



REGIONE DEL VENETO
 COMUNE DI BAGNOLO DI PO
 PROVINCIA DI ROVIGO



PROGETTO ESECUTIVO

**INTERVENTI DI EFFICENZA, RISPARMIO ENERGETICO
 E MESSA IN SICUREZZA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE
 CAMPO DI ALLENAMENTO DEL CENTRO SPORTIVO
 COMUNALE VIA NAPOLEONICA**

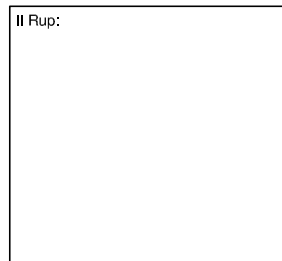
Il Progettista:

Simone Riccardi Perito Industriale
 Via L.Einaudi, 115 – 45100 ROVIGO
 Tel. 0425/070000
 E-Mail: tecnico@studioprogetti.org
 Collaboratore calcoli strutture:
 Ing. Riccardo Marchetto

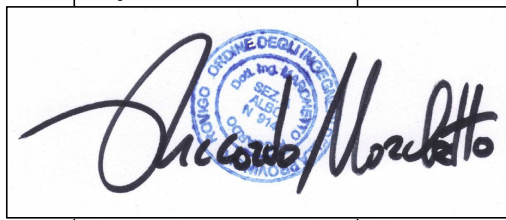


Il RUP:

Geometra
 Riccardo Resini



Il Progettista:



01	Progetto esecutivo	S.R.	S.R.	S.Riccardi	21/09/2020
00	Progetto definitivo	S.R.	S.R.	S.Riccardi	18/06/2020
REVISIONE	DESCRIZIONE	Redazione	Controllo	Approvazione	Data
SCALA:	ELABORATO:				ELABORATO:
-	CALCOLO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE TORRI E RELAZIONE MATERIALI				R4
DATA:	Pratica: 66_20				
Giugno 2020	Nome File: 66_20_COPERTINE_00.dwg				

A. Premessa

Oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto delle strutture di fondazione di due torri faro in acciaio a servizio del campo sportivo di Bagnolo di Po (RO).

B. Descrizione generale e documentazione di riferimento

Il palo in oggetto è di tipo dodecagonale diritto a sezione circolare serie GA prodotto dalla ditta Cml S.r.l. o similare, realizzato in lamiera di acciaio S 235 JR (UNI EN10025).

Il modello di palo è il PD GA 17 realizzato in due tronchi montati in opera con innesto sforzato di spessore 4-4, ricavati da trapezio in lamiera di acciaio piegato longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione a tronco di piramide, avente base poligonale di diametro 384mm, diametro di testa 110mm, peso 441kg, altezza totale 17200mm di cui 1200mm da innestare in apposito plinto.

Su ciascuno di questi pali verranno installati due proiettori tipo ALO 3 – SPORT LIGHTING o similare, aventi superficie esposta al vento massima di 0.37m² e peso di 31kg come da scheda tecnica del produttore.

Essi saranno montati su apposita staffa testa palo diritta modello MA 20 127 CON ADATTATORE prodotto dalla ditta Cml S.r.l. o similare, realizzata in lamiera di acciaio provvista di asole S 235 JR (UNI EN 10025) pressopiegata a freddo, avente lunghezza 2000mm, altezza 80 mm e peso 16Kg.

Di seguito si riportano i dati principali delle installazioni sopra descritte estratte dai manuali tecnici forniti dalle ditte produttrici.



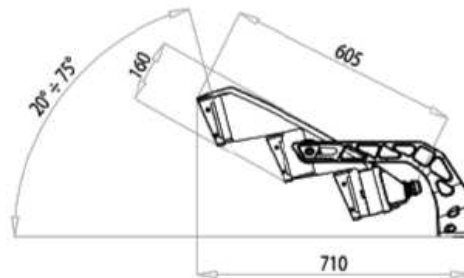
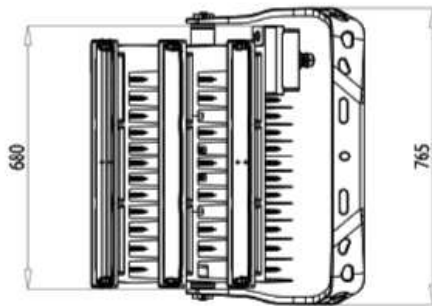
ALO

ALO 3

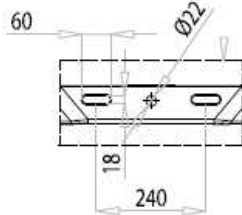
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Applicazioni	Illuminazione grandi aree e impianti sportivi.
Gruppo ottico	SP: Ottica simmetrica per proiezione. ASN: Ottica asimmetrica per proiezione, emissione stretta. ASW: Ottica asimmetrica per proiezione, emissione larga. BAC: Ottica asimmetrica bidirezionale per proiezione, emissione centrale. BAR/BAL: Ottica asimmetrica bidirezionale per proiezione, emissione destra/sinistra. Temperatura di colore: 4000K CRI ≥ 70 5700K CRI ≥ 70 (CRI 80, CRI 90 in opzione) Efficienza sorgente LED: 180 lm/W @ 525mA, Tj=85°C, 4000K
Classe di isolamento	I
Grado di protezione	IP66 IK08 totale
Inclinazione	Attacco staffa C: +20° ÷ +75° su piano orizzontale con step graduati a scatti controllati di 5°. Microregolazione con asole ±2,5° (step di 0,5°) per valori intermedi alla regolazione principale. MICROMOOVER: +20° ÷ +75° su piano orizzontale. Microregolazione 0/+10° per valori intermedi alla regolazione principale. Regolazione su asse verticale: ±180°.
Dimensioni	Vedere disegno
Peso	max 31 kg (alimentatore escluso)
Superficie esposta	Laterale: max. 0,09 m ² – Pianta: max. 0,37 m ² (alimentatore escluso)
Montaggio	Installazione con staffa C o MICROMOOVER.
Cablaggio	Remoto. (Dim. Alimentatore 500x150mm H=120mm – Peso: 6 kg). Montaggio sul corpo apparecchio con staffe (in opzione solo con attacco staffa C).
Temp. di esercizio	-40°C / +45°C
Temp. di stoccaggio	-40°C / +80°C
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 60598-2-5, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3

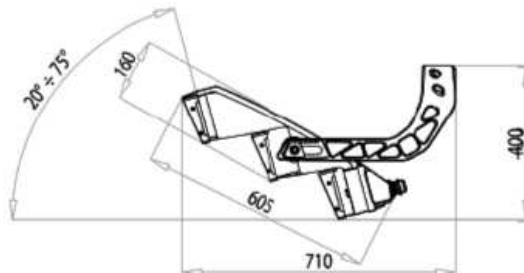
ALO con staffa C

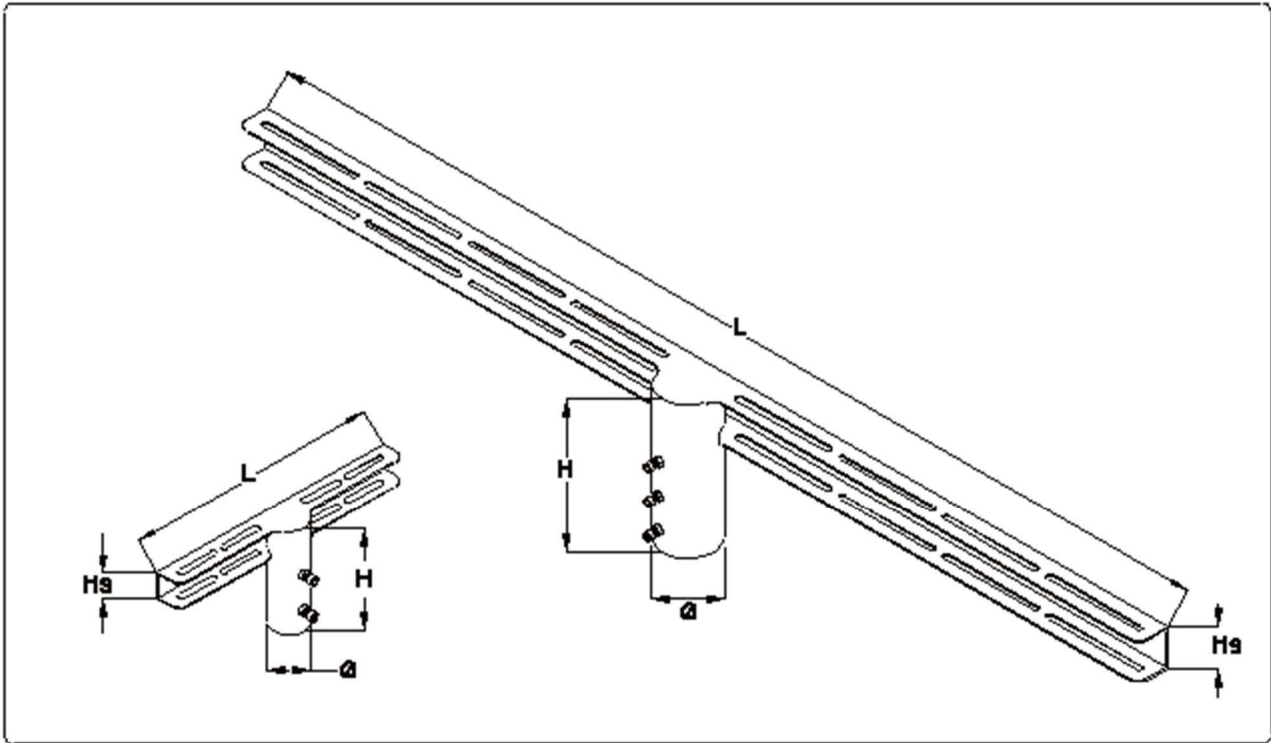


Dettaglio Fissaggi Staffa



Montaggio rovesciato staffa





La fondazione queste due torri sarà del tipo a plinto diretto dotata di incasso alla base (tipo bicchiere) per l'inserimento del palo metallico.

C. Normativa tecnica e riferimenti tecnici:

Il dimensionamento delle opere in progetto e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della normativa in vigore, facendo inoltre riferimento alla letteratura tecnica consolidata in materia di costruzioni civili.

- [1] Legge 05/11/1971, n.1086: "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica" e relative istruzioni (Circ. LL.PP. 14/02/1974, n. 11951);
- [2] Legge 02/02/1974, n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- [3] Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17.01.2018 – "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008".
- [4] Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- [5] Eurocodice 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO - UNI EN 1992- 1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

- [6] Eurocodice 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO - UNI EN 1993- 1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [7] UNI ENV 1998-1-1,1-2,1-3,-5 Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;

D. Classi di esposizione per le strutture e caratteristiche dei materiali impiegati:

La classe di esposizione per le strutture in c.a. (secondo UNI EN 206-1:2006), così come concordato con il committente, è la XC (cioè quella riguardante le strutture in c.a. soggette alla corrosione delle armature metalliche per effetto della carbonatazione). Essa si divide in 4 sottoclassi in relazione all'ambiente in cui i manufatti sono posizionati, in particolare:

- | | |
|---|--------------------|
| i. Strutture interne | Classe di Esp. XC1 |
| ii. Strutture di fondazione | Classe di Esp. XC2 |
| iii. Strutture esterne protette dal contatto diretto con la pioggia | Classe di Esp. XC3 |
| iv. Strutture esterne esposte all'acqua piovana | Classe di Esp. XC4 |

Nel caso specifico per le opere di fondazione la classe di esposizione adottata è la XC2.

I materiali da costruzione impiegati dovranno altresì rispettare le seguenti prescrizioni:

• Materiali impiegati per la realizzazione delle strutture di fondazione:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Calcestruzzo classe C25/30 | Diametro massimo inerte 30mm |
| Classe di consistenza S4 | Rapporto a/c massimo per durabilità 0.60 |
| Acciaio per cemento armato | B450C $f_{yk} \geq 450 \text{ Mpa}$ $f_{tk} \geq 540 \text{ Mpa}$ |
| Copriferro netto minimo 3.0cm | |

E. Carichi di progetto ed azioni di progetto:

Azioni dovute al peso proprio della struttura:

Vengono considerati i carichi permanenti indotti dal peso proprio delle strutture portanti. In particolare si assume per il calcestruzzo armato un peso specifico di 2500 daN/m³, per l'acciaio di 7850 daN/m³.

Essendo per ipotesi carichi pienamente definiti i relativi coefficienti parziali nelle verifiche SLU sono:

$\gamma_g \text{ min} = 1.0$ $\gamma_g \text{ max} = 1.3$

Azioni dovute al peso delle installazioni:

Vengono considerati i carichi permanenti indotti dalle installazioni presenti sulla torre (in prevalenza fari di illuminazione).

Essendo per ipotesi carichi non pienamente definiti i relativi coefficienti parziali nelle verifiche SLU sono:

$$\gamma_{g \min} = 1.0 \quad \gamma_{g \max} = 1.5$$

Azioni dovute alla spinta del vento:

La spinta del vento è stata determinata in ottemperanza al D.M. 17 Gennaio 2018, in particolare sono stati adottati i seguenti input di progetto:

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 7 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25.00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25.00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: C

[Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D]

esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 500 m di altitudine

($K_r = 0.20$; $Z_o = 0.10 \text{ m}$; $Z_{\min} = 5 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1.00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1.00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 2.45$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1.00$

Altezza dell'edificio, $h = 16.00 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 96 \text{ daN/mq}$

Azioni dovute al sisma:

L'azione sismica non è dimensionante per il tipo di intervento.

F. Sollecitazioni di progetto:

Sulla scorta dei punti precedenti e partendo dai dati forniti dalla ditta produttrice delle strutture metalliche si decide di eseguire il dimensionamento delle opere di fondazione considerando i parametri di sollecitazione ultimi della struttura in elevazione. In sostanza il momento alla base non sarà quello derivante dall'analisi dei carichi, ma il momento ultimo della sezione di base in acciaio. Allo stesso modo, lo sforzo di taglio sarà dato dal carico uniformemente distribuito (fittizio) che genera alla base del palo il suo momento ultimo.

Lo sforzo normale (poco significativo) verrà invece considerato pari alla somma dei pesi delle installazioni e del palo.

Considerando un acciaio S235 ed una sezione di base all'estradosso del plinto di diametro esterno pari a $D=365\text{mm}$ e spessore 4mm si può facilmente calcolare il momento ultimo elastico (ipotizzando a favore della sicurezza che la sezione di base sia in classe 3)

$$M = 2350\text{daN/cm}^2 * W_{el} / 1.05 = 9064\text{daNm}$$

$$\text{Dove } W_{el} = 0.098 * (D^4 - d^4) / D = 405\text{cm}^3$$

Con semplici calcoli si determina anche lo sforzo di taglio equivalente:

$$V = 2 * M / L = 2 * 9064\text{daNm} / 16\text{m} = 1133\text{daN}$$

Lo sforzo normale N vale invece:

$$N = 441\text{daN} + 31\text{daN} * 2 + 16\text{daN} = 519\text{daN}$$

RIASSUMENDO

Azioni di progetto alla base fattorizzate

$$N = 519\text{daN} \quad V = 1133\text{daN} \quad M = 9064\text{daNm}$$

Azioni di progetto alla base non fattorizzate

$$N = 519\text{daN} \quad V = 755\text{daN} \quad M = 6043\text{daNm}$$

G. Determinazione della capacità portante delle fondazioni secondo il D.M. 17/01/2018:

La determinazione della capacità portante delle fondazioni dirette, vista la modesta entità dell'opera e del carico verticale trasmesso al terreno, è stata desunta partendo dalla interpretazione di alcune indagini geotecniche eseguite in prossimità del sito su cui verranno realizzate le torri faro. Si riporta di seguito una stratigrafia tipica dei terreni prossimi a quello oggetto di intervento.

Prof. m	R_p max MPa	R_p min MPa	R_p medio MPa	γ' kN/m ³	c_u kPa	ϕ' (°)	M_c MPa
0,00 0,40	-	-	-	18,1	-	-	-
0,40 0,80	2,5	2,0	2,2	18,1	-	27,5	6,6
0,80 4,80	1,7	0,5	0,9	11,5	44,1	-	3,2
4,80 5,60	4,3	2,5	3,3	8,8	-	29,3	9,8
5,60 7,80	0,7	0,5	0,6	5,2	29,1	-	1,3
7,80 8,40	1,5	1,3	1,4	9,0	-	26,0	4,6
8,40 12,60	1,0	0,2	0,6	5,2	28,5	-	1,2
12,60 16,00	15,7	2,6	11,3	10,4	-	34,3	33,9
16,00 20,00	27,5	11,8	18,6	11,1	-	37,2	55,8

Tabella 2 - Parametri geotecnici ricavati dalla prova CPT01

Il metodo di calcolo adottato prevede la determinazione della portata limite partendo dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno in condizioni di incipiente collasso secondo il meccanismo di rottura generale. Si forma infatti in queste condizioni una superficie di scorrimento in cui il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto; si osserva quindi nella superficie del terreno circostante la fondazione un sollevamento del piano campagna e l'emergere della superficie di scorrimento stessa.

La portata limite è stata determinata utilizzando la nota formula di Brinch-Hansen

$$Q_{lim} = (s_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot d_q \cdot q \cdot N_q + s_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c \cdot d_c \cdot c \cdot N_c + 0,5 \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma \cdot d_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \cdot B \cdot L$$

Dove N_q, N_c, N_γ sono i fattori di capacità portante.

s, i, b, g, d sono dei coefficienti correttivi come descritto nel foglio di calcolo in allegato.

B, L dimensioni corrette della fondazione per effetto delle eccentricità dei carichi.

Le caratteristiche geotecniche considerate nell'analisi (c', c_u, ϕ_{cv}) sono ovviamente quelle relative al volume di terreno interessato dalla superficie di scorrimento, essa ha una profondità solitamente compresa tra di $0,7B$ e B a seconda del tipo di fondazione (nastri-forme o a plinto) e della natura del terreno (coesiva o granulare), con B lato minore della fondazione.

Per il terreno in esame si riscontrano caratteristiche **coesive** nei primi stati (**successione argille ed argille limose**, vedi relazione geotecnica / geologica), quelli cioè attraversati dalla ipotetica superficie di scivolamento, per essi è stato stimato dalla scrivente (in accordo con quanto riportato nella relazione geologica) una coesione non drenata $c_u = 0.45 \text{ daN/cm}^2$ (secondo correlazioni note in letteratura tra risultati di prove in sito e caratteristiche geotecniche).

Da notare che il valore così stimato dalla scrivente è da intendersi caratteristico per il terreno in esame.

H. Verifiche geotecniche del plinto di fondazione:

AZIONI ALLA BASE DEL PALO				FONDAZIONE - GEOMETRIA								
CDC	SLE	γ_G	1.00	Soletta	$B_{s,x}$ (m)	2.10	Dado	$B_{D,x}$ (m)	2.10			
		γ_Q	1.00		$B_{s,y}$ (m)	2.10		$B_{D,y}$ (m)	2.10			
AZIONI		N (kN)	V (kN)	M (kNm)	H_s (m)	1.50		H_D (m)	0.00			
PAR		5.19	7.55	60.43	Spessore bicchiere			S_B (m)	0.00			
DIAG		5.19	7.55	60.43	Quota spiccato fondazione rispetto al p.c.			s (m)	0.00			
CDC	STR (A2) ₁	γ_G	1.00	A1	Profondità del piano di posa			D (m)	1.50			
		γ_Q	1.50									
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	TERRENO - PARAMETRI MECCANICI							
PAR		5.19	11.33	90.65	γ_t (kN/m ³)	18.00	ϕ' (°)	0.00	Cu (kPa)	45.00	z_f (m)	4.00
DIAG		5.19	11.33	90.65								
CDC	STR (A2) ₂	γ_G	1.30	A1	CARICO FONDAZIONE							
		γ_Q	1.50		γ_{cls} (kN/m ³)	25.00						
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	Volume plinto (m ³)	6.62						
PAR		6.75	11.33	90.65	Peso plinto (kN)	165.38						
DIAG		6.75	11.33	90.65	Volume terreno (m ³)	0.00						
CDC	GEO (A1) ₂	γ_G	1.00	A2	Peso terreno (kN)	0.00						
		γ_Q	1.30		Sottospinta H ₂ O (kN)	0.00						
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	Riemp. Bicch. (kN)	0.00						
PAR		5.19	9.82	78.56	TOTALE (kN)	165.38						
DIAG		5.19	9.82	78.56								
CDC	EQU	γ_G	0.90		AZIONI SUL TERRENO							
		γ_Q	1.50									
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	DIREZIONE DEL VENTO		N (kN)	T (kN)	M (kNm)			
PAR		4.67	11.33	90.65	PARALLELO		170.57	7.55	60.43			
DIAG		4.67	11.33	90.65	DIAGONALE		170.57	7.55	60.43			
AZIONI SUL DADO												
CDC	SLE	γ_G	1.00	X+	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)			
		γ_Q	1.00		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	7.55	60.43	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	7.55	60.43	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	STR (A1) ₁	γ_G	1.00	X-	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)			
		γ_Q	1.50		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	11.33	90.65	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	11.33	90.65	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	GEO (A2)	γ_G	1.00	Y+	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_y (kNm)			
		γ_Q	1.30		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	9.82	78.56	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	9.82	78.56	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	STR (A1) ₂	γ_G	1.30	Y-	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_y (kNm)			
		γ_Q	1.50		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		6.75	11.33	90.65	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		6.75	11.33	90.65	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	EQU	γ_G	0.90	45.00	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)		
		γ_Q	1.50		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	76.11	76.11	
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	76.11	76.11	
PAR		4.67	11.33	90.65	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	65.96	65.96	
DIAG		4.67	11.33	90.65								

COMB	ϕ'_d (°)	Cu_d (kPa)	$\gamma_{r,d}$ (kN/m ³)	COMB	$q = \gamma d$ (Kpa)
A11	0.00	45.00	18.00	A11	27.00
A12	0.00	45.00	18.00	A12	27.00
A2	0.00	32.14	18.00	A2	27.00

X+	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,x}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.63	0.84	0.00	2.10	1.76
STR (A2) ₂	0.49	1.13	0.00	2.10	2.37
GEO (A1) ₂	0.55	1.01	0.00	2.10	2.11

X-	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,x}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.63	0.84	0.00	2.10	1.76
STR (A2) ₂	0.49	1.13	0.00	2.10	2.37
GEO (A1) ₂	0.55	1.01	0.00	2.10	2.11

Y+	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,y}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.00	2.10	0.63	0.84	1.76
STR (A2) ₂	0.00	2.10	0.49	1.13	2.37
GEO (A1) ₂	0.00	2.10	0.55	1.01	2.11

Y-	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,y}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.00	2.10	0.63	0.84	1.76
STR (A2) ₂	0.00	2.10	0.49	1.13	2.37
GEO (A1) ₂	0.00	2.10	0.55	1.01	2.11

45.00	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,diag}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.45	1.21	0.45	1.21	1.46
STR (A2) ₂	0.34	1.41	0.34	1.41	2.00
GEO (A1) ₂	0.39	1.33	0.39	1.33	1.76

X+	γB_x
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

X-	γB_x
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

Y+	γB_y
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

Y-	γB_y
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

45.00	γB_{DIA}
STR (A2) ₁	21.74
STR (A2) ₂	25.44
GEO (A1) ₂	23.88

COEFFICIENTI DI BRINCH-HANSEN

X+	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cu_d (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

X-	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

Y+	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

Y-	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

45.00	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.208	1.635	0.945	1.000	1.000	1.357	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.414	1.598	0.961	1.000	1.000	1.326	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.327	1.613	0.946	1.000	1.000	1.339	1.000	1.000

CAPACITA' PORTANTE (APPROCCIO 2)										
X+	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
X-	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
Y+	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
Y-	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
45.00	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	381.51	2.30	241.88	0.71	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	379.13	2.30	329.36	0.67	OK	A1+M1+R3			
SCORRIMENTO										
X+	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,X} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
X-	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,X} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
Y+	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Y} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
Y-	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Y} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
45.00	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Diag} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.46	170.57	11.33	1.10	59.66	0.19	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.00	221.73	11.33	1.10	81.74	0.14	OK	
RIBALTAMENTO										
X+	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
X-	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
Y+	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
Y-	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					

I. Verifiche strutturali del plinto di fondazione:

Segue report di verifica.

MATERIALI

Acciaio: B450C

$E = 2060000 \text{ daN/cm}^2$, $F_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$, $f_{sd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$

Calcestruzzo: C25/30

$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$, $E = 314470 \text{ daN/cm}^2$, $f_{cd} = 141.1 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctm} = 25.6 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctd} = 11.9 \text{ daN/cm}^2$,

$P_{spec.} = 2500.0 \text{ daN/m}^2$

Condizioni ambientali: ordinarie

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb.	Plin.	Tipo	Vx (daN)	Vy (daN)	N (daN)	Mx (daN cm)	My (daN cm)	T (daN cm)
1	1000	SLU STR.	0.0	-1133.0	-519.0	906400.0	0.0	0.0

Sollecitazioni alla base della fondazione

Cmb.	Plin.	Tipo	Vx (daN)	Vy (daN)	N (daN)	Mx (daN cm)	My (daN cm)	T (daN cm)
1	1000	SLU STR.	0.0	-1133.0	-17056.5	1076350.0	0.0	0.0

Pressione sul terreno ai vertici della base (daN/cm²):

Cmb.	Plin.	Tipo	P1 (x=105, y=105)	P2 (x=105, y=-105)	P3 (x=-105, y=-105)	P4 (x=-105, y=105)	Note
1	1000	SLU STR.	0.00	-1.29	-1.29	0.00	Parzializzata

Pressione massima = -1.29 daN/cm² (Cmb. n. 1 Plinto n. 1000)

VERIFICHE DEL PLINTO

Verifica armatura dir. X

Il plinto risulta tozzo. perciò l'armatura inferiore sarà verificata con il metodo delle bielle.

Angolo di diffusione dello sforzo compressione nel plinto = $\arctan(A) = \arctan((B/4-b/4)/H) = 16.7^\circ$

Lo sforzo di trazione verrà calcolato secondo la seguente relazione:

$$R_d = (N \tan(\alpha) + M_y / H) / 2$$

$$\text{Armatura} = 12.44 \text{ cm}^2 \quad (11 \text{ } \emptyset 12)$$

Sollecitazioni più gravose in cmb. n. 1, plinto n. 1000

$N = -519.0 \text{ daN}$, $M_y = 0.0 \text{ daN cm}$

R_d (sforzo di trazione) = 77.9 daN, R_u (sforzo di trazione ultimo) = 48681.02 daN, $R_d/R_u = 0.002 < 1$ Ok

Verifica armatura dir. Y

Il plinto risulta tozzo. perciò l'armatura inferiore sarà verificata con il metodo delle bielle.

Angolo di diffusione dello sforzo compressione nel plinto = $\arctan(A) = \arctan((B/4-b/4)/H) = 16.7^\circ$

Lo sforzo di trazione verrà calcolato secondo la seguente relazione:

$$R_d = (N \tan(\alpha) + M_x / H) / 2$$

$$\text{Armatura} = 12.44 \text{ cm}^2 \quad (11 \text{ } \emptyset 12)$$

Sollecitazioni più gravose in cmb. n. 1, plinto n. 1000

$N = -519.0 \text{ daN}$, $M_x = 906400.0 \text{ daN cm}$

R_d (sforzo di trazione) = 3099.2 daN, R_u (sforzo di trazione ultimo) = 48681.02 daN, $R_d/R_u = 0.064 < 1$ Ok

Punzonamento:

Verifica a punzonamento non necessaria, in quanto il perimetro critico risulta maggiore delle dimensioni della base del plinto.

J. Conclusioni:

Oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto delle strutture di fondazione di due torri faro in acciaio a servizio del campo sportivo di Bagnolo di Po (RO).

Le verifiche della totalità degli elementi strutturali (fondazioni) riportate negli elaborati grafici in allegato si intendono soddisfatte per valori inferiori a 1, poiché indicano il rapporto tra sforzo sollecitante e sforzo resistente.

A seguito delle calcolazioni le fondazioni di nuova realizzazione risultano idonee allo scopo per cui sono state progettate secondo i criteri previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018.

San Bellino 21/09/2020

Ing. Riccardo Marchetto



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Riccardo Marchetto". Overlaid on the signature is a blue circular professional stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI" around the top edge, "SEZ. ALBA" in the center, and "CANTONE DEL MONFALCONE" around the bottom edge. The number "171" is also visible within the stamp.

A. Premessa

Oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto delle strutture di fondazione di due torri faro in acciaio a servizio del campo sportivo di Bagnolo di Po (RO).

B. Descrizione generale e documentazione di riferimento

Il palo in oggetto è di tipo dodecagonale diritto a sezione circolare serie GA prodotto dalla ditta Cml S.r.l. o similare, realizzato in lamiera di acciaio S 235 JR (UNI EN10025).

Il modello di palo è il PD GA 17 realizzato in due tronchi montati in opera con innesto sforzato di spessore 4-4, ricavati da trapezio in lamiera di acciaio piegato longitudinalmente in fasi successive fino ad ottenere la conformazione a tronco di piramide, avente base poligonale di diametro 384mm, diametro di testa 110mm, peso 441kg, altezza totale 17200mm di cui 1200mm da innestare in apposito plinto.

Su ciascuno di questi pali verranno installati due proiettori tipo ALO 3 – SPORT LIGHTING o similare, aventi superficie esposta al vento massima di 0.37m² e peso di 31kg come da scheda tecnica del produttore.

Essi saranno montati su apposita staffa testa palo diritta modello MA 20 127 CON ADATTATORE prodotto dalla ditta Cml S.r.l. o similare, realizzata in lamiera di acciaio provvista di asole S 235 JR (UNI EN 10025) pressopiegata a freddo, avente lunghezza 2000mm, altezza 80 mm e peso 16Kg.

Di seguito si riportano i dati principali delle installazioni sopra descritte estratte dai manuali tecnici forniti dalle ditte produttrici.



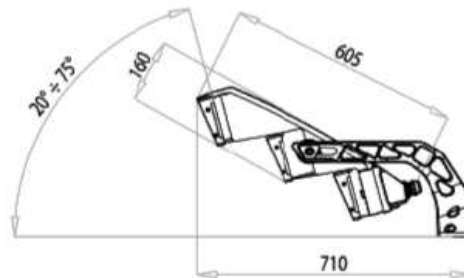
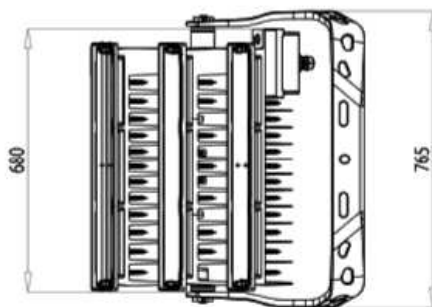
ALO

ALO 3

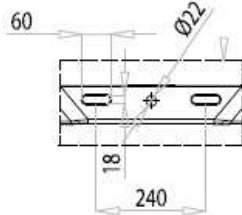
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Applicazioni	Illuminazione grandi aree e impianti sportivi.
Gruppo ottico	SP: Ottica simmetrica per proiezione. ASN: Ottica asimmetrica per proiezione, emissione stretta. ASW: Ottica asimmetrica per proiezione, emissione larga. BAC: Ottica asimmetrica bidirezionale per proiezione, emissione centrale. BAR/BAL: Ottica asimmetrica bidirezionale per proiezione, emissione destra/sinistra. Temperatura di colore: 4000K CRI ≥ 70 5700K CRI ≥ 70 (CRI 80, CRI 90 in opzione) Efficienza sorgente LED: 180 lm/W @ 525mA, Tj=85°C, 4000K
Classe di isolamento	I
Grado di protezione	IP66 IK08 totale
Inclinazione	Attacco staffa C: +20° ÷ +75° su piano orizzontale con step graduati a scatti controllati di 5°. Microregolazione con asole ±2,5° (step di 0,5°) per valori intermedi alla regolazione principale. MICROMOOVER: +20° ÷ +75° su piano orizzontale. Microregolazione 0/+10° per valori intermedi alla regolazione principale. Regolazione su asse verticale: ±180°.
Dimensioni	Vedere disegno
Peso	max 31 kg (alimentatore escluso)
Superficie esposta	Laterale: max. 0,09 m ² – Pianta: max. 0,37 m ² (alimentatore escluso)
Montaggio	Installazione con staffa C o MICROMOOVER.
Cablaggio	Remoto. (Dim. Alimentatore 500x150mm H=120mm – Peso: 6 kg). Montaggio sul corpo apparecchio con staffe (in opzione solo con attacco staffa C).
Temp. di esercizio	-40°C / +45°C
Temp. di stoccaggio	-40°C / +80°C
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 60598-2-5, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3

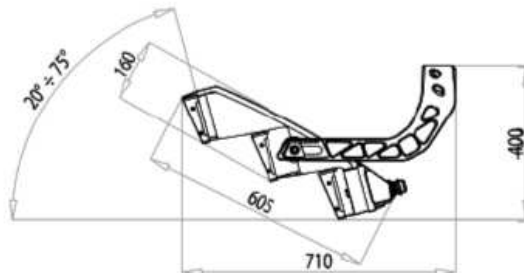
ALO con staffa C

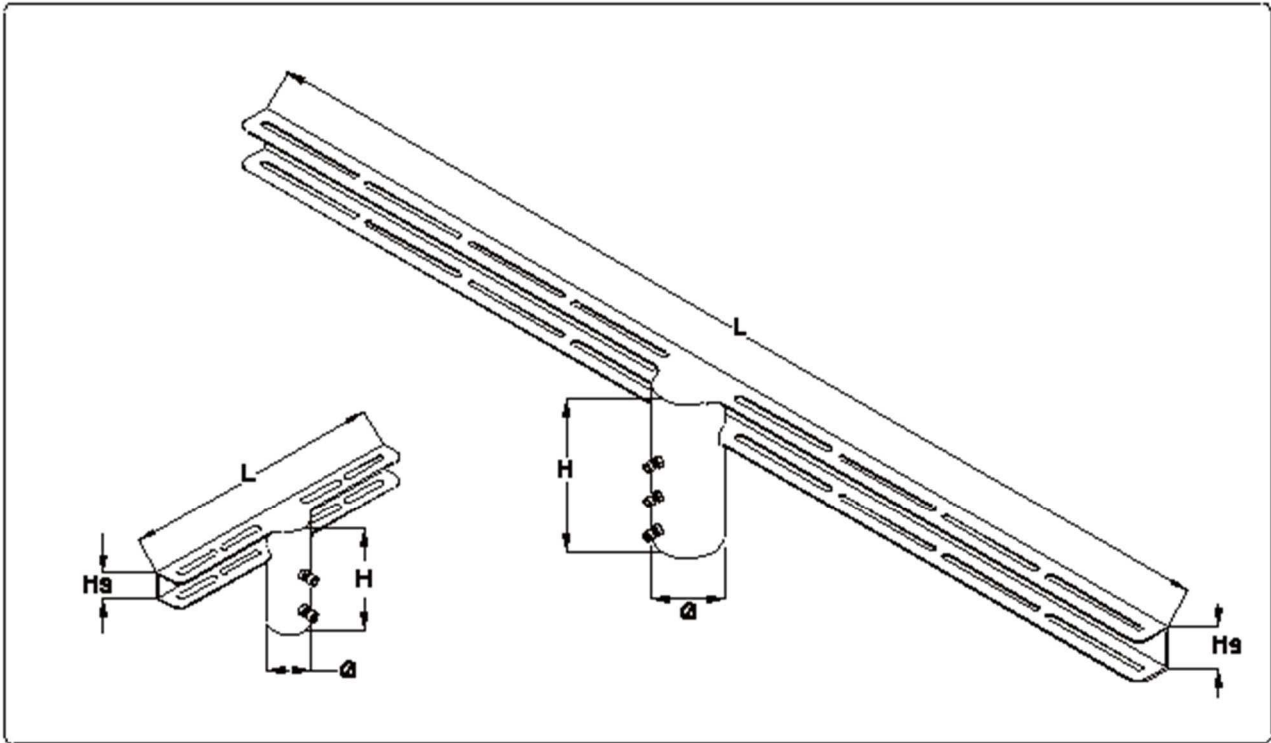


Dettaglio Fissaggi Staffa



Montaggio rovesciato staffa





La fondazione queste due torri sarà del tipo a plinto diretto dotata di incasso alla base (tipo bicchiere) per l'inserimento del palo metallico.

C. Normativa tecnica e riferimenti tecnici:

Il dimensionamento delle opere in progetto e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della normativa in vigore, facendo inoltre riferimento alla letteratura tecnica consolidata in materia di costruzioni civili.

- [1] Legge 05/11/1971, n.1086: "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica" e relative istruzioni (Circ. LL.PP. 14/02/1974, n. 11951);
- [2] Legge 02/02/1974, n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- [3] Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17.01.2018 – "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008".
- [4] Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".
- [5] Eurocodice 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO - UNI EN 1992- 1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

- [6] Eurocodice 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO - UNI EN 1993- 1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [7] UNI ENV 1998-1-1,1-2,1-3,-5 Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;

D. Classi di esposizione per le strutture e caratteristiche dei materiali impiegati:

La classe di esposizione per le strutture in c.a. (secondo UNI EN 206-1:2006), così come concordato con il committente, è la XC (cioè quella riguardante le strutture in c.a. soggette alla corrosione delle armature metalliche per effetto della carbonatazione). Essa si divide in 4 sottoclassi in relazione all'ambiente in cui i manufatti sono posizionati, in particolare:

- | | |
|---|--------------------|
| i. Strutture interne | Classe di Esp. XC1 |
| ii. Strutture di fondazione | Classe di Esp. XC2 |
| iii. Strutture esterne protette dal contatto diretto con la pioggia | Classe di Esp. XC3 |
| iv. Strutture esterne esposte all'acqua piovana | Classe di Esp. XC4 |

Nel caso specifico per le opere di fondazione la classe di esposizione adottata è la XC2.

I materiali da costruzione impiegati dovranno altresì rispettare le seguenti prescrizioni:

• Materiali impiegati per la realizzazione delle strutture di fondazione:

- | | |
|-------------------------------|---|
| Calcestruzzo classe C25/30 | Diametro massimo inerte 30mm |
| Classe di consistenza S4 | Rapporto a/c massimo per durabilità 0.60 |
| Acciaio per cemento armato | B450C $f_{yk} \geq 450 \text{ Mpa}$ $f_{tk} \geq 540 \text{ Mpa}$ |
| Copriferro netto minimo 3.0cm | |

E. Carichi di progetto ed azioni di progetto:

Azioni dovute al peso proprio della struttura:

Vengono considerati i carichi permanenti indotti dal peso proprio delle strutture portanti. In particolare si assume per il calcestruzzo armato un peso specifico di 2500 daN/m³, per l'acciaio di 7850 daN/m³.

Essendo per ipotesi carichi pienamente definiti i relativi coefficienti parziali nelle verifiche SLU sono:

$\gamma_g \text{ min} = 1.0$ $\gamma_g \text{ max} = 1.3$

Azioni dovute al peso delle installazioni:

Vengono considerati i carichi permanenti indotti dalle installazioni presenti sulla torre (in prevalenza fari di illuminazione).

Essendo per ipotesi carichi non pienamente definiti i relativi coefficienti parziali nelle verifiche SLU sono:

$$\gamma_{g \min} = 1.0 \quad \gamma_{g \max} = 1.5$$

Azioni dovute alla spinta del vento:

La spinta del vento è stata determinata in ottemperanza al D.M. 17 Gennaio 2018, in particolare sono stati adottati i seguenti input di progetto:

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 7 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25.00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25.00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: C

[Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D]

esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 500 m di altitudine

($K_r = 0.20$; $Z_o = 0.10 \text{ m}$; $Z_{\min} = 5 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1.00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1.00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 2.45$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1.00$

Altezza dell'edificio, $h = 16.00 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 96 \text{ daN/mq}$

Azioni dovute al sisma:

L'azione sismica non è dimensionante per il tipo di intervento.

F. Sollecitazioni di progetto:

Sulla scorta dei punti precedenti e partendo dai dati forniti dalla ditta produttrice delle strutture metalliche si decide di eseguire il dimensionamento delle opere di fondazione considerando i parametri di sollecitazione ultimi della struttura in elevazione. In sostanza il momento alla base non sarà quello derivante dall'analisi dei carichi, ma il momento ultimo della sezione di base in acciaio. Allo stesso modo, lo sforzo di taglio sarà dato dal carico uniformemente distribuito (fittizio) che genera alla base del palo il suo momento ultimo.

Lo sforzo normale (poco significativo) verrà invece considerato pari alla somma dei pesi delle installazioni e del palo.

Considerando un acciaio S235 ed una sezione di base all'estradosso del plinto di diametro esterno pari a $D=365\text{mm}$ e spessore 4mm si può facilmente calcolare il momento ultimo elastico (ipotizzando a favore della sicurezza che la sezione di base sia in classe 3)

$$M = 2350\text{daN/cm}^2 * W_{el} / 1.05 = 9064\text{daNm}$$

$$\text{Dove } W_{el} = 0.098 * (D^4 - d^4) / D = 405\text{cm}^3$$

Con semplici calcoli si determina anche lo sforzo di taglio equivalente:

$$V = 2 * M / L = 2 * 9064\text{daNm} / 16\text{m} = 1133\text{daN}$$

Lo sforzo normale N vale invece:

$$N = 441\text{daN} + 31\text{daN} * 2 + 16\text{daN} = 519\text{daN}$$

RIASSUMENDO

Azioni di progetto alla base fattorizzate

$$N = 519\text{daN} \quad V = 1133\text{daN} \quad M = 9064\text{daNm}$$

Azioni di progetto alla base non fattorizzate

$$N = 519\text{daN} \quad V = 755\text{daN} \quad M = 6043\text{daNm}$$

G. Determinazione della capacità portante delle fondazioni secondo il D.M. 17/01/2018:

La determinazione della capacità portante delle fondazioni dirette, vista la modesta entità dell'opera e del carico verticale trasmesso al terreno, è stata desunta partendo dalla interpretazione di alcune indagini geotecniche eseguite in prossimità del sito su cui verranno realizzate le torri faro. Si riporta di seguito una stratigrafia tipica dei terreni prossimi a quello oggetto di intervento.

Prof. m	R_p max MPa	R_p min MPa	R_p medio MPa	γ' kN/m ³	c_u kPa	ϕ' (°)	M_c MPa
0,00 0,40	-	-	-	18,1	-	-	-
0,40 0,80	2,5	2,0	2,2	18,1	-	27,5	6,6
0,80 4,80	1,7	0,5	0,9	11,5	44,1	-	3,2
4,80 5,60	4,3	2,5	3,3	8,8	-	29,3	9,8
5,60 7,80	0,7	0,5	0,6	5,2	29,1	-	1,3
7,80 8,40	1,5	1,3	1,4	9,0	-	26,0	4,6
8,40 12,60	1,0	0,2	0,6	5,2	28,5	-	1,2
12,60 16,00	15,7	2,6	11,3	10,4	-	34,3	33,9
16,00 20,00	27,5	11,8	18,6	11,1	-	37,2	55,8

Tabella 2 - Parametri geotecnici ricavati dalla prova CPT01

Il metodo di calcolo adottato prevede la determinazione della portata limite partendo dalle caratteristiche geomeccaniche del terreno in condizioni di incipiente collasso secondo il meccanismo di rottura generale. Si forma infatti in queste condizioni una superficie di scorrimento in cui il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto; si osserva quindi nella superficie del terreno circostante la fondazione un sollevamento del piano campagna e l'emergere della superficie di scorrimento stessa.

La portata limite è stata determinata utilizzando la nota formula di Brinch-Hansen

$$Q_{lim} = (s_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q \cdot d_q \cdot q \cdot N_q + s_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c \cdot d_c \cdot c \cdot N_c + 0,5 \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma \cdot d_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \cdot B \cdot L$$

Dove N_q, N_c, N_γ sono i fattori di capacità portante.

s, i, b, g, d sono dei coefficienti correttivi come descritto nel foglio di calcolo in allegato.

B, L dimensioni corrette della fondazione per effetto delle eccentricità dei carichi.

Le caratteristiche geotecniche considerate nell'analisi (c', c_u, Φ_{cv}) sono ovviamente quelle relative al volume di terreno interessato dalla superficie di scorrimento, essa ha una profondità solitamente compresa tra di $0,7B$ e B a seconda del tipo di fondazione (nastriforme o a plinto) e della natura del terreno (coesiva o granulare), con B lato minore della fondazione.

Per il terreno in esame si riscontrano caratteristiche **coesive** nei primi stati (**successione argille ed argille limose**, vedi relazione geotecnica / geologica), quelli cioè attraversati dalla ipotetica superficie di scivolamento, per essi è stato stimato dalla scrivente (in accordo con quanto riportato nella relazione geologica) una coesione non drenata $c_u = 0.45 \text{ daN/cm}^2$ (secondo correlazioni note in letteratura tra risultati di prove in sito e caratteristiche geotecniche).

Da notare che il valore così stimato dalla scrivente è da intendersi caratteristico per il terreno in esame.

H. Verifiche geotecniche del plinto di fondazione:

AZIONI ALLA BASE DEL PALO				FONDAZIONE - GEOMETRIA								
CDC	SLE	γ_G	1.00	Soletta	$B_{s,x}$ (m)	2.10	Dado	$B_{D,x}$ (m)	2.10			
		γ_Q	1.00		$B_{s,y}$ (m)	2.10		$B_{D,y}$ (m)	2.10			
AZIONI		N (kN)	V (kN)	M (kNm)	H_s (m)	1.50		H_D (m)	0.00			
PAR		5.19	7.55	60.43	Spessore bicchiere			S_B (m)	0.00			
DIAG		5.19	7.55	60.43	Quota spiccato fondazione rispetto al p.c.			s (m)	0.00			
CDC	STR (A2) ₁	γ_G	1.00	A1	Profondità del piano di posa			D (m)	1.50			
		γ_Q	1.50									
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	TERRENO - PARAMETRI MECCANICI							
PAR		5.19	11.33	90.65	γ_t (kN/m ³)	18.00	ϕ' (°)	0.00	Cu (kPa)	45.00	z_f (m)	4.00
DIAG		5.19	11.33	90.65								
CDC	STR (A2) ₂	γ_G	1.30	A1	CARICO FONDAZIONE							
		γ_Q	1.50		γ_{cls} (kN/m ³)	25.00						
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	Volume plinto (m ³)	6.62						
PAR		6.75	11.33	90.65	Peso plinto (kN)	165.38						
DIAG		6.75	11.33	90.65	Volume terreno (m ³)	0.00						
CDC	GEO (A1) ₂	γ_G	1.00	A2	Peso terreno (kN)	0.00						
		γ_Q	1.30		Sottospinta H ₂ O (kN)	0.00						
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	Riemp. Bicch. (kN)	0.00						
PAR		5.19	9.82	78.56	TOTALE (kN)	165.38						
DIAG		5.19	9.82	78.56								
CDC	EQU	γ_G	0.90	AZIONI SUL TERRENO								
		γ_Q	1.50	DIREZIONE DEL VENTO			N (kN)	T (kN)	M (kNm)			
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	PARALLELO			170.57	7.55	60.43		
PAR		4.67	11.33	90.65	DIAGONALE			170.57	7.55	60.43		
DIAG		4.67	11.33	90.65								
AZIONI SUL DADO												
CDC	SLE	γ_G	1.00	X+	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)			
		γ_Q	1.00		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	7.55	60.43	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	7.55	60.43	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	STR (A1) ₁	γ_G	1.00	X-	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)			
		γ_Q	1.50		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	11.33	90.65	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	11.33	90.65	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	GEO (A2)	γ_G	1.00	Y+	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_y (kNm)			
		γ_Q	1.30		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		5.19	9.82	78.56	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		5.19	9.82	78.56	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	STR (A1) ₂	γ_G	1.30	Y-	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_y (kNm)			
		γ_Q	1.50		STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	107.63		
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)	STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	107.63		
PAR		6.75	11.33	90.65	GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	93.28		
DIAG		6.75	11.33	90.65	EQU	0.90	1.50	153.51	11.33	107.63		
CDC	EQU	γ_G	0.90									
		γ_Q	1.50									
AZIONI		N (kN)	T (kN)	M (kNm)								
PAR		4.67	11.33	90.65	45.00	γ_G	γ_Q	N (kN)	T (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)	
DIAG		4.67	11.33	90.65	STR (A2) ₁	1.00	1.50	170.57	11.33	76.11	76.11	
					STR (A2) ₂	1.30	1.50	221.73	11.33	76.11	76.11	
					GEO (A1) ₂	1.00	1.30	170.57	9.82	65.96	65.96	

COMB	ϕ'_d (°)	Cu_d (kPa)	$\gamma_{r,d}$ (kN/m ³)	COMB	$q = \gamma d$ (Kpa)
A11	0.00	45.00	18.00	A11	27.00
A12	0.00	45.00	18.00	A12	27.00
A2	0.00	32.14	18.00	A2	27.00

X+	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,x}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.63	0.84	0.00	2.10	1.76
STR (A2) ₂	0.49	1.13	0.00	2.10	2.37
GEO (A1) ₂	0.55	1.01	0.00	2.10	2.11

X-	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,x}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.63	0.84	0.00	2.10	1.76
STR (A2) ₂	0.49	1.13	0.00	2.10	2.37
GEO (A1) ₂	0.55	1.01	0.00	2.10	2.11

Y+	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,y}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.00	2.10	0.63	0.84	1.76
STR (A2) ₂	0.00	2.10	0.49	1.13	2.37
GEO (A1) ₂	0.00	2.10	0.55	1.01	2.11

Y-	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,y}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.00	2.10	0.63	0.84	1.76
STR (A2) ₂	0.00	2.10	0.49	1.13	2.37
GEO (A1) ₂	0.00	2.10	0.55	1.01	2.11

45.00	e_x (m)	B_x (m)	e_y (m)	B_y (m)	$A_{eff,diag}$ (m ²)
STR (A2) ₁	0.45	1.21	0.45	1.21	1.46
STR (A2) ₂	0.34	1.41	0.34	1.41	2.00
GEO (A1) ₂	0.39	1.33	0.39	1.33	1.76

X+	γB_x
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

X-	γB_x
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

Y+	γB_y
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

Y-	γB_y
STR (A2) ₁	15.08
STR (A2) ₂	20.33
GEO (A1) ₂	18.11

45.00	γB_{DIA}
STR (A2) ₁	21.74
STR (A2) ₂	25.44
GEO (A1) ₂	23.88

COEFFICIENTI DI BRINCH-HANSEN

X+	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cu_d (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

X-	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

Y+	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

Y-	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.078	1.000	0.840	0.838	1.715	0.952	1.000	1.000	1.425	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.105	1.000	0.785	1.129	1.650	0.966	1.000	1.000	1.370	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.093	1.000	0.808	1.006	1.676	0.953	1.000	1.000	1.392	1.000	1.000

45.00	ϕ'_d (°)	ϕ'_d (rad)	Cud (kPa)	N_c	N_q	N_γ	s_c	s_q	s_γ	B_{min} (m)	m	i_c	i_q	i_γ	d_c	d_q	d_γ
STR (A2) ₁	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.208	1.635	0.945	1.000	1.000	1.357	1.000	1.000
STR (A2) ₂	0.00	0.000	45.00	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.414	1.598	0.961	1.000	1.000	1.326	1.000	1.000
GEO (A1) ₂	0.00	0.000	32.14	5.142	1.000	0.000	1.194	1.000	0.600	1.327	1.613	0.946	1.000	1.000	1.339	1.000	1.000

CAPACITA' PORTANTE (APPROCCIO 2)										
X+	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
X-	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
Y+	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
Y-	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	365.24	2.30	279.43	0.61	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	365.25	2.30	376.57	0.59	OK	A1+M1+R3			
45.00	E _d (kN)	q _{lim} (kN/m ²)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO				
STR (A2) ₁	170.57	381.51	2.30	241.88	0.71	OK	A1+M1+R3			
STR (A2) ₂	221.73	379.13	2.30	329.36	0.67	OK	A1+M1+R3			
SCORRIMENTO										
X+	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,X} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
X-	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,X} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
Y+	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Y} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
Y-	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Y} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.76	170.57	11.33	1.10	71.99	0.16	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.37	221.73	11.33	1.10	97.01	0.12	OK	
45.00	δ' _d	Cu' _d	A _{eff,Diag} (m ²)	N (kN)	T (kN)	γ _R	R _d (kN)	E _d / R _d	ESITO	
STR (A2) ₁	0.00	45.00	1.46	170.57	11.33	1.10	59.66	0.19	OK	
STR (A2) ₂	0.00	45.00	2.00	221.73	11.33	1.10	81.74	0.14	OK	
RIBALTAMENTO										
X+	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
X-	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
Y+	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					
Y-	E _d (kNm)	B (m)	R _d (kNm)	E _d / R _d	ESITO					
	107.63	1.05	161.18	0.67	OK					

I. Verifiche strutturali del plinto di fondazione:

Segue report di verifica.

MATERIALI

Acciaio: B450C

$E = 2060000 \text{ daN/cm}^2$, $F_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$, $f_{sd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$

Calcestruzzo: C25/30

$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$, $E = 314470 \text{ daN/cm}^2$, $f_{cd} = 141.1 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctm} = 25.6 \text{ daN/cm}^2$, $f_{ctd} = 11.9 \text{ daN/cm}^2$,

$P_{spec.} = 2500.0 \text{ daN/m}^2$

Condizioni ambientali: ordinarie

Sollecitazioni alla base del pilastro

Cmb.	Plin.	Tipo	Vx (daN)	Vy (daN)	N (daN)	Mx (daN cm)	My (daN cm)	T (daN cm)
1	1000	SLU STR.	0.0	-1133.0	-519.0	906400.0	0.0	0.0

Sollecitazioni alla base della fondazione

Cmb.	Plin.	Tipo	Vx (daN)	Vy (daN)	N (daN)	Mx (daN cm)	My (daN cm)	T (daN cm)
1	1000	SLU STR.	0.0	-1133.0	-17056.5	1076350.0	0.0	0.0

Pressione sul terreno ai vertici della base (daN/cm²):

Cmb.	Plin.	Tipo	P1 (x=105, y=105)	P2 (x=105, y=-105)	P3 (x=-105, y=-105)	P4 (x=-105, y=105)	Note
1	1000	SLU STR.	0.00	-1.29	-1.29	0.00	Parzializzata

Pressione massima = -1.29 daN/cm² (Cmb. n. 1 Plinto n. 1000)

VERIFICHE DEL PLINTO

Verifica armatura dir. X

Il plinto risulta tozzo. perciò l'armatura inferiore sarà verificata con il metodo delle bielle.

Angolo di diffusione dello sforzo compressione nel plinto = $\arctan(A) = \arctan((B/4-b/4)/H) = 16.7^\circ$

Lo sforzo di trazione verrà calcolato secondo la seguente relazione:

$$R_d = (N \tan(\alpha) + M_y / H) / 2$$

$$\text{Armatura} = 12.44 \text{ cm}^2 \quad (11 \text{ } \emptyset 12)$$

Sollecitazioni più gravose in cmb. n. 1, plinto n. 1000

$N = -519.0 \text{ daN}$, $M_y = 0.0 \text{ daN cm}$

R_d (sforzo di trazione) = 77.9 daN, R_u (sforzo di trazione ultimo) = 48681.02 daN, $R_d/R_u = 0.002 < 1$ Ok

Verifica armatura dir. Y

Il plinto risulta tozzo. perciò l'armatura inferiore sarà verificata con il metodo delle bielle.

Angolo di diffusione dello sforzo compressione nel plinto = $\arctan(A) = \arctan((B/4-b/4)/H) = 16.7^\circ$

Lo sforzo di trazione verrà calcolato secondo la seguente relazione:

$$R_d = (N \tan(\alpha) + M_x / H) / 2$$

$$\text{Armatura} = 12.44 \text{ cm}^2 \quad (11 \text{ } \emptyset 12)$$

Sollecitazioni più gravose in cmb. n. 1, plinto n. 1000

$N = -519.0 \text{ daN}$, $M_x = 906400.0 \text{ daN cm}$

R_d (sforzo di trazione) = 3099.2 daN, R_u (sforzo di trazione ultimo) = 48681.02 daN, $R_d/R_u = 0.064 < 1$ Ok

Punzonamento:

Verifica a punzonamento non necessaria, in quanto il perimetro critico risulta maggiore delle dimensioni della base del plinto.

J. Conclusioni:

Oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto delle strutture di fondazione di due torri faro in acciaio a servizio del campo sportivo di Bagnolo di Po (RO).

Le verifiche della totalità degli elementi strutturali (fondazioni) riportate negli elaborati grafici in allegato si intendono soddisfatte per valori inferiori a 1, poiché indicano il rapporto tra sforzo sollecitante e sforzo resistente.

A seguito delle calcolazioni le fondazioni di nuova realizzazione risultano idonee allo scopo per cui sono state progettate secondo i criteri previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018.

San Bellino 21/09/2020

Ing. Riccardo Marchetto



The image shows a handwritten signature in black ink that reads "Riccardo Marchetto". Overlaid on the signature is a blue circular professional stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEGLI INGEGNERI" around the top edge, "SEZ. ALBA" in the center, and "CANTONE DEL MONFALCONE" around the bottom edge. The number "171" is also visible within the stamp.