1,0
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	14,17	N/mm ²	$\alpha_{cc} * acpl * fck / \gamma_c$; $\alpha_{cc} = 0,85$
Resistenza caratteristica cilindrica media	fcm	33	N/mm ²	fck+8
Resistenza caratteristica a trazione	fctk	1,80	N/mm ²	$0,7 * 0,3 * fck^{2/3}$
Resistenza di calcolo a trazione	fctd	1,20	N/mm ²	acptl * fctk / γ_c
Modulo elastico	Ecm	31476	N/mm ²	$22000 * (fcm/10)^{0,3}$
Peso specifico CLS	γ_{cls}	25	kN/m ³	Tabella 3.1.1 NTC2018

Materiali - Armatura

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Tensione di snervamento armatura	fyk	450,00	N/mm ²	Par. 11.3.2.1 NTC2018
Coefficiente di sicurezza acciaio da armatura	γ_s	1,15		
Tensione di snervamento armatura di calcolo	fyd	391,30	N/mm ²	f_{yk} / γ_s

Terreno di Fondazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Altezza Strato	h	3,0		
Peso di unità di volume naturale	γ_d	19	kN/m ³	

Coesione drenata efficace	c'	0,0
Coesione non drenata	cu	0,0
Angolo di resistenza a taglio terreno	φ'	38 °

Dimensioni Blocco di Fondazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Dimensione fondazione trav. Binario	A	1,70	m	Dis. E64865
Dimensione fondazione long. Binario	B	1,70	m	Dis. E64865
Altezza fondazione	C	2,10	m	Dis. E64865
Dimensione baggiolo trav. Binario	A1	0,80	m	Dis. E64865
Dimensione baggiolo long. Binario	B1	0,80	m	Dis. E64865
Altezza baggiolo (risega per blocco rilevato)	C1	0,50	m	Dis. E64865
Profondità di interrimento blocco	Df	2,35	m	C + (C1/2) ; C+0,17 per Rilevato
Area di base blocco di fondazione	Ab	2,89	m ²	A x B
Volume blocco di fondazione	V	6,2	m ³	Vmin Dis. E64865
Peso blocco di fondazione	Pb	155,8	kN	γcls x V
Eccentricità carico	Eccx	0,00	m	

VERIFICHE GEOTECNICHE

CONDIZIONE VENTO +X

1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018 EQU+M2

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	119,83	kNm	MT + (TT x (C1+C))+MSa,T+E63E47:E64E47:E61+E47:E61
Coefficiente di spinta passiva	kp	3,05		[(1+sen(arctang(tang φ'/1,25)))/(1-sen(arctang(tang f'/1,25)))]
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	Sp,T	217,14	kN	1/2kp x γd x C ² x B
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	Sa,T	25,70	kN	(1/2 x γd x C ² x B /kp) * γG1
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trav	Msp,T	152,00	kNm	C/3 x Sp
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	Msa,T	17,99	kNm	C/3 x Sa
Momento resistente totale direzione trasversale	Mres,T	226,45	kNm	[(Ned x A2) + (AxBxCxγcls)] x (A/2) x 0,9 + ((A1xB1xC1xγcls))x A2 x 0,9 + Msp,T*Contr terreno
	ηt	0,529		Mrib,T/(Mres,T)
Momento ribaltante di calcolo direzione long	Mrib,L	-19,72	kNm	Ml + (Tl x (C1+C))+MSa,L
Coefficiente di spinta passiva	kp	3,05		[(1+sen(arctang(tang φ'/1,25)))/(1-sen(arctang(tang f'/1,25)))]
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	Sp,L	217,14	kN	1/2kp x γd x C ² x A
Spinta attiva del terreno direzione longitudinale	Sa,L	25,70	kN	(1/2x γd x C ² x A /kp) * γG1
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	Msp,L	152,00	kNm	C/3 x Sp
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	Msa,L	-17,99	kNm	C/3 x Sa
Momento resistente totale direzione long	Mres,L	299,41	kNm	[(Ned+ Pb x 0,9)] x (B/2) + Msp,L
	ηL	0,066		Mrib,L/(Mres,L)
Verifica		0,53		max(Mrib,T/Mres,T , Mrib,L/Mres,L) ≤ 1
		OK		

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo	Simbo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	32,30		0,85φ'	kp	4,20		[(1+sen(φ'))/(1-sen(φ'))]
Azione verticale di calcolo	Ned	5795,5	daN	γG1 x (Ned,min)	Sa,T	16,94	kN	1/2 x γd x C ² x B /kp
Forza resistente	Fr	126,64	kN	(Ned + γG1 x Pb) x tanδ				
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	Fs	33,76	kN	(T _{ris} S _e T*Y G1)				
Verifica	ηt	3,75		(Fr/Fs) > 1,1				Tabella 6.4.1 NTC2018
		OK						

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	Ned	57,96	kN	Ned
Azione di taglio in direzione trasversale	T _T	11,73	kN	T _T
Momento flettente trasversale	M _T	77,35	kNm	M _T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T _L	-0,35	kN	T _L
Momento flettente longitudinale	M _L	-2,33	kNm	M _L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	125,83	kNm	M _T + [T _T x (C+C1)] + Msa,T
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	Mrib,L	-21,24	kNm	M _L + [T _L x (C+C1)] + Msa,L
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	Mt	76,00	kNm	(γ _{2d} x kp x (B x C ² /6)) * 0,5
eccentricità in direzione trasversale	e _T	0,23	m	(M _{Ttot} - Mt + Ned x eccx) / [Pb + Ned]
eccentricità in direzione longitudinale	e _L	0,00	m	(M _{Ltot} - Mt) / [Pb + Ned]
Base equivalente	B'	1,70	m	B - 2e _L
Base equivalente	A'	1,23	m	A - 2e _T
Fattore di capacità portante	Nq	48,93		tan ² (π/4 + φ'/2) e ^{tanφ'}
Fattore di capacità portante	Nc	61,35		(Nq - 1) / tanφ'
Fattore di capacità portante	Nγ	78,02		2 x (Nq + 1) x tanφ'
Fattore di forma	sc	1,84		1 + 0,2 x (B'/A') x Kp
Fattore di forma	sq	1,42		1 + 0,1 x (B'/A') x Kp
Fattore di forma	sy	1,42		sq
Fattore di affondamento	dc	1,04		dq - (1 - dq) / (Nc x tanφ')
Fattore di affondamento	dq	1,04		1 + 2 x tanφ' x (1 - sinφ') ² x 1/tan(Df/A)
Fattore di affondamento	dγ	1,00		
Sovraccarico laterale	q ⁰	44,65	kN/m ²	γ _{2d} x (C+C1/2)
Carico limite Fondazione	qlim	4538,00	kN/m ²	c'NcDcsc + q ⁰ NqDqsq + 0,5γA'NγDγsy
Carico limite Fondazione	Fzlim	9516,83	kN	qlim x A' x B'
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	44,53		Fzlim / [(Ned + Pb) / A' x B']
		>2,3		Tabella 6.4.1 NTC2018
		OK		

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Diametro palo	dp		cm	dp
Altezza in pianta cuneo	Hc		cm	
Infissione palo	t		cm	
Lunghezza cuneo	L		cm	dp + 2 x Hc x tg30°
Braccio forze interne	z		cm	2/3xt
Forza di trazione	Hu		kN	3/2x(M _T /t) + 1/4xT _T
Forza di compressione	H0		kN	3/2x(M _T /t) + 5/4xT _T
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	Tc		kN	Hu/2/cos30°
Lato frattura a 30°	Lc		cm	Hc/cos30°
Altezza zona di trazione	Tt		cm	t/2
Tensione media su ciascun piano di rottura	σm		MPa	Tc/(t _x Lc)
Tensione massima di trazione	σt		MPa	Tc/(t _x 1/2xLc)

<fctd

VERIFICHE GEOTECNICHE IN COMBINAZIONE SISMICA

5. Verifica a Ribaltamento - NTC2018+ SIS+M2

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	194,81	kNm	M _T + (T _T x (C1+C))+MSa,T+cx*MSi,BI

Coefficiente di spinta passiva	kp	11,78		Kpe
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	Sp,T	760,99	kN	$1/2 \text{ kp} \times (1-\text{kv}) \times \gamma_d \times C^2 \times B$
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	Sa,T	27,42	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B \times \text{ka} (1+\text{kv})$
	kh	0,19		$\beta \text{ ag/g}$
	kv	0,09		$0,5 \times \text{kh}$
Spinta inerziale sismica blocco	Si,BI	46,73		Pbl x Kh
Momento ribaltante dovuto alla spinta inerziale blocco	Msi,BI	60,74	kNm	$(C+C1)/2 \times \text{Si,BI}$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv	Msp,T	532,69	kNm	$C/3 \times \text{Sp}$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	Msa,T	19,20	kNm	$C/3 \times \text{Sa}$
Momento resistente totale direzione trasversale	Mres,T	423,18	kNm	$[(\text{Ned} \times A2) + (\text{Ax} \times \text{Cx} \times \text{C} \times \text{L})] \times (A/2) \times 0,9 + [(A1 \times B1 \times C1 \times \text{C} \times \text{L})] \times A2 \times 0,9 + \text{Msp,T}^* \text{ Contr Terreno}$
	η_t	0,460		Mrib,T/(Mres,T)
Momento ribaltante di calcolo direzione long	Mrib,L	69,31	kNm	$M_L + (T_L \times (C1+C)) + \text{MSa,L} \times \text{cyMSi,BI}$
Coefficiente di spinta attiva	ka	0,35		kae
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	Sp,L	760,99	kN	$1/2 \text{ kp}(1-\text{kv}) \times \gamma_d \times C^2 \times A$
Spinta attiva del terreno direzione longitudinale	Sa,L	27,42	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A \times \text{ka} \times (1+\text{kv})$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	Msp,L	532,69	kNm	$C/3 \times \text{Sp}$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	Msa,L	19,20	kNm	$C/3 \times \text{Sa}$
Momento resistente totale direzione long	Mres,L	686,49	kNm	$[(\text{N}_{\text{ed}} + \text{Pb} \times 0,9)] \times (B/2) + \text{Msp,L}$
	η_L	0,101		Mrib,L/(Mres,L)
Verifica		0,46		$\max(\text{Mrib,T}/\text{Mres,T}, \text{Mrib,L}/\text{Mres,L}) \leq 1$
		OK		

6. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo	Simbo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	32,30		$0,85\phi'$	kp	12,37		Kpe(con Resistenza M1)
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	4076,3	daN	$\gamma_{\text{G1}} \times (N_{\text{ed,min}})$	Sa,T	6,29	kN	$1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B \times \text{ka} (1+\text{kv})$
Forza resistente	Fr	124,23	kN	$(N_{\text{ed}} + \gamma_{\text{G1}} \times \text{Pb}) \times \tan\delta$				
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	Fs	20,59	kN	$(T_{\text{ris},S_a,T} \times \gamma_{G1})$				
Verifica	η_t	6,03		$(\text{Fr}/\text{Fs}) > 1,1$				Tabella 6.4.1 NTC2018
		OK						

7. Carico Limite del terreno (Approccio 2 SIS-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	40,76	kN	N_{ed}
Azione di taglio in direzione trasversale	T_T	13,70	kN	T_T
Momento flettente trasversale	M_T	79,26	kNm	M_T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T_L	4,11	kN	T_L
Momento flettente longitudinale	M_L	21,21	kNm	M_L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	194,81	kNm	$M_T + [T_T \times (C+C1)] + \text{MSi,BI} \times \text{cx} + \text{MSa,T}$
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	Mrib,L	69,31	kNm	$M_L + [T_L \times (C+C1)] + \text{MSi,BI} \times \text{cy} + \text{MSa,L}$
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	Mt	266,34	kNm	$(\gamma_{2d} \times \text{kp}(1-\text{Kv}) \times (B \times C^3/6) \times 0,5)$
eccentricità in direzione trasversale	e_T	0,00	m	$(M_T - \text{Mt} + \text{Ned} \times \text{eccx}) / [\text{Pb} + N_{\text{ed}}]$
eccentricità in direzione longitudinale	e_L	0,00	m	$(M_L - \text{Mt}) / [\text{Pb} + N_{\text{ed}}]$
Base equivalente	B'	1,70	m	$B - 2e_L$
Base equivalente	A'	1,70	m	$A - 2e_T$
Fattore di capacità portante	Nq	48,93		$\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan\phi'}$
Fattore di capacità portante	Nc	61,35		$(Nq - 1) / \tan\phi'$
Fattore di capacità portante	N γ	78,02		$2 \times (Nq + 1) \times \tan\phi'$
Fattore di forma	sc	1,61		$1 + 0,2 \times (B'/A') \times Kp$
Fattore di forma	sq	1,30		$1 + 0,1 \times (B'/A') \times Kp$
Fattore di forma	s γ	1,30		sq
Fattore di affondamento	dc	1,04		$dq - (1 - dq) / (Nc \times \tan\phi')$
Fattore di affondamento	dq	1,04		$1 + 2 \times \tan\phi' \times (1 - \sin\phi')^2 \times 1/\tan(Df/A)$
Fattore di affondamento	d γ	1,00		
Sovraccarico laterale	q0'	44,65	kN/m ²	$\gamma_{2d} \times (C+C1/2)$
Carico limite Fondazione	qlim	4620,77	kN/m ²	$c'NcDcsc + q0'NqDqsq + 0,5\gamma A'N\gamma D\gamma s\gamma$
Carico limite Fondazione	Fzlim	13354,02	kN	$qlim \times A' \times B'$
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	67,95		$Fzlim / [(\text{Ned} + \text{Pb}) / A' \times B']$
		>2,3		Tabella 6.4.1 NTC2018
		OK		

8. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

COMBINAZIONE SISMICA

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare

che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Diametro palo	dp		cm	dp
Altezza in pianta cuneo	Hc		cm	
Infissione palo	t		cm	
Lunghezza cuneo	L		cm	$dp + 2 \times Hc \times \text{tg}30^\circ$
Braccio forze interne	z		cm	$2/3 \times t$
Momento agente	M $_T$		kNm	Med+Msi,BI
Forza di Taglio agente	T $_T$		KN	Ted+Si,BI
Forza di Trazione	Hu		kN	$3/2 \times (M_T/t) + 1/4 \times T_T$
Forza di compressione	H0		kN	$3/2 \times (M_T/t) + 5/4 \times T_T$
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	Tc		kN	$Hu/2/\cos30^\circ$
Lato frattura a 30°	Lc		cm	$Hc/\cos30^\circ$
Altezza zona di trazione	Tt		cm	t/2
Tensione media su ciascun piano di rottura	cm		MPa	$Tc/(t \times Lc)$
Tensione massima di trazione	ct		MPa	$Tc/(t \times 1/2 \times Lc)$

<ftd

VERIFICHE GEOTECNICHE

CONDIZIONE VENTO -X

1. Verifica a Ribaltamento - NTC2018 EQU+M2

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	-106,12	kNm	$M_T + (T_T \times (C1+C)) + \text{MSa,T}$
Coefficiente di spinta passiva	kp	3,05		$[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))/(1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } f'/1,25)))]$
Spinta passiva del terreno direzione trasversale	Sp,T	217,14	kN	$1/2 \text{ kp} \times \gamma_d \times C^2 \times B$
Spinta attiva del terreno direzione trasversale	Sa,T	25,70	kN	$(1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times B / \text{kp}) \times \gamma_{G1}$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir trasv	Msp,T	152,00	kNm	$C/3 \times \text{Sp}$
Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir trasversale	Msa,T	-17,99	kNm	$C/3 \times \text{Sa}$
Momento resistente totale direzione trasversale	Mres,T	226,45	kNm	$[(\text{Ned} \times (A-A2) + (\text{Ax} \times \text{Cx} \times \text{C} \times \text{L}))] \times (A/2) \times 0,9 + [(A1 \times B1 \times C1 \times \text{C} \times \text{L})] \times (A-A2) \times 0,9 + \text{Msp,T}^* \text{ Contr Terreno}$
	η_t	0,469		Mrib,T/(Mres,T)
Momento ribaltante di calcolo direzione long	Mrib,L	-19,72	kNm	$M_L + (T_L \times (C1+C)) + \text{MSa,L}$
Coefficiente di spinta passiva	kp	3,05		$[(1 + \text{sen}(\arctang(\text{tang } \phi'/1,25)))/(1 - \text{sen}(\arctang(\text{tang } f'/1,25)))]$
Spinta passiva del terreno direzione longitudinale	Sp,L	217,14	kN	$1/2 \text{ kp} \times \gamma_d \times C^2 \times A$
Spinta attivad del terreno direzione longitudinale	Sa,L	25,70	kN	$(1/2 \times \gamma_d \times C^2 \times A / \text{kp}) \times \gamma_{G1}$
Momento resistente dovuto alla spinta passiva dir long	Msp,L	152,00	kNm	$C/3 \times \text{Sp}$

Momento ribaltante dovuto alla spinta attiva dir longitudinale	Msa,L	-17,99	kNm	C/3 x Sa
Momento resistente totale direzione long	Mres,L	299,41	kNm	$[(N_{ed} + Pb \times 0,9)] \times (B/2) + Msp,L \times \text{Contr Terreno}$
Verifica	ηL	0,066		Mrib,L/(Mres,L)
		0,47		$\max(Mrib,T/Mres,T, Mrib,L/Mres,L) \leq 1$
		OK		

2. Verifica a Scorrimento (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo	Simbo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Coefficiente di attrito fondazione - terreno	δ	32,30		0,85 ϕ^1	kp	4,20		$[(1+\sin(\phi))]/(1-\sin(\phi))$
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	5795,5	daN	$\gamma_{G1} \times (N_{ed, \min})$	Sa,T	16,94	kN	$1/2 \times \gamma_{d1} \times C^2 \times B / kp$
Forza resistente	Fr	126,64	kN	$(N_{ed} + \gamma_{G1} \times Pb) \times \tan\delta$				
Azione di taglio di calcolo - direzione trasversale	Fs	33,76	kN	$(T_{ris}, S_a, T^* \times \gamma_{G1})$				
Verifica	ηt	3,75		$(Fr/Fs) > 1,1$				Tabella 6.4.I NTC2018
		OK						

3. Carico Limite del terreno (Approccio 2 A1-M1-R3) - NTC2018

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Azione verticale di calcolo	N_{ed}	57,96	kN	N_{ed}
Azione di taglio in direzione trasversale	T_T	-11,73	kN	T_T
Momento flettente trasversale	M_T	-51,63	kNm	M_T
Azione di taglio in direzione longitudinale	T_L	-0,35	kN	T_L
Momento flettente longitudinale	M_L	-2,33	kNm	M_L
Momento ribaltante di calcolo direzione trasversale	Mrib,T	-100,12	kNm	$M_T + [T_T \times (C+C1)] + Msa,T$
Momento ribaltante di calcolo direzione longitudinale	Mrib,L	-21,24	kNm	$M_L + [T_L \times (C+C1)] + Msa,L$
Momento resistente dovuto al contributo del terreno	Mt	76,00	kNm	$(\gamma_{2d} \times kp \times (B \times C^3/6)) \times 0,5$
eccentricità in direzione trasversale	e_T	-0,11	m	$(M_T - Mt + Ned \times eccx) / [Pb + N_{ed}]$
eccentricità in direzione longitudinale	e_L	0,00	m	$(M_L - Mt) / [Pb + N_{ed}]$
Base equivalente	B'	1,70	m	$B - 2e_L$
Base equivalente	A'	1,47	m	$A - 2e_T$
Fattore di capacità portante	Nq	48,93		$\tan^2(\pi/4 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$
Fattore di capacità portante	Nc	61,35		$(Nq - 1) / \tan \phi'$
Fattore di capacità portante	N γ	78,02		$2 \times (Nq + 1) \times \tan \phi'$
Fattore di forma	sc	1,70		$1 + 0,2 \times (B'/A') \times Kp$
Fattore di forma	sq	1,35		$1 + 0,1 \times (B'/A') \times Kp$
Fattore di forma	s γ	1,35		sq
Fattore di affondamento	dc	1,04		$dq - (1 - dq) / (Nc \times \tan \phi')$
Fattore di affondamento	dq	1,04		$1 + 2 \times \tan \phi' \times (1 - \sin \phi')^2 \times 1 / \tan(Df/A)$
Fattore di affondamento	d γ	1,00		
Sovraccarico laterale	q 0^1	44,65	kN/m ²	$\gamma_{2d} \times (C+C1/2)$
Carico limite Fondazione	qlim	4559,94	kN/m ²	$c'NcDcsc + q0^1NqDqsq + 0,5\gamma A'N\gamma D\gamma s\gamma$
Carico limite Fondazione	Fzlim	11428,51	kN	$qlim \times A' \times B'$
Fattore di sicurezza capacità portante	FC	53,48		$Fzlim / [(Ned + Pb) / (A' \times B')]$
		>2,3		Tabella 6.4.I NTC2018
		OK		

4. Rottura del Collare - SOLO PALI M E LS INFISSI NEL BLOCCO

Tale verifica consiste nel valutare la forza di trazione agente nel cuneo di calcestruzzo e verificare che sia inferiore alla sua resistenza a trazione

descrizione	Simbolo	Valore	U.M.	Formula/Rif. Normativo
Diametro palo	dp		cm	dp
Altezza in pianta cuneo	Hc		cm	
Infissione palo	t		cm	
Lunghezza cuneo	L		cm	$dp + 2 \times Hc \times \tan 30^\circ$
Braccio forze interne	z		cm	$2/3xt$
Forza di trazione	Hu		kN	$3/2x(M_T/t) + 1/4xT_T$
Forza di compressione	H0		kN	$3/2x(M_T/t) + 5/4xT_T$
Azione di trazione agente su cuneo a 30°	Tc		kN	$Hu/2/\cos 30^\circ$
Lato frattura a 30°	Lc		cm	$Hc/\cos 30^\circ$
Altezza zona di trazione	Tt		cm	$t/2$
Tensione media su ciascun piano di rottura	σ_m		MPa	$Tc/(t \times Lc)$
Tensione massima di trazione	σ_t		MPa	$Tc/(t \times l/2 \times Lc)$

<fctd

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE A

CONDUTTORI FISSI ASSE A	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE B

CONDUTTORI FISSI ASSE B	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE C

CONDUTTORI FISSI ASSE C	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE D

CONDUTTORI FISSI ASSE D	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					
220 mm ² Corda Portante Fissa :					
240 mm ² Corda Portante Fissa :					
320 mm ² Corda Portante Fissa :					
440 mm ² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					

CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE E

TIRI CONDUTTORI FISSI ASSE E	A1	A2	B	C	D
165 mm ² Corda Portante Fissa :					

220 mm² Corda Portante Fissa :					
240 mm² Corda Portante Fissa :					
320 mm² Corda Portante Fissa :					
440 mm² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE F					
CONDUTTORI FISSI ASSE F	A1	A2	B	C	D
165 mm² Corda Portante Fissa :					
220 mm² Corda Portante Fissa :					
240 mm² Corda Portante Fissa :					
320 mm² Corda Portante Fissa :					
440 mm² Corda Portante Fissa :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ASSE G					
CONDUTTORI FISSI ASSE G	A1	A2	B	C	D
165 mm² Corda Portante Fissa passante :					
220 mm² Corda Portante Fissa passante :					
240 mm² Corda Portante Fissa passante :					
320 mm² Corda Portante Fissa passante :					
440 mm² Corda Portante Fissa passante :					
TRAM Corda Portante Fissa :					
TIRI CONDUTTORI FISSI ALLE VARIE CONDIZIONI DI CARICO - ORMEGGI					
CONDUTTORI FISSI ORMEGGIO	A1	A2	B	C	D
Ormeggio 165 mm² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 220 mm² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 240 mm² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 320 mm² Corda Portante Fissa :					
Ormeggio 440 mm² Corda Portante Fissa :					
Corde di Terra passanti :	872,89	462,55	598,81	751,89	830,75
Alimentatore passante :					
Ormeggio Corde di Terra :					
Ormeggio Alimentatore :					
Strallo PF :					
Fibra Ottica Dielettrica :					
Fibra Ottica Anticaccia :					
Attraversamento Aereo :					

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VERIFICHE NELLE DIVERSE COMBINAZIONI

Numero Sostegno Fondazione Regione

Combinazioni di carico (0,25 punti)

DATI SISMICI

Acc. di progetto Sv(t1)

VALORI STRAPIOMBO

Strapiombo [mm/m]

Strapiombo [cm H mensola]

DATI FONDAZIONE (P4)

A [m]

B [m]

C [m]

A1 [m]

B1 [m]

C1 [m]

V [m²]

Ecc [m]

Blocco Armato

Contributo del terreno lato opposto binario [%]

VERIFICHE SOSTEGNO (LSU18b)

Vento +X

Verifica di Resistenza

0,26<1,0

Verifica a Stabilità

0,33<1,0

Vento -X

0,22<1,0

0,26<1,0

SISMICA

0,7<1,0

0,63<1,0

VERIFICHE BLOCCO DI FONDAZIONE (P4)

Vento +X

Ver.Ribaltamento

0,53<1,0

Ver.Scorrimento

3,75>1,1

Ver.Carico Limite

44,53>2,3

Ver.Collare

-

Vento -X

0,47<1,0

3,75>1,1

53,48>2,3

-

SISMICA

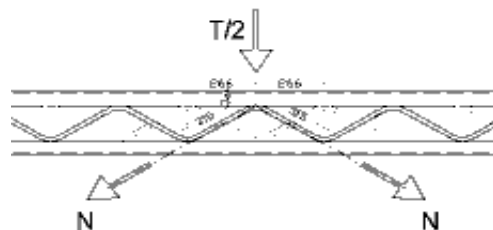
0,46<1,0

6,03>1,1

67,95>2,3

-

La verifica di instabilità a carico di punta delle tralicciature viene effettuata considerando che su queste venga trasferita l'azione di taglio massima agente sul sostegno con il seguente schema di carico:
Lo sforzo normale agente sulla tralicciatura:



$$N_{ed} = T_x / (2 \sin \alpha)$$

$b = (2/3)$ coefficiente considerato per il calcolo della lunghezza libera di inflessione

Resistenza instabilità dell'asta (tralicciatura)

$$N_{b,Rd} = c A f_{yk} / \gamma_{m1}$$

Dove:

$$c = 1 / (F + \text{rad}(F^2 - I^2)) < 1 \quad 4.2.45 \text{ (NTC 2018)}$$

Di seguito si riportano le verifiche di instabilità delle tralicciature soggette a compressione sul sostegno descritto negli Input:

Verifica stabilità tralicciatura PALO LSU18b condizione considerata: SLV1

descrizione	simbolo		unità di misura	formula
distanza verticale tralicciatura	a	0,27	m	
distanza obliqua	d	0,3	m	
distanza ORIZZONTALE	B	0,14		
angolo	α	27,41	°c	
azione di taglio massima agente amplificata	T _{edx}	1369,7588	daN	T _x
Azione normale progetto tralicciatura	N _{ed}	1487,84		T _x /2/sin α
inerzia tondo	J _t	1,15	cm ⁴	
carico critico euleriano	N _{cr}	589616,13		$p^2 E J_t / L^2$
L _{cr}		0,20	m	b d
β	β	0,67		2/3
snellezza adimensionale	λ	0,48		rad(A f _{yk} /N _{cr})
diametro sezione asta		2,00	cm	
Area sezione FI 22	A	3,80	cm ²	
fattore imperfezione	a	0,49		tab.4.2.VI N _{tc}
	Φ	0,68		0,5(1+a(l-0,2))+l ²
coefficiente	χ	0,86		1/(F+rad(F ² -I ²))<1
Resistenza istabilità dell'asta (tralicciatura)	N _{b,Rd}	10983,67	daN	cA f _{yk} / γ_{m1}
Coeff sicurezza istabilità	γ_{m1}	1,05		
verifica		0,14	OK	N _{ed} /N _{b,Rd} <1