COMUNE DI ROVIGO
UFFICIO TECNICO LL.PP - SETTORE SUOLO

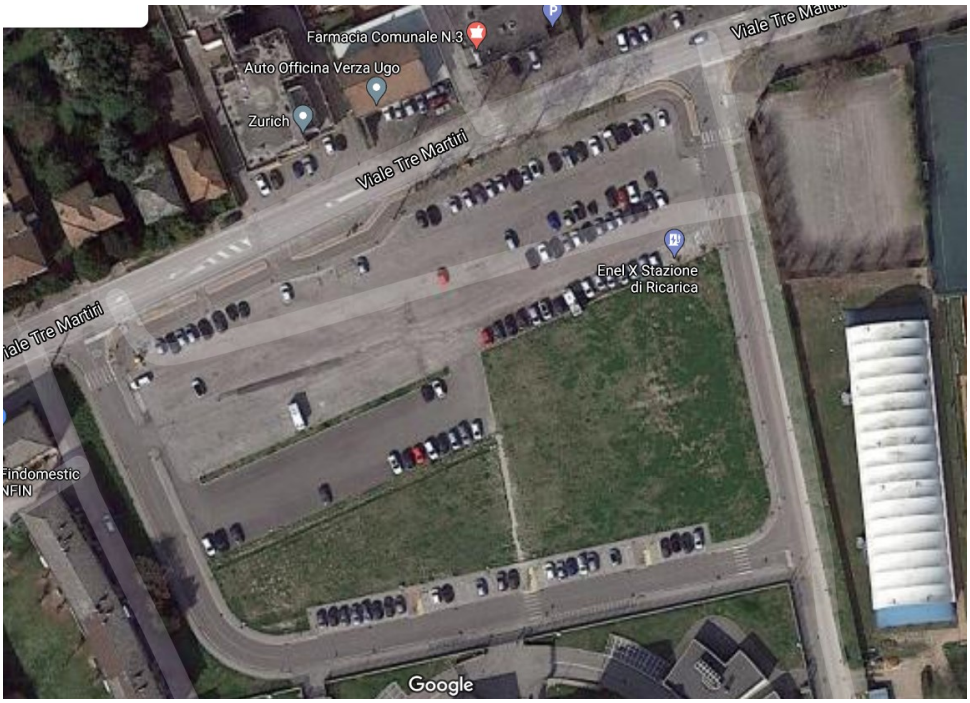
PUBBLICA ILLUMINAZIONE

PROGETTO

INTERVENTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE FINALIZZATO ALLA SICUREZZA DELL'AREA ANTISTANTE LA NUOVA QUESTURA DI ROVIGO.

IMPORTO COMPLESSIVO ***€ 80.000,00***

RELAZIONE SPECIALISTICA TORRI FARO



Rovigo li

L'INGEGNERE FUNZIONARIO SUOLO
DOTT. ING. LUCIA MOLICA

IL DIRIGENTE LL.PP.
DOTT. ING. MICHELE CAVALLARO

Relazione di calcolo

Palo BABEL 15 MT

COMMITTENTE: AEC ILLUMINAZIONE

INTRODUZIONE 2

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 2

MATERIALI 2

METODO DI CALCOLO 3

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA 4

AZIONI AGENTI SULLA STRUTTURA 5

- **SISTEMA FORZE ORIZZONTALI** 5
- **SISTEMA DI FORZE VERTICALI** 7
- **AZIONE SISMICA** 7

CARATTERISTICA DI RESISTENZA DEL MATERIALE 7

VERIFICA COLLEGAMENTI 9

- **PIASTRA DI ANCORAGGIO** 9

SOLLECITAZIONI TRASMESSE ALLA FONDAZIONE 10

CONCLUSIONI 10

RELAZIONE SUI MATERIALI 11

Chiusi, 2019

INTRODUZIONE

Questo documento costituisce il calcolo di progetto e verifica statica di palo tronco piramidale, composto da 2 steli singolo stelo, con una altezza fuori terra pari a 15000 mm, un diametro (cerchio circoscritto) massimo pari a 300 mm e minimo pari a 100 mm. Lo spessore degli steli è 4 mm.

La struttura può essere installata fino a zona 6 (rif. Figura 3.3.1 e Tabella 3.3.1 NTC 2018), classe di rugosità del terreno C e categoria di esposizione II, altezza sul livello del mare inferiore a 500 mt quindi Vref=28 m/s e Pref 490 N/m^2.

La struttura si classifica in Classe d'uso II, con vita nominale pari a 50 anni.

Le saldature sono realizzate con modalità conformi alle norme UNI EN 9606-1, UNI EN 15614-1 e UNI EN 15609-1 sono eseguite da personale qualificato.

La torre è zincata a caldo per immersione secondo le norme UNI-EN-ISO 1461.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli delle strutture oggetto della presente relazione vengono eseguiti nel rispetto delle seguenti leggi e normative:

Legge n. 1086 del 05/11/71: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

D.M. del 17/01/18 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni "

Circolare amministrativa esplicativa NTC 2018 Febbraio 2019

Circolare Ministeriale 02/02/09 n. 617

Inoltre, si fa riferimento a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici quali:

Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio

CNR 10022-84 - Profilati in acciaio formati a freddo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni

MATERIALI

Steli torre: acciaio S 355 JR secondo UNI 10025

Per le specifiche dettagliate relative ai materiali si rimanda alla relazione sui materiali allegata alla presente.

METODO DI CALCOLO

I calcoli delle strutture sono eseguiti secondo la vigente Normativa considerando la combinazione dei carichi più svantaggiosa per i vari elementi strutturali; in particolare i calcoli sono eseguiti secondo il metodo degli stati limite.

Stati Limite Ultimi (sicurezza al collasso)

$$S_d \leq R_d$$

Stati Limite di Esercizio (funzionalità in esercizio)

$$E_{Sd} \leq E_{Rd}$$

Le combinazioni di carico considerate sono

SLU

Combinazione di carico fondamentale (STR)

$$\gamma_1 G_1 + \gamma_{Q0w} Q_w = 1.3 G_1 + 1.5 Q_w$$

SLE

Combinazione di carico frequente

$$G_1 + \psi_{Q1w} Q_w = G_1 + 0.2 Q_w$$

Combinazione di carico quasi permanente

$$G_1 + \psi_{Q2w} Q_w = G_1 + 0 Q_w = G$$

La condizione quasi permanente risulta essere, nel caso specifico, poco significativa pertanto viene tralasciata.

SLV

Combinazione sismica di salvaguardia della vita

$$G_1 + \psi_{Q2w} Q_w + E = G1 + 0 Q_w + E = G + E$$

La struttura viene calcolata in campo puramente elastico

CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche della torre (diametri del cerchio inscritto nel poligono):

PALO BABEL		
Altezza fuori terra H	(mm)	15000
d/D	(mm)	150/385
spessore stelo	(mm)	4-4
diametro max (cerchio circoscritto)	(mm)	385
diametro min (cerchio circoscritto)	(mm)	150
Carichi concentrati		
Corona LED BABEL	AREA ESPOSTA MASSIMA(m^2)	0.15

Si considera la struttura suddivisa in una serie di conci.
Ad essi si assegna:

D_n= diametro del fusto del palo, n=1…61
ove D_1 è il diametro di testa, D_{61} quello di incastro con il terreno, calcolato per il cerchio circoscritto al poligono
s_n= spessore del fusto del palo, n=1…61
S_n = superficie con n=1…60, compresa tra D_{n-1} e D_n, n=2…61,

S_n= $S_{n,1}$+$S_{n.2}$

$S_{1,1}$=superficie del carico concentrato in testa (area testa e carrello, area riflettori, area fusto compresa tra D_1 e D_2), IL PALO VIENE COMPLETATO CON UNA CORONA CHE ALLOGGIA UNITA' DI ILLUMINAZIONE, REALIZZATA IN CARPENTERIA CON AREA ESPOSTA AL VENTO COMPLESSIVA DI 0.15 m^2 E UN PESO COMPLESSIVO MASSIMO DI 120 KG

$S_{1,2}$=superficie di eventuali elementi istallati sulla piazzola
$S_{n,1}$=superficie del fusto, n=2…60
$S_{n,2}$=superficie di eventuali elementi montati sul fusto, n=2…60

W_n= modulo di resistenza a flessione

Z_n= quota del concio dal piano di campagna

X_n= eccentricità dall'asse verticale del palo

peso elementi

$peso_n$= $peso_{n,1}$+$peso_{n.2}$
$peso_{1,1}$=peso della piazzola di sommità e del "primo tratto di fusto"
$peso_{1,2}$=peso di eventuali elementi istallati sulla piazzola
$peso_{n,1}$=peso del fusto, n=2…61
$peso_{n,2}$=peso di eventuali elementi montati sul fusto, n=2…61

vedasi allegato 1

AZIONI AGENTI SULLA STRUTTURA

SISTEMA FORZE ORIZZONTALI

Sono azioni variabili dovute all'azione del vento:

$$F_n = P_{n,1} \cdot S_{n,1} + P_{n,2} \cdot S_{n,2}$$

dove:

$$P_{n,1} = Q_{ref} \cdot C_{e,n} \cdot C_p(S_{n,1}) \cdot C_d \text{ con n=1…61}$$
$$P_{n,2} = Q_{ref} \cdot C_{e,n} \cdot C_p(S_{n,2}) \cdot C_d \text{ con n=1…61}$$

dove:

$Q_{ref} = V_{ref}^2 / 1.6 = 490$ N/ m^2

Essendo il luogo di istallazione con altezza sul livello del mare: $a_s <= 500$m
Ed essendo, per zona 6, $a_0 = 500$ m e $V_{ref,0} = 28.00$ m/s,
siccome $a_s < a_0$
allora $V_{ref,0} = V_{ref} = 28.00$ m/s

Calcolo del coefficiente di esposizione C_e

I valori del coefficiente di esposizione, variabile con la quota z, sono stati calcolati con la formula (D.M. 17/01/2018, punto 3.3.7):

Per classe di rugosità del terreno C e categoria di esposizione II:

$K_r = 0.19$, $z_0 = 0.05$ m, $z_{min} = 4$ m

per $z >= z_{min}$

$$C_{e,n}(z_n) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\frac{z_n}{z_0} \cdot \left(7 + C_t \cdot \ln\frac{z_n}{z_0}\right)$$

per $z < z_{min}$

$$C_{e,n}(z_n) = K_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\frac{z_{min}}{z_0} \cdot \left(7 + C_t \cdot \ln\frac{z_{min}}{z_0}\right)$$

Calcolo del coefficiente di forma C_p

Si fa riferimento a quanto specificato in C.3.3.10.4.1

Per le superfici piane, piene o reticolari, isolate:

$$C_p = 2.4 - \varphi \text{ con } \varphi = \frac{S}{S_p} \text{ valida per } 0.8 < \varphi \leq 1$$

Indicando con S_p la superficie delimitata dal contorno dell'elemento considerato e S quella della sua parte piena, considero $S_p = S$ e quindi $C_p = 1.4$.

Si fa riferimento a quanto specificato in C.3.3.10.6

Per le superfici poligonali a 8 o più lati:

$C_P = 1.2$ se $d \cdot \sqrt{q} \le 2.2$

$C_P = 1.783 - 0.8236 \cdot d \cdot \sqrt{q}$ se $2.2 < d \cdot \sqrt{q} < 4.2$

$C_P = 0.7$ se $d \cdot \sqrt{q} \ge 4.2$

Calcolo del coefficiente C_d

Si calcola il periodo di oscillazione con il metodo di Raleygh.

Momento di inerzia equivalente (si assimilano le deformazioni della trave a sezione con diametro e spessore variabile con quelle di una a sezione con diametro e spessore costante):

$J_{eq} = \frac{J_0}{X_t} = 1568 cm^4$ con J_0 momento di inerzia alla base

$X_t = 0.00521K^3 - 0.09063K^2 + 0.86042K + 0.225 = 2.04$

con $K=D_{61}/D_1=2.8$

massa equivalente:

$P_{eq} = 330kg = P + \frac{33}{140} P_s$ (P_s è il peso dello stelo, P è il peso dei carichi concentrati)

altezza fuori terra struttura:

h=15m

modulo elasticità acciaio:

$E = 2.1 \cdot 10^6 \, Kgf / cm^2$

accelerazione di gravità:

g=9.81 m/s^2

infine, periodo di oscillazione:

$T_s = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{P_{eq} \cdot h^3 \cdot 10^4}{g \cdot 3 \cdot E \cdot J_{eq}}} = 2.12s$

con esso calcolo

$\xi = 1.3 \cdot (T_s - 0.1 \cdot T_s^2) = 2.17$ (relazione valida per T_s<=5s)

essendo poi

$\vartheta = 0.6$ (relazione valida per altezza fuori terra minore di 40 metri)

$\tau = 0.32$ (relazione valida per altezza fuori terra minore di 40 metri)

ottengo

$C_d = \vartheta \cdot (1 + \xi \cdot \tau) = 1.01$

SISTEMA DI FORZE VERTICALI

E' dato dal peso proprio della struttura e dei relativi accessori ad essa fissata, considerati definiti.

Vedasi allegato 2

AZIONE SISMICA

Dalle analisi condotte, le combinazioni di carico relative all'analisi del comportamento della struttura in caso di eventi sismici risulta non essere determinante per il dimensionamento della stessa.

CARATTERISTICA DI RESISTENZA DEL MATERIALE

La struttura portante è, come sopra descritto, essenzialmente composta da uno stelo monotubolare a sezione esadecagonale conica, in lamiera S 355 JR di piccolo spessore.

Le sezioni resistenti alle varie quote presentano un rapporto tra diametro circoscritto e spessore della parete tale da classificarle come Tipologia 4.

Seguendo le indicazioni di Eurocodice 3 – parte 1-5 si è deciso di ridurre il valore fd del materiale in modo tale da prevenire a monte la possibilità di insorgenza di fenomeni di instabilità locale. In questo modo le varie sezioni risultano essere cautelativamente considerabili interamente reagenti in campo elastico, e pertanto possono considerarsi in classe 3.

Per valutare la riduzione di prestazione del materiale, si prende in conto quanto definito in CNR UNI 10022-84, punto 3.2.1.3:

Posto, per il materiale impiegato, $f_d = 355 N/mm^2$

$f_d = \frac{6819}{D/t} + 0.6 \cdot f_d N/mm^2$ per $\frac{D}{t} > \frac{16984}{f_d}$,

$f_d = 355 N/mm^2$ altrimenti

Partendo dai valori così calcolati, si procede a calcolare il valore della resistenza di calcolo del materiale per ogni concio di palo, secondo la

$$f_{d'} = \frac{f_d}{\gamma_{m0}} = \frac{f_d}{1{,}05}$$

ANALISI DEI RISULTATI DI CALCOLO

SLU - Combinazione di carico fondamentale - **Allegato 3**

Si è proceduto a calcolare le sollecitazioni per ogni concio di palo, procedendo nell'analisi fino al secondo ordine, ovvero ricalcolando le sollecitazioni applicando le forze agenti sulla struttura in configurazione deformata in base alle azioni del primo iter di calcolo. Si dimostra come la soluzione sia velocemente convergente, a conferma del fatto che le azioni verticali risultano avere influenza minima sul comportamento della struttura. A fronte dell'analisi condotta si ritiene verificata la stabilità a pressoflessione della struttura.

Per ogni sezione viene proposto il valore della sollecitazione calcolata in base alle azioni agente, oltre al valore ultimo dipendente dalle caratteristiche geometriche e del materiale.

Viene riportato inoltre il risultato della disequazione

$$S_d \leq R_d$$

Trasformato in

$$\frac{S_d}{R_d} \leq 1$$

In modo da permettere di valutare il grado di sfruttamento dei vari conci della struttura

SLE - Combinazione di carico frequente - **Allegato 4**

Si è proceduto a calcolare le sollecitazioni per ogni concio di palo e a calcolare l'andamento della deformata della struttura in base a tali azioni.

Lo spostamento massimo della punta della torre risulta essere pari a

$$f < 90mm \leq \frac{1}{150} Htot$$

VERIFICA COLLEGAMENTI

PIASTRA DI ANCORAGGIO

Gli elementi considerati vengono assunti di acciaio di qualità S355JR.

La piastra di base avrà forma sagomata triangolare smussata e verrà serrata con 9 tiranti M22, disposti lungo posizioni assimilabili, a favore di sicurezza, a una circonferenza di diametro d_v=400 mm.

Diametro minore piastra, d_{min}=480 mm.

Diametro maggiore piastra, $d_{max,piastra}$=710 mm.

Si suppone che il calcestruzzo cui è ancorata la piastra sia di tipo C25/30, con $f_{cd} = 141.7 daN/cm^2$ e $f_{ctd} = 12 daN/cm^2$

la forza massima cui sono soggetti i singoli tirafondi è pari a Rif. Giovanni Quattordio - Sostegni tubolari in acciaio, casa editrice Pitagora, capitolo 14, paragrafo 14.1.2.1):

$$F_{\max} = 1.25 \cdot 0.25 \cdot \frac{M}{d_v} \cdot 10^3 = 74725 N$$

pertanto l'area resistente del singolo tirafondo non deve essere minore di:

$$a_r \geq \frac{F_{\max}}{\sigma_{ult,tirafondo}} = 221 mm^2$$

per cui la scelta di tirafondi **M22 in S 355 JR** ($f_d = \frac{355 N/mm^2}{\gamma_m} = \frac{355}{1.05} N/mm^2 = 223.8 N/mm^2$, Area Res. 303 mm^2) consente di stare in sicurezza.

La lunghezza minima dei tirafondi è desunta imponendo che la resistenza allo sfilamento complessiva, esercitata dall'uncino e dalla aderenza superficiale non sia inferiore alla forza massima F. Supponendo di imporre in corrispondenza dell'uncino una pressione sul calcestruzzo pari P= $0.85 f_{cd}$ ne deriva:

Resistenza dell'uncino= $2 r d_t p$

Resistenza per aderenza = $\pi d_t l_t f_{ctd}$

A favore di sicurezza si trascura il contributo di resistenza dell'uncino

Risolvendo:

$$l_t = \frac{F}{\pi d_t \tau_{ad}} = 380 mm$$

Si prevedono pertanto in progetto N° 9 tirafondi M 22 come da disegno CTM2285GR con lt pari a 850 mm

Lo spessore minimo della piastra è:

$$t \geq 1.15 \cdot K_f \cdot \sqrt{\frac{M_{u61} / W_{61}}{f_{y,piastra}} \cdot (D_{61} - s_{61}) \cdot s_{61}} = 18mm$$

ove

Si impone quindi a progetto una piastra di base in S 355 JR spessore 20 mm a favore di sicurezza come da disegno 295-AEC-12 PB.

SOLLECITAZIONI TRASMESSE ALLA FONDAZIONE

Per agevolare il lavoro del collega calcolatore della fondazione si riassumono di seguito le azioni trasmesse al piede della torre.

SLU

M	53805 Nm
N	6960 N
T	6910 N

SLE F

M	7175 Nm
N	5355 N
T	925 N

CONCLUSIONI

Da quanto riportato nella presente relazione, nelle ipotesi di carico assunte, si conclude che le sollecitazioni nel palo rientrano nei limiti ammessi dall'attuale Normativa.

Pertanto la struttura cosi progettata risulta essere verificata in sicurezza.

RELAZIONE SUI MATERIALI

Per i materiali assunti nella trattazione precedente, si fa riferimento alle indicazioni fornite nel capitolo 11.3 delle NTC 18, relativo alle costruzioni in acciaio

Si riportano qui di seguito i principali valori meccanici utili per la progettazione:

"In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico E = 210.000 N/mm2

modulo di elasticità trasversale G = E / [2 (1 + ν)] N/mm2

coefficiente di Poisson ν = 0,3

coefficiente di espansione termica lineare α = 12 x 10-6 per °C-1

(per temperature fino a 100 °C)

densità ρ = 7850 kg/m3

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento fyk e di rottura ftk riportati nelle tabelle 11.3.X, a cui si rimanda"

Caratteristiche della struttura - ALLEGATO 1

n°	D (mm)	s (m)	W(cm^3)	Z(m)	X(m)	fd' (N/mm2)
1	100	4,00	27	15,00	0,0	338
2	103	4,00	29	14,75	0,0	338
3	106	4,00	30	14,50	0,0	338
4	109	4,00	32	14,25	0,0	338
5	112	4,00	34	14,00	0,0	338
6	115	4,00	36	13,75	0,0	338
7	118	4,00	38	13,50	0,0	338
8	121	4,00	40	13,25	0,0	338
9	124	4,00	42	13,00	0,0	338
10	127	4,00	45	12,75	0,0	338
11	130	4,00	47	12,50	0,0	338
12	133	4,00	49	12,25	0,0	338
13	136	4,00	51	12,00	0,0	338
14	139	4,00	54	11,75	0,0	338
15	142	4,00	56	11,50	0,0	338
16	145	4,00	59	11,25	0,0	338
17	148	4,00	61	11,00	0,0	338
18	151	4,00	64	10,75	0,0	338
19	154	4,00	67	10,50	0,0	338
20	157	4,00	69	10,25	0,0	338
21	160	4,00	72	10,00	0,0	338
22	163	4,00	75	9,75	0,0	338
23	166	4,00	78	9,50	0,0	338
24	169	4,00	81	9,25	0,0	338
25	172	4,00	84	9,00	0,0	338
26	175	4,00	87	8,75	0,0	338
27	178	4,00	90	8,50	0,0	338
28	181	4,00	93	8,25	0,0	338
29	184	4,00	96	8,00	0,0	338
30	187	4,00	100	7,75	0,0	338
31	190	4,00	103	7,50	0,0	338
32	193	4,00	106	7,25	0,0	337
33	196	4,00	110	7,00	0,0	335
34	199	4,00	113	6,75	0,0	333
35	202	4,00	117	6,50	0,0	331
36	205	4,00	120	6,25	0,0	330
37	208	4,00	124	6,00	0,0	328
38	211	4,00	128	5,75	0,0	326
39	214	4,00	132	5,50	0,0	324
40	217	4,00	135	5,25	0,0	323
41	220	4,00	139	5,00	0,0	321
42	223	4,00	143	4,75	0,0	319
43	226	4,00	147	4,50	0,0	318
44	229	4,00	151	4,25	0,0	316
45	232	4,00	155	4,00	0,0	315
46	235	4,00	159	3,75	0,0	313
47	238	4,00	164	3,50	0,0	312
48	241	4,00	168	3,25	0,0	311
49	244	4,00	172	3,00	0,0	309
50	247	4,00	177	2,75	0,0	308
51	250	4,00	181	2,50	0,0	307
52	253	4,00	186	2,25	0,0	306
53	256	4,00	190	2,00	0,0	304
54	259	4,00	195	1,75	0,0	303
55	262	4,00	199	1,50	0,0	302
56	265	4,00	204	1,25	0,0	301
57	268	4,00	209	1,00	0,0	300
58	271	4,00	214	0,75	0,0	299
59	274	4,00	218	0,50	0,0	298
60	277	4,00	223	0,25	0,0	297
61	280	4,00	228	0,00	0,0	296

Azioni -ALLEGATO 2

n°	peso elementi(N)	Ce,n	$Cp(S_{n,1})$	$Cp(S_{n,2})$	Cd	Ni(N)	Fi(N)
1	24	2,62	1,4	0,7	1	2584	506
2	25	2,60	0,7	1,4	1	25	47
3	26	2,59	0,7	1,4	1	26	49
4	27	2,58	0,7	1,4	1	27	50
5	27	2,57	0,7	1,4	1	27	51
6	28	2,56	0,7	1,4	1	28	52
7	29	2,55	0,7	1,4	1	29	53
8	30	2,53	0,7	1,4	1	30	54
9	30	2,52	0,7	1,4	1	30	55
10	31	2,51	0,7	1,4	1	31	56
11	32	2,50	0,7	1,4	1	32	57
12	33	2,48	0,7	1,4	1	33	58
13	33	2,47	0,7	1,4	1	33	59
14	34	2,46	0,7	1,4	1	34	60
15	35	2,44	0,7	1,4	1	35	61
16	36	2,43	0,7	1,4	1	36	62
17	36	2,41	0,7	1,4	1	36	63
18	37	2,40	0,7	1,4	1	37	64
19	38	2,38	0,7	1,4	1	38	65
20	39	2,37	0,7	1,4	1	39	65
21	39	2,35	0,7	1,4	1	39	66
22	40	2,34	0,7	1,4	1	40	67
23	41	2,32	0,7	1,4	1	41	68
24	42	2,30	0,7	1,4	1	42	69
25	42	2,29	0,7	1,4	1	42	69
26	43	2,27	0,7	1,4	1	43	70
27	44	2,25	0,7	1,4	1	44	70
28	45	2,23	0,7	1,4	1	45	71
29	45	2,21	0,7	1,4	1	45	72
30	46	2,19	0,7	1,4	1	46	72
31	47	2,17	0,7	1,4	1	47	73
32	48	2,15	0,7	1,4	1	48	73
33	48	2,13	0,7	1,4	1	48	73
34	49	2,11	0,7	1,4	1	49	74
35	50	2,09	0,7	1,4	1	50	74
36	51	2,06	0,7	1,4	1	51	74
37	51	2,04	0,7	1,4	1	51	74
38	52	2,01	0,7	1,4	1	52	75
39	53	1,99	0,7	1,4	1	53	75
40	54	1,96	0,7	1,4	1	54	75
41	54	1,93	0,7	1,4	1	54	75
42	55	1,90	0,7	1,4	1	55	74
43	56	1,87	0,7	1,4	1	56	74
44	57	1,84	0,7	1,4	1	57	74
45	57	1,80	0,7	1,4	1	57	73
46	58	1,80	0,7	1,4	1	58	74
47	59	1,80	0,7	1,4	1	59	75
48	60	1,80	0,7	1,4	1	60	76
49	60	1,80	0,7	1,4	1	60	77
50	61	1,80	0,7	1,4	1	61	78
51	62	1,80	0,7	1,4	1	62	79
52	63	1,80	0,7	1,4	1	63	80
53	63	1,80	0,7	1,4	1	63	81
54	64	1,80	0,7	1,4	1	64	82
55	65	1,80	0,7	1,4	1	65	83
56	66	1,80	0,7	1,4	1	66	84
57	66	1,80	0,7	1,4	1	66	85
58	67	1,80	0,7	1,4	1	67	86
59	68	1,80	0,7	1,4	1	68	87
60	69	1,80	0,7	1,4	1	69	87
61	0	1,80	0,7	1,4	1	0	0

Verifiche SLU fusto -ALLEGATO 3

n°	N Slu	M Slu	Nult	Mult	Sfruttamento
1	3360	2096	407662	9093	23,9%
2	3392	2226	420401	9682	23,8%
3	3426	2373	433141	10290	23,9%
4	3461	2539	445880	10916	24,0%
5	3496	2724	458619	11560	24,3%
6	3533	2929	471359	12223	24,7%
7	3571	3154	484098	12905	25,2%
8	3609	3400	496838	13605	25,7%
9	3649	3666	509577	14323	26,3%
10	3689	3954	522317	15060	27,0%
11	3731	4263	535056	15815	27,7%
12	3773	4595	547795	16589	28,4%
13	3817	4949	560535	17382	29,2%
14	3861	5326	573274	18193	30,0%
15	3906	5727	586014	19022	30,8%
16	3953	6150	598753	19870	31,6%
17	4000	6598	611493	20737	32,5%
18	4048	7070	624232	21622	33,3%
19	4098	7567	636971	22525	34,2%
20	4148	8089	649711	23447	35,1%
21	4199	8636	662450	24387	36,0%
22	4251	9209	675190	25346	37,0%
23	4305	9807	687929	26324	37,9%
24	4359	10432	700669	27320	38,8%
25	4414	11084	713408	28334	39,7%
26	4470	11762	726147	29367	40,7%
27	4527	12468	738887	30419	41,6%
28	4585	13201	751626	31489	42,5%
29	4644	13961	764366	32577	43,5%
30	4704	14750	777105	33684	44,4%
31	4765	15566	789845	34810	45,3%
32	4827	16411	801061	35885	46,3%
33	4890	17285	808808	36819	47,5%
34	4954	18187	816552	37765	48,8%
35	5019	19118	824293	38721	50,0%
36	5085	20078	832032	39688	51,2%
37	5152	21067	839767	40667	52,4%
38	5220	22086	847500	41656	53,6%
39	5289	23134	855230	42657	54,9%
40	5358	24211	862958	43669	56,1%
41	5429	25318	870684	44692	57,3%
42	5501	26454	878407	45726	58,5%
43	5574	27620	886129	46771	59,7%
44	5647	28815	893848	47827	60,9%
45	5722	30039	901565	48895	62,1%
46	5798	31292	909281	49973	63,3%
47	5874	32575	916995	51063	64,4%
48	5952	33887	924707	52164	65,6%
49	6031	35229	932417	53275	66,8%
50	6110	36602	940125	54398	67,9%
51	6191	38006	947832	55532	69,1%
52	6272	39441	955538	56677	70,2%
53	6355	40907	963242	57834	71,4%
54	6438	42405	970945	59001	72,5%
55	6523	43935	978646	60179	73,7%
56	6608	45497	986346	61369	74,8%
57	6694	47092	994045	62570	75,9%
58	6782	48720	1001743	63781	77,1%
59	6870	50380	1009439	65004	78,2%
60	6959	52074	1017134	66238	79,3%
61	6959	53801	1024828	67483	80,4%

Verifiche SLE fusto -ALLEGATO 4

n°	N Sle	M Sle	f (mm)
1	2584	0	83
2	2610	25	80
3	2635	53	77
4	2662	83	74
5	2690	116	71
6	2718	151	68
7	2747	189	65
8	2776	229	62
9	2807	272	59
10	2838	318	57
11	2870	367	54
12	2902	418	52
13	2936	473	49
14	2970	530	47
15	3005	591	44
16	3041	654	42
17	3077	721	40
18	3114	791	38
19	3152	863	35
20	3191	940	33
21	3230	1019	32
22	3270	1102	30
23	3311	1188	28
24	3353	1277	26
25	3395	1370	24
26	3439	1467	23
27	3483	1567	21
28	3527	1670	20
29	3573	1777	18
30	3619	1888	17
31	3666	2002	15
32	3713	2119	14
33	3762	2241	13
34	3811	2366	12
35	3861	2495	11
36	3912	2627	10
37	3963	2763	9
38	4015	2903	8
39	4068	3047	7
40	4122	3194	6
41	4176	3346	6
42	4232	3500	5
43	4287	3659	4
44	4344	3821	4
45	4402	3987	3
46	4460	4157	3
47	4519	4330	2
48	4578	4507	2
49	4639	4688	1
50	4700	4873	1
51	4762	5062	1
52	4825	5254	1
53	4888	5451	1
54	4952	5652	0
55	5017	5856	0
56	5083	6065	0
57	5150	6278	0
58	5217	6496	0
59	5285	6717	0
60	5353	6943	0
61	0	7173	0

Confronto SLC-SLE
ALLEGATO 5

n°	M Slc	Msle/Mslc
1	0	---
2	72	0,35
3	145	0,36
4	219	0,38
5	292	0,40
6	366	0,41
7	440	0,43
8	515	0,44
9	590	0,46
10	665	0,48
11	741	0,50
12	817	0,51
13	893	0,53
14	970	0,55
15	1047	0,56
16	1125	0,58
17	1202	0,60
18	1280	0,62
19	1359	0,64
20	1438	0,65
21	1517	0,67
22	1596	0,69
23	1675	0,71
24	1755	0,73
25	1835	0,75
26	1916	0,77
27	1997	0,78
28	2077	0,80
29	2159	0,82
30	2240	0,84
31	2322	0,86
32	2403	0,88
33	2485	0,90
34	2568	0,92
35	2650	0,94
36	2733	0,96
37	2815	0,98
38	2898	1,00
39	2981	1,02
40	3065	1,04
41	3148	1,06
42	3231	1,08
43	3315	1,10
44	3399	1,12
45	3482	1,14
46	3566	1,17
47	3650	1,19
48	3734	1,21
49	3818	1,23
50	3902	1,25
51	3986	1,27
52	4070	1,29
53	4154	1,31
54	4239	1,33
55	4323	1,35
56	4407	1,38
57	4491	1,40
58	4575	1,42
59	4660	1,44
60	4744	1,46
61	4828	1,49

Verifica Strutturale
Plinto di Fondazione

NOTA

IL DIMENSIONAMENTO DEL PLINTO DI FONDAZIONE DEVE ESSERE APPROVATO E AUTORIZZATO DAL DIRETTORE DEI LAVORI ANCHE QUANDO I PARAMETRI CARATTERISTICI DEL TERRENO SIANO COINCIDENTI CON I VALORI INDICATI.

IL DIRETTORE DEI LAVORI DEVE AUTORIZZARE:
- LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI CALCESTRUZZO DA USARE
- TUTTE LE FASI ESECUTIVE DI COSTRUZIONE E DI FINITURA.

Riferimenti Progetto

Report n.	Verifica plinto di fondazione
Data	
Tipo Palo	BABEL
Luogo Installazione	Zona 9 Cat II *

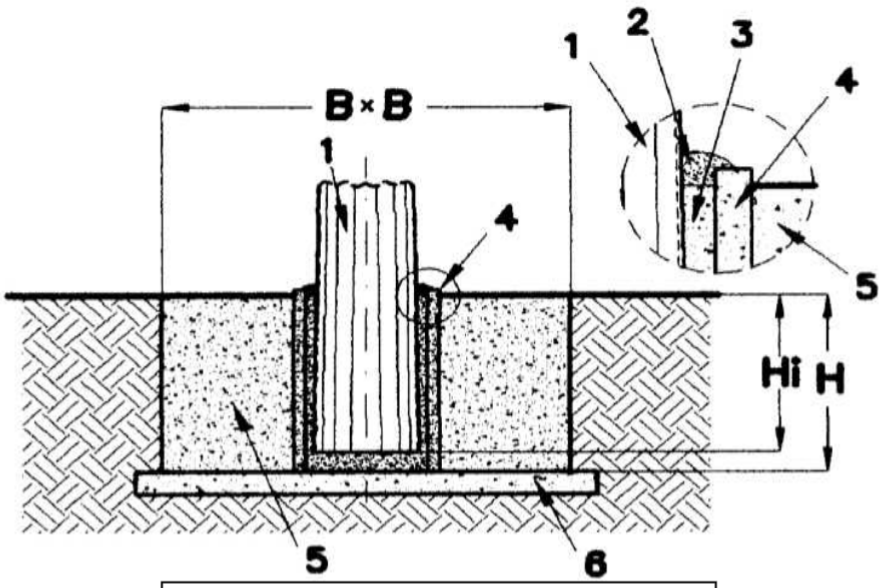
* - Rif. Eurocodice 1 - Basi di calcolo e azioni sulle strutture - Allegato A - Par. A.10 - ITALIA
Tale norma armonizzata europea è stata recepita nell'ordinamento italiano dal DM '96 norme tecniche per le costruzioni e successivi aggiornamenti

Verifica Strutturale
Plinto di Fondazione

Parametri di progetto

Terreno			
Pressione ammissibile	$\sigma_{t,adm}$ =	1	kgf/cm2
Peso Specifico	γ_t =	1800	kgf/m3
Angolo di attrito interno	φ =	22	°
Coefficiente di spinta laterale terreno	Kt =	0.00	kgf/m3
Plinto di fondazione			
Peso Specifico	γ_{cs} =	2500	kgf/m3
Tensione a compressione ammissibile	$\sigma_{c,adm}$ =	85	kgf/cm2
Resistenza Caratteristica Calcestruzzo	R_{ck} =	250	kgf/cm2
Magrone di sottofondo			
Tensione a compressione ammissibile	$\sigma_{c,adm}$ =	72.5	kgf/cm2
Resistenza Caratteristica Calcestruzzo	R_{ck} =	200	kgf/cm2
Ferro di armatura			
Tipo	Acciao in barre ad aderenza migliorata Fe B 44 K		
Tensione ammissibile	σ_{adm} =	2600	kgf/cm2

Schema del Plinto



Legenda

1 Stelo palo
2 Collare di malta cementizia
3 Sabbia di riempimento
4 Tubo c.a.v.
5 Conglomerato in calcestruzzo
6 Platea di magrone

Verifica Strutturale
Plinto di Fondazione

Azioni alla base del palo

Momento flettente	M =	44000	Nm
Sforzo assiale	N =	5400	N
Sforzo di taglio	T =	5650	N

Dimensioni Plinto

Lato Base Quadrata	B =	2	m
Altezza	H =	1.5	m
Volume	V =	6	m3

Verifica ribaltamento

Coppia di ribaltamento	Mr =	52475	Nm	*(Mr = Mb + T * H)*
Peso totale sul calcestruzzo	Q =	152499.75	N	*(Q = V * γcs + N)*
Momento stabilizzante del plinto	Ms =	152499.75	Nm	*(Ms = Q * B / 2)*
Momento stabilizzante del terreno	Ml =	0.00	Nm	*(Ml = Kt * B * H^3)*
Coefficiente di sicurezza	η =	0.85		

Verifica Mr <= η * (Ms+Ml)	52475 Nm <=	129624.79	Nm	(40%)

Verifica resistenza del terreno

Eccentricità	e =	0.34	m	*(e = (Mr - Ml) / Q)*
Pressione del plinto sul terreno (e >= B/6)	σt =	0.79	kgf/cm2	*(σt = 2 * Q / (3 * B * (B/2 - e)) / 10^4)*

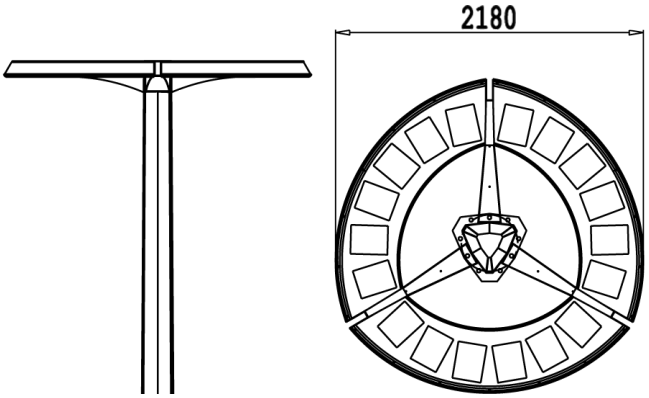
Verifica σt < σt,adm	0.79 kgf/cm2	<=1	kgf/cm2	(79%)

Riepilogo Verifiche

(Verifica effettuata usando il metodo approssimato "alla francese" - Rif.G.Quattordio - Sostegni Tubolari di Acciaio - Pitagora Editrice - Par.25.2.1)

Verifica ribaltamento	OK	(40%)
Verifica resistenza terreno	OK	(79%)

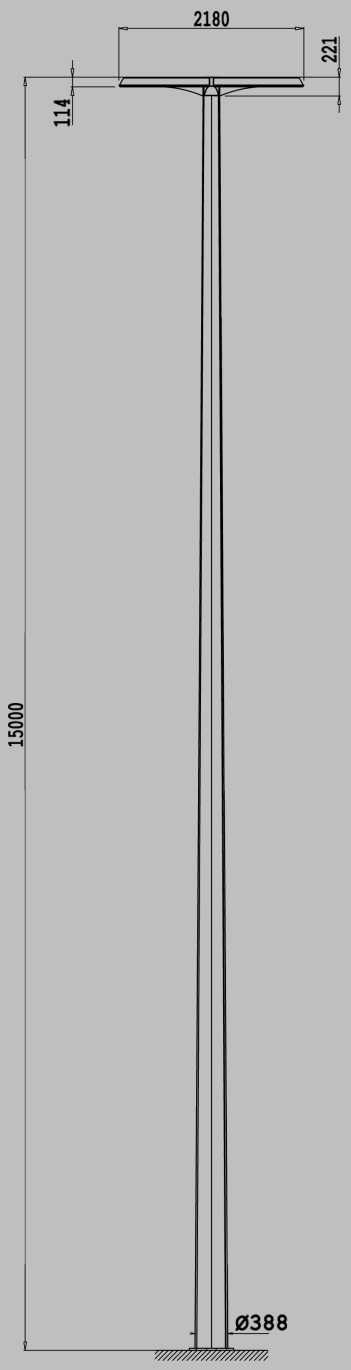
Scheda prodotto

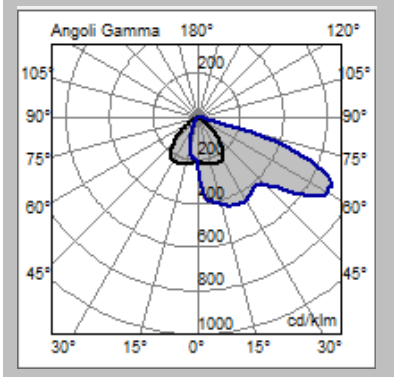


BABEL

CARATTERISTICHE PRINCIPALI	
Applicazioni	Rotatorie, parcheggi e grandi aree
Ottica	AS-4W: Ottica asimmetrica (emissione larga). AS-6M: Ottica asimmetrica (emissione media). Temperatura di colore: 4000K (3000K in opzione) | CRI ≥ 70 Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP Efficienza sorgente LED: 168 lm/W @ 525mA, Tj=85°C, 4000K
Classe di isolamento	II, I
Grado di protezione	IP66
Inclinazione	0°
Cablaggio	Estraibile
Moduli LED	Moduli LED integrati nella struttura rimovibili mantenendo il grado IP del gruppo ottico.
Superficie esposta anello	Laterale: 0.28m^2 – Pianta: 2.8m^2
Temperatura di esercizio	-30°C / +40°C
Taglie disponibili	6, 12 e 18 moduli (54, 108, 162 LED)
Norme di riferimento	Tolleranza secondo EN 40-2 e EN 10219-2. Resistenza e deformabilità secondo la norma EN 40.
	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
CARATTERISTICHE MECCANICHE	
Diametro massimo	Ø2180mm
Altezza totale	15m
Altezza fuori terra	15m
Interramento	Palo con piastra
Diametro di base	Ø388mm
Diametro in testa	Ø180mm
Spessore palo	4mm
Finitura	Zincatura a caldo secondo la norma EN 1461. Verniciatura a polvere.
CARATERISTICHE ELETTRICHE	
Alimentazione	220÷240V 50/60Hz
Fattore di potenza	>0,9 (a pieno carico)
Connessione rete	Connettore per cavi sez. max. 4mm^2.
Protezione sovratensioni	SPD integrato 10kV-10kA, type II, completo di LED di segnalazione e termofusibile per disconnessione del carico a fine vita. Tenuta all'impulso: 10kV / 10kV CM/DM.
Sistema di controllo (opzioni)	F: Fisso non dimmerabile. DA: Dimmerazione automatica (mezzanotte virtuale) con profile di default. DAC: Profilo DA custom. FLC: Flusso luminoso costante. WL: Telecontrollo punto/punto ad onde radio.
Vita gruppo ottico (Tq=25°C, 700mA)	>100.000hr L90B10 >100.000hr L90, TM-21
Messa a terra	Inserto zincato M10
MATERIALI	
Materiale supporti anello	Acciaio zincato e verniciato
Materiale anello	Alluminio
Materiale palo	S355JR

Babel





Tutti i dati fotometrici pubblicati sono stati rilevati in conformità alle norme UNI EN 13032-1

Babel

Scheda prodotto

4000K

APPARECCHIO	Corrente LED (mA)	OTTICA	FLUSSO APPARECCHIO [1] (Tq=25°C, 4000K, lm)	POTENZA APPARECCHIO [1] (Tq=25°C, Vin=230Vac, F / DA / DAC, W)	EFFICIENZA APPARECCHIO (Tq=25°C, lm/W)	FLUSSO NOMINALE LED [2] (Tj=85°C, 4000K, lm)	POTENZA NOMINALE LED [2] (Tj=85°C, W)
BABEL 2F9 AS-4W 4.5-6M	525	AS-4W	40260	348	116	53112	318
BABEL 2F9 AS-4W 4.5-12M			80520	696	116	106224	636
BABEL 2F9 AS-4W 4.5-18M			120780	1044	116	159336	954
BABEL 2F9 AS-4W 4.7-6M	700	AS-4W	50580	456	111	67230	426
BABEL 2F9 AS-4W 4.7-12M			101160	912	111	134460	852
BABEL 2F9 AS-4W 4.7-18M			151740	1368	111	201690	1278
BABEL 2F9 AS-6M 4.5-6M	525	AS-6M	43740	348	126	53112	318
BABEL 2F9 AS-6M 4.5-12M			87480	696	126	106224	636
BABEL 2F9 AS-6M 4.5-18M			131220	1044	126	159336	954
BABEL 2F9 AS-6M 4.7-6M	700	AS-6M	54960	456	121	67230	426
BABEL 2F9 AS-6M 4.7-12M			109920	912	121	134460	852
BABEL 2F9 AS-6M 4.7-18M			164880	1368	121	201690	1278

3000K

APPARECCHIO	Corrente LED (mA)	OTTICA	FLUSSO APPARECCHIO [1] (Tq=25°C, 3000K, lm)	POTENZA APPARECCHIO [1] (Tq=25°C, Vin=230Vac, F / DA / DAC, W)	EFFICIENZA APPARECCHIO (Tq=25°C, lm/W)	FLUSSO NOMINALE LED [2] (Tj=85°C, 3000K, lm)	POTENZA NOMINALE LED [2] (Tj=85°C, W)
BABEL 2F9 AS-4W 3.5-6M	525	AS-4W	37440	348	108	49392	318
BABEL 2F9 AS-4W 3.5-12M			74880	696	108	98784	636
BABEL 2F9 AS-4W 3.5-18M			112320	1044	108	148176	954
BABEL 2F9 AS-4W 3.7-6M	700	AS-4W	47040	456	103	62526	426
BABEL 2F9 AS-4W 3.7-12M			94080	912	103	125052	852
BABEL 2F9 AS-4W 3.7-18M			141120	1368	103	187578	1278
BABEL 2F9 AS-6M 3.5-6M	525	AS-6M	40680	348	117	49392	318
BABEL 2F9 AS-6M 3.5-12M			81360	696	117	98784	636
BABEL 2F9 AS-6M 3.5-18M			122040	1044	117	148176	954
BABEL 2F9 AS-6M 3.7-6M	700	AS-6M	51120	456	112	62526	426
BABEL 2F9 AS-6M 3.7-12M			102240	912	112	125052	852
BABEL 2F9 AS-6M 3.7-18M			153360	1368	112	187578	1278

**FLUSSO APPARECCHIO / POTENZA APPARECCHIO: Dati nominali rilevati in laboratorio.*
**FLUSSO NOMINALE LED / POTENZA NOMINALE LED: Dati nominali estrapolati da datasheet costruttore LED.*
I valori indicati in questa scheda tecnica sono da considerarsi valori nominali. Tolleranza su flusso: +/-7%. Tolleranza su potenza: +/-5%.
Al fine di favorire un costante aggiornamento dei propri prodotti, AEC si riserva il diritto di apportare modifiche senza preavviso.

NOTA AGGIUNTIVA PER IL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

BABEL è dotato di tre scatole di alimentazione indipendenti per ogni configurazione (6, 12 e 18 moduli).
Ogni alimentatore deve essere alimentato da alimentazione monofase secondo la tensione nominale indicata in questa scheda prodotto.
I valori nominali di POTENZA APPARECCHIO, POTENZA NOMINALE LED, FLUSSO APPARECCHIO e FLUSSO NOMINALE LED sono da considerarsi come valori TOTALE di ogni modello.
La potenza assorbita per singolo alimentatore può essere calcolata dividendo per 3 la potenza totale assorbita riportata nella tabella precedente.

AEC ILLUMINAZIONE