



Consorzio Sviluppo Industriale
ISERNIA-VENAFRO



Piano Operativo Infrastrutture FSC 2014-2020 e 2° addendum, le Delibere CIPE 1.12.2015 n.54 e 28.02.2018 n.12 Asse Tematico A "Interventi Stradali", le Delibere di Giunta Regione Molise n.287 del 23.07.2019 e n.440 dell'11.11.2019

Asse Tematico A" Interventi Stradali" - completamento di itinerari già programmati.

COMPLETAMENTO PIATTAFORMA LOGISTICA PARCO INTERMODALE IN PROSSIMITÀ' DELLO SCALO FERROVIARIO NEL NUCLEO INDUSTRIALE DI POZZILLI (ISERNIA)

PROGETTO DEFINITIVO



RELAZIONE DI VERIFICA PLINTI PREFABBRICATI PER L'ISTALLAZIONE DI PALI METALLICI A SERVIZIO DEL PROGETTO SMART ROAD

Elaborato N.

D7

Progetto
Ing. Evinio D'ADDIO

Ing. Nicola MARTINO

CIG: **Z50312D37E**

Aprile 2021
Data

CUP: **G21B18000500001**

R.T.P - **Ing. Evinio D'Addio - Ing. Nicola Martino**

Via Molise n. 90 - Isernia Tel. 347 589 1429 - <http://www.daddio.it>

1 PREMESSA

La presente relazione si propone di verificare l' idoneità dei plinti di fondazione per la posa di pali metallici a servizio del progetto Smart Road del Consorzio per lo Sviluppo Industriale Isernia-Venafro.

2 NOMRATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.01.2019

Norme tecniche per le costruzioni.

3 MATERIALI ED APPARECCHIATURE

3.1 PALO DI SUPPORTO IN ACCIAIO

Il supporto utilizzato è un palo in acciaio a sezione circolare avente le caratteristiche di seguito riportate.

Sul palo non è prevista l' installazione di appendici o altre apparecchiature aggettanti.

Palo a sezione circolare diam. 324 mm x 4 mm (sp) Materiale: acciaio S235JR Trattamento superficiale: Zincatura a caldo H _{tot} = 9,30 mt H _{fuori terra} = 8,50 mt Peso: 300 daN
--

TYPE "A"



Sportello per cablaggio

6564

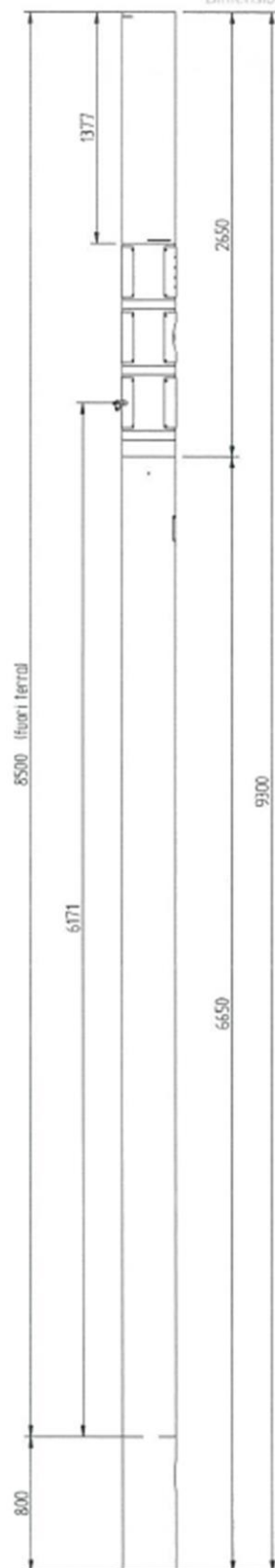
LINEA DI INTERRAMENTO

Inserto M10 di MAT

ASOLA INGRESSO CAVI

ϕ 324

Dimensioni - L



3.2 PLINTO DI FONDAZIONE PREFABBRICATO

Sarà installato un plinto prefabbricato illustrato nella seguente scheda tecnica.

Revisione 0,0
 Linea Prodotto 740

Plinto I.P 100x100x100
con zoccolo di rinforzo
per palo da 14.50/15 m.

Pianta e Sezioni

Foto

Dati Tecnici

Tabella di Riepilogo

PLINTO ILLUMINAZIONE	Misure cm
a	100
b	100
c	100
d	4
e	51
f	4
g-g1	36-35
h	5

Altezza Palo senza sbraccio: 15m / 14,5 con sbr.
 Altezza Palo per Pannello Fotovoltaico: 10 m

Codice di listino	PLIN00102
Peso in kg	1766
Quantità per pacco	sfuso
Colore	grezzo
Forma	parallelepipedo

Assonometria

4 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

4.1 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al § 3.3.3. Per le costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte.

4.1.1 VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (come da Tab. 3.3. II NTC 2018),

riferito ad un periodo di ritorno $TR = 50$ anni. In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche, v_b è data dall'espressione:

$$V_b = V_{b,0} \cdot C_a$$

Dove

- v_b è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1 NTC 2018),
- c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$C_a = 0 \quad \text{per } a_s \leq a_o$$

- a_o , k_s sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I delle NTC 2018 in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);
- a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

Tale zonazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

Tab. 3.3.I -Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_o , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_o [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare, i valori della velocità base di riferimento possono essere ricavati da opportuna documentazione o da indagini statistiche adeguatamente comprovate, riferite alle condizioni locali di clima e di esposizione. Fatte salve tali valutazioni, comunque raccomandate in prossimità di vette e crinali, i valori utilizzati non dovranno essere minori di quelli previsti per 1500 m di altitudine.

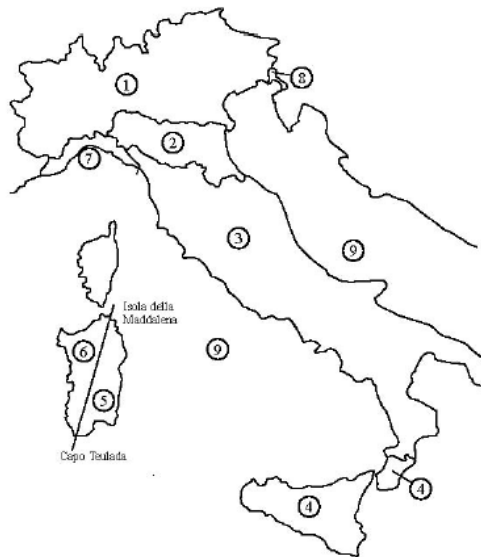


Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Tenuto conto che la regione Molise ha un valore di a_0 pari a **500 mt** slm, in accordo con quanto previsto dalle NTC, un valore di $v_{b,0}$ pari a **27 m/s**

4.2 AZIONI STATICHE EQUIVALENTI

Le azioni del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione (§ 3.3.4 NTC 2018).

L'azione del vento sui singoli elementi che compongono la costruzione va determinata considerando la combinazione più gravosa delle pressioni agenti sulle due facce di ogni elemento.

Nel caso di costruzioni di grande estensione, si deve inoltre tenere conto delle azioni tangenti esercitate dal vento (§ 3.3.4 NTC 2018). **Si precisa che non si rientra in tale casistica.**

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi particolari, come ad esempio per le torri a base quadrata o rettangolare, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di una delle diagonali.

4.2.1 PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

dove

- q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 NTC 2018;
- c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 NTC 2018;
- c_p è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8 NTC 2018;
- c_d è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9 NTC 2018.

4.2.2 AZIONE TANGENTE DEL VENTO

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_r c_e c_f$$

dove:

- q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 NTC 2018;
- c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 NTC 2018;
- c_f è il coefficiente d'attrito di cui al § 3.3.8 NTC 2018.

Non si rientra in tale casistica

4.2.3 PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho V_b^2$$

- v_r è la velocità di riferimento del vento di cui al § 3.3.2 NTC 2018;
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

Esprimendo ρ in kg/m³ e v_r in m/s, q_r risulta espresso in N/m².

4.2.4 COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

dove

- k_r , z_0 , z_{min} sono assegnati in Tab. 3.3. II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;
- c_t è il coefficiente di topografia.

La categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 NTC 2018 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III NTC 2018. Nelle fasce entro 40 km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

In questo caso, la Fig. 3.3.3 riporta le leggi di variazione di c_e per le diverse categorie di esposizione.

Nel caso di costruzioni ubicate presso la sommità di colline o pendii isolati, il coefficiente di topografia c_t può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

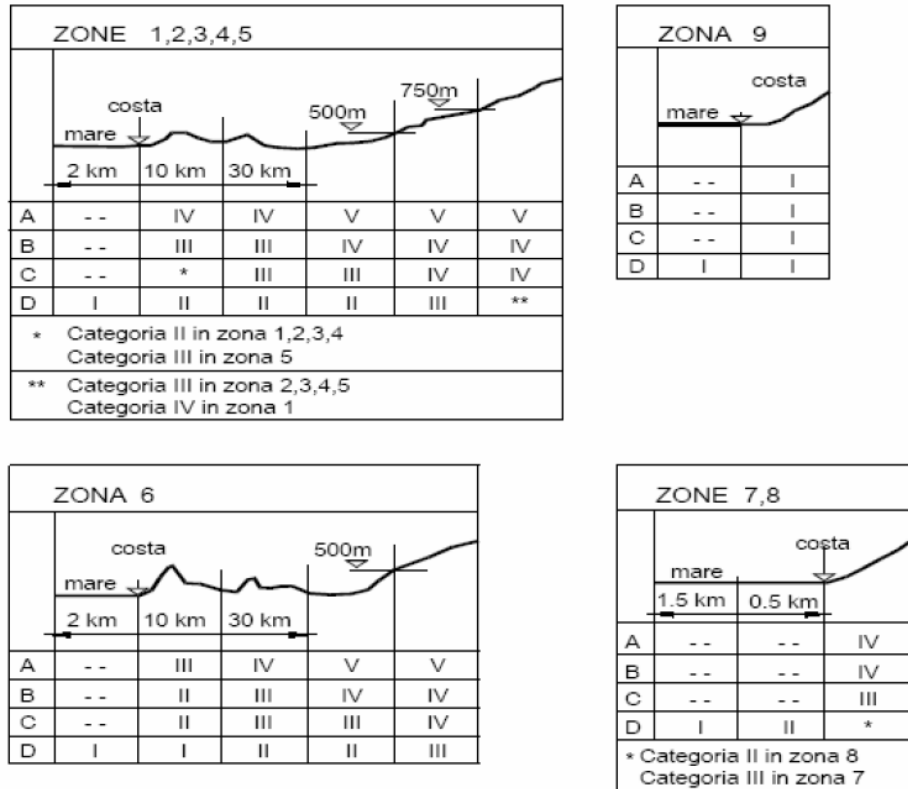


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

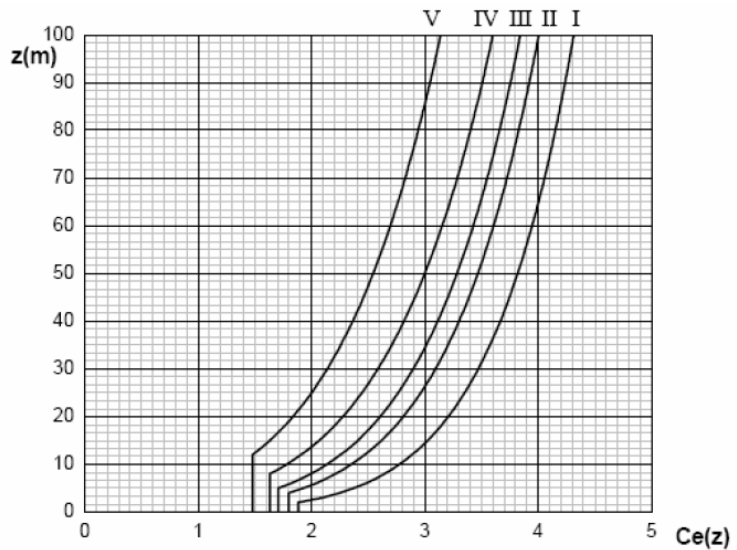


Fig. 3.3.3 - Andamento del coefficiente di esposizione c_e in funzione dell'altezza sul suolo (per $c_t = 1$)

Nel caso in esame, va detto che si ipotizza nel calcolo una classe di rugosità pari a B, alla quale, considerata la localizzazione geografica del sito corrisponde una classe di esposizione IV.

4.2.5 COEFFICIENTE DINAMICO

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Nel caso in esame, si assume un coefficiente dinamico c_d pari ad 1.

4.2.6 COEFFICIENTE DI FORMA (O AERODINAMICO)

In assenza di valutazioni più precise, suffragate da opportuna documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, per i coefficienti di pressione si assumono i valori riportati ai punti seguenti, con l'avvertenza che si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno delle costruzioni.

Nel caso, come quello in progetto, ci si rifà a quanto riportato nel paragrafo 3.3.83 della circolare delle NTC 2018 e anche della precedente circolare delle NTC 2008.

Analogamente agli edifici a pianta rettangolare, il comportamento aerodinamico delle costruzioni a pianta circolare e in particolare della loro superficie laterale dipende, sostanzialmente, dal rapporto tra il diametro in pianta e l'altezza. Per le costruzioni tozze si realizza un flusso tridimensionale.

Per le costruzioni snelle, con l'esclusione della porzione alla base e di sommità, si realizza un flusso bidimensionale in piani orizzontali.

I coefficienti di pressione forniti nel paragrafo della circolare NTC 2018 dipendono dal rapporto h/b , essendo h l'altezza della costruzione e b il suo diametro. Inoltre dipendono dal numero di Reynolds Re e dalla scabrezza k della superficie. Nel caso di costruzioni particolarmente snelle, il cui il rapporto h/b sia maggiore di 5, si rimanda a far riferimento alle indicazioni riportate in documenti di comprovata validità.

Nel caso in esame, e tenendo conto delle esperienze e delle informazioni disponibili in letteratura tecnica, si assume un coefficiente pari a 0,7.

Si riporta nelle sottostanti tabelle i calcoli delle sollecitazioni massime alla base del palo.

Si omette il calcolo delle sollecitazioni in condizioni sismiche in quanto le azioni del vento sono predominanti rispetto alle azioni sismiche, tenuto conto delle modeste masse in gioco.

DATI DI INPUT E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE			
DESCRIZIONE	ACR	UM	DATO
Alteza palo fuori terra	Hp	m	8,5
Diametro del palo	Dp	m	0,324
Peso palo	Pp	daN	300
Peso plinto di fondazione	Pf	dan	1766
Zona Vento			3
Classe di rugosità			B
Categoria esposizione sito			III
Velocità base di riferimento vento - 500 m slm	Vb1	m/s	27
Pressione cinetica di riferimento - 500 m slm	$qb1=Vb1^2*1,25*0,5$	daN/mq	45,5625
Coefficiente di esposizione	ce		1,67419808
Coefficiente di forma	cp		0,7
Coefficiente dinamico	cd		1
CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI MASSIME ALLA BASE DEL PALO			
DESCRIZIONE	ACR	UM	DATO

Pressione del vento	$p1=qb1*ce*cp*cd$	daN/mq	53,396455
Pressio del vento a ml	$Pw1=p1*Dp \times 1 \text{ ml}$	daN/ml	17,3004514
Momento alla base del palo dovuto al carico lineare del vento	$Mw=Pw1*Hp/Hp/2$	daNm	624,978807

5 VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE

Pr quanto riguarda la verifica delle fondazioni, si vuole dimostrare che il plinto ha dimensioni adeguate per garantire la sicurezza al ribaltamento del palo.

Si andranno a determinare il omento stabilizzante e quello ribaltante. La verifica della fondazione sarà soddisfatta se il rapporto tra il momento stabilizzante ed il momento ribaltante risulta > 1 .

Per il calcolo si seguono le prescrizioni riportate nelle norme tecniche per le costruzioni al paragrafo 6.2.4.1.1, in particolare si riducono i pesi stabilizzanti e si amplificano le azioni ribaltanti, mediante i coefficienti riportati nella colonna EQY della tabella 6.2.1 delle NTC 2018.

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQY	(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

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Si assumeranno:

- $\gamma_g=0,9$
- $\gamma_{Qi}=1,5$

VERIFICA FONDAZIONE			
DIMENSIONI PLINTO			
DESCRIZIONE	ACR	UM	DATO
Base plinto	B	m	1,1
Eccentricità foro palo	E	m	0,33
VERIFICA RIBALTAMENTO PLINTO DA NTC 2018			
AZIONI STABILIZZANTI			
Coeff. Fattorizzazione azioni stabilizzanti	γ_f		0,9
Momento ribaltante alla base del palo dovuto al carico lineare del vento	$Mstab = Pf*B/2+PP*E$	daNm	963,27
AZIONI RIBALTANTI			
Coeff. Fattorizzazione azioni ribaltanti	γ_f		1,5
Momento ribaltante alla base del palo dovuto al carico lineare del vento	$Mrib=Mw*(\gamma_f=1,5)$	daNm	937,468211
Fattore di sicurezza	$Mstab/Mrib$		1,02752284
VERIFICA AL RIBALTAMENTO			SODDISFATTA

Dai calcoli sopra riportati si ottiene che il plinto ipotizzato come rappresentato al paragrafo 3.2, è idoneo per le installazioni previste in progetto.

Pozzilli, 26/04/2021

I Progettisti

Ing. Evinio D'Addio

Ing. Nicola Martino

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	NOMRATIVA DI RIFERIMENTO.....	1
3	MATERIALI ED APPARECCHIATURE.....	1
3.1	PALO DI SUPPORTO IN ACCIAIO	1
3.2	PLINTO DI FONDAZIONE PREFABBRICATO	3
4	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	3
4.1	AZIONE DEL VENTO	3
4.1.1	VELOCITÀ BASE DI RIFERIMENTO	3
4.2	AZIONI STATICHE EQUIVALENTI	5
4.2.1	PRESSIONE DEL VENTO	5
4.2.2	AZIONE TANGENTE DEL VENTO	6
4.2.3	PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO	6
4.2.4	COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE.....	6
4.2.5	COEFFICIENTE DINAMICO.....	8
4.2.6	COEFFICIENTE DI FORMA (O AERODINAMICO)	9
5	VERIFICA PLINTO DI FONDAZIONE.....	10