

## RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE: INSTALLAZIONE DI NUOVI PALI METALLICI RETTILINEI PER LA POSA DI APPARATI DI LETTURA TARGHE

La presente relazione di calcolo ha per oggetto il progetto delle strutture di sostegno su cui saranno installati gli apparati di lettura targhe. Le strutture in oggetto consistono in un plinto in c.a. interrato all'interno del quale è inserito un palo prefabbricato in acciaio della ditta Carpal.

Di seguito si riporta una tabella con l'identificazione dei siti in cui si installeranno nuovi pali.

ID sito/nodo	Comune	Apparati installati	Lat - Long	Altitudine s.l.m. [m]
16	Mirandola	1 armadio a palo 2 telecamera lett. targhe 1 apparato wireless su staffa Palo 6m +2.5 wirelss	44.891566, 11.073555	20
03		1 armadio a palo 3 telecamere lett. targhe 1 apparato wireless a palo Palo 6m	44.882806, 11.081586	
06		1 armadio a palo 2 telecamere lett. targhe 1 apparato wireless a palo Palo 6m	44.906380, 11.086785	
14		1 armadio a palo 2 telecamere lett. targhe Palo 6m	44.884350, 11.069575	
15		1 armadio a palo 1 telecamera lett. targhe Palo 6m	44.886180, 11.071522	
16		1 armadio a palo 1 telecamera lett. targhe 1 apparato wireless a palo Palo 6m	44.889143, 11.069529	
24/A		2 telecamere lett. targhe Palo 6m	44.891780, 11.062021	
24/B		3 telecamere lett. targhe Palo 6m	44.892317, 11.061746	

La presente relazione di calcolo ha per oggetto primario il progetto dei plinti di fondazione da posare per l'installazione di nuovi pali metallici di tipo rettilineo di altezza fino a 6,2m fuori terra.

Nel sito 16 si installerà sul palo una staffa per la posa dell'apparato wi-fi che farà salire l'altezza a 8,5m.

I pali, di tipo prefabbricato, sono dimensionati nell'allegato 2 sulla base delle indicazioni fornite dal produttore. Sui pali saranno installati apparati nelle configurazioni elencate nella tabella sopra riportata, le configurazioni dimensionanti sono le seguenti:

1	n. 2 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 575x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 300x230 su staffa L=2,5m
2	n. 3 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 575x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 300x230 su palo

Per ognuna delle configurazioni sopra riportate, sono indicate le dimensioni del plinto in c.a. gettato in opera che soddisfano le verifiche di sicurezza richieste dalle NTC 2018. Tali dimensioni dovranno essere verificate dalla Direzione Lavori in relazione alle eventuali specifiche caratteristiche del terreno del sito in cui saranno installati che possono emergere a seguito dell'effettuazione dello scavo di fondazione.

Per il dimensionamento si assume che vengano impiegati pali analoghi a quelli indicati nell'Allegato 2 aventi massima dimensione (altezza di palo) 6m fuori terra, pali il cui dimensionamento è effettuato in funzione dei parametri dimensionanti indicati dai produttori di pali. Il dimensionamento dei pali della ditta Carpal è riportato nell'allegato 1.

## 1. Ipotesi di calcolo

### Norme e leggi di riferimento

I calcoli di progetto e di verifica sono stati eseguiti in accordo con le seguenti normative:

- Decreto Ministero delle Infrastrutture del 17.01.2018: "Nuove norme tecniche per le costruzioni" per quanto riguarda azioni sulle costruzioni, le verifiche, le caratteristiche dei materiali, progettazione geotecnica, progettazione per azioni sismiche, costruzioni esistenti, collaudo statico.
- Circolare n°7 del 21.01.2019 del Ministero delle Infrastrutture: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- CNR – DT 207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

Il progetto del plinto di fondazione è effettuato tenendo in considerazione la presenza di terreno vegetale nei siti di installazione.

Le verifiche attraverso le quali si ricavano le dimensioni minime del plinto sono le seguenti:

- verifica agli SLU di equilibrio come corpo rigido (EQU). Un palo che sia adeguatamente dimensionato ai sensi delle norme vigenti, deve avere una fondazione capace di equilibrare la sollecitazione ribaltante indotta dai carichi orizzontali agenti sul palo:  $M_{stab} > M_{rib}$ .

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali relativi alle azioni riportati nella colonna EQU delle Tabella 2.6.1 NTC 2018.

- verifica della capacità portante del terreno (GEO), tale verifica consiste nel determinare il carico limite e confrontarlo con il carico applicato sul terreno dovuto al plinto più il palo. Per determinare il carico limite occorre, in fase di progetto, ipotizzare le caratteristiche del terreno; tali caratteristiche dovranno essere verificate a cura del tecnico abilitato della ditta esecutrice della posa del plinto e a cura della Direzione Lavori.

- verifica allo scorrimento del plinto (GEO), tale verifica consiste nel determinare la resistenza allo scorrimento per confrontarla con la spinta applicata dovuta all'azione del vento; anche in questo caso è necessario ipotizzare le caratteristiche del terreno che verranno verificate a cura del tecnico abilitato della ditta esecutrice della posa del plinto e/o dalla Direzione Lavori.

Per le verifiche della capacità portante e dello scorrimento (verifiche GEO) è adottato l'Approccio 2, combinazione (A1+M1+R3) utilizzando i coefficienti parziali  $\gamma_A$  della Tabella 6.2.I NTC 2018,  $\gamma_M$  della Tabella 6.2.II NTC 2018, ed i coefficienti parziali  $\gamma_R$  della Tabella 6.4.I NTC 2018.

Si effettua, inoltre, la verifica STR del plinto stesso e quella dell'inserimento del palo nel plinto.

## Materiali

### Calcestruzzo

#### **C 25/30 (Rck 300)**

SLU $\gamma_c = 1,5$	coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo
$\alpha_{cc} = 0,85$	coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
$R_{c,k} = 30 \text{ N/mm}^2$	
$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{c,k} = 25 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica
<u>Compressione</u>	
$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ N/mm}^2$	resistenza media a compressione
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,16 \text{ N/mm}^2$	resistenza di progetto a compressione
<u>Trazione</u>	
$f_{ctm} = 0,30 f_{ck}^{2/3} = 2,56 \text{ N/mm}^2$	resistenza media a trazione
$f_{ctk} = 0,70 f_{ctm} = 1,79 \text{ N/mm}^2$	resistenza caratteristica a trazione
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1,19 \text{ N/mm}^2$	resistenza di progetto a trazione
<u>Flessione</u>	
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} = 3,07 \text{ N/mm}^2$	resistenza media a flessione
<u>Aderenza cls- acciaio</u>	
$f_{bk} = 2,25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} = 4,02 \text{ N/mm}^2$	
$\eta = 1$ per $\varnothing < 32$	
$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c = 2,68 \text{ N/mm}^2$	resistenza tangenziale di aderenza di calcolo
<u>Modulo elastico</u>	
$E_c = 22.000 (f_{cm}/10)^{0,3} = 31.475 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico normale
$G_c = E_c / (2 (1+\nu)) = 13.114 \text{ N/mm}^2$	modulo elastico tangenziale

### Acciaio in barre

#### **B450C** (impiegabile come **FeB44k** controllato) $6 \leq \varnothing \leq 40$

laminato a caldo

SLU $\gamma_s = 1,15$
$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
$f_{td} = f_{tk} / \gamma_s = 469 \text{ N/mm}^2$
$E_s = 2.100.000 \text{ daN/cm}^2$
$G_s = 784.000 \text{ daN/cm}^2$
p.p. = $7.850 \text{ daN/m}^3$

Dovranno essere eseguiti, dalla direzione lavori, i controlli di qualità del calcestruzzo di cui al par. 11.2.2 del DM 17/01/2018 (NTC 18). In particolare, il controllo di accettazione dovrà essere eseguito in conformità a quanto

indicato nella tabella 11.2.I del citato DM e nel rispetto delle procedure identificate ai par. 11.2.5.1 del DM 17/01/2018 (NTC 18) per i controlli tipo A.

Per le barre di armatura dovranno essere attuate le procedure di controllo di cui al par. 11.3.2.10 del DM 17/01/2018 (NTC 18).

## 2. Azioni

Le azioni considerate agenti sugli apparati sono:

- azioni orizzontali:  $Q_{\text{vento}}$  correlata alla superficie ed alla dimensione dell'apparato  
 $F_{\text{sisma}}$  proporzionale alla massa dell'apparato.

Considerazioni sulle masse in gioco e sulle configurazioni statiche di riferimento, permettono di non inserire nel corpo della relazione il calcolo le sollecitazioni indotte dal sisma. Le azioni sismiche alla sommità di un palo con apparati installati, sono di un ordine di grandezza inferiore a quelle indotte dal vento in relazione al medesimo elemento. Nell'Allegato 1, foglio di calcolo, sono riportate le sollecitazioni sul plinto dovute alle azioni sismiche determinate ai sensi delle NTC18 per uno dei siti di installazione; i dati numerici riportati confermano che l'azione orizzontale del sisma è trascurabile in confronto a quella del vento. Risultano trascurabili anche i momenti ribaltanti dovuti ai carichi verticali, indotti dalla collocazione eccentrica degli apparati (apparati su braccio).

### Determinazione dell'azione del vento

Ai sensi delle NTC2018 il sito in esame ricade in ZONA 2: "Emilia Romagna".

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
2	25	750	0.015
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			20
$T_R$ (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
$\underline{v}_b$ ( $T_R = 50$ [m/s])			25.000
$\alpha_R$ ( $T_R$ )			1.00073
$v_b$ ( $T_R$ ) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			25.018

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

$q_r$  pressione cinetica di riferimento per la zona considerata = 391 N/m<sup>2</sup>

$c_e$  coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza della costruzione  $z$  sul suolo, dalla rugosità e dalla topografia del terreno, dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione; è dato dalle formule:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{se } z \geq z_{\min}$$

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

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  coefficienti funzione della categoria di esposizione del sito e della classe di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno: B

Categoria di esposizione: IV

$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
0.22	0.3	8	1

dato che  $z < z_{min}$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) = 1.634$$

$c_d$  coefficiente dinamico = 1

$c_p$  coefficiente di forma

Per gli apparati ci si riconduce al caso di travi isolate (caso estremamente cautelativo), punto C3.3.8.6.1. della circolare 7 del 21/01/2019. Si attribuisce un  $c_p=2,4$  (N.B. massimo coefficiente attribuibile e largamente cautelativo).

Per il corpo del palo, elemento con rapporto di snellezza maggiore di 5 (circa 55), in accordo al punto C3.3.8.3 ci si riferisce a documenti di comprovata validità, quali le istruzioni CNR-DT 207/2008.

Per elementi snelli, la forza per unità di lunghezza è data dalla seguente espressione:

$$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$$

con:

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e(z)$$

$$c_{fx} = c_{fx0} \cdot \Psi_\lambda$$

Per il corpo del palo, alto 6,2m e avente diametro 11,4cm, si ha:

qp=	0.64 kN/m <sup>2</sup>
crx=	1.06
Cfx0=	1.2
L=	6 m
lambda=L/l=	53
psi lambda=	0.88
f(x) =	0.08 kN/m
ftot=	0.46 kN

L'azione del vento utilizzata nel calcolo per gli apparati è la seguente:

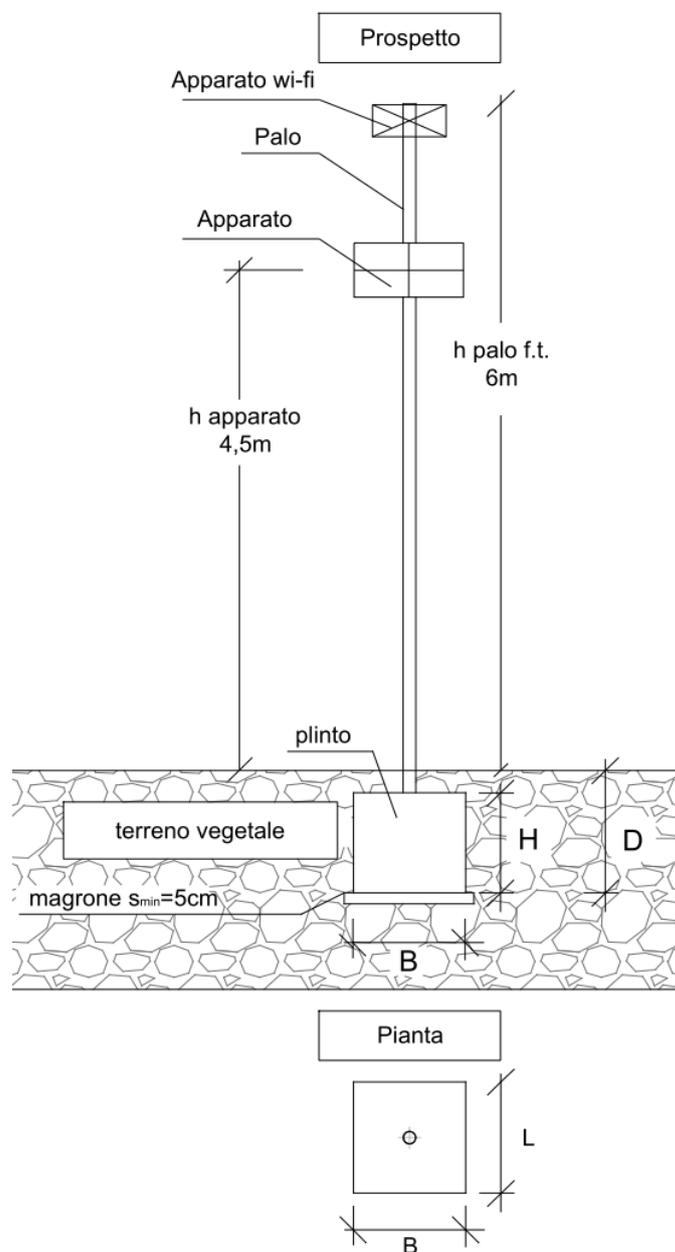
AZIONE VENTO		$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$			
$vb_0=vb - hp:ca=1 - vr=vb$ (T=50 anni) [tab 3.3.I circolare]	$q_r$	$c_e$	$c_d$	$c_p$ apparati	$p$ vento su apparati
m/s	kN/m <sup>2</sup>	$c_e=c_e(z_{min})$	-	-	kN/m <sup>2</sup>
25.02	0.39	1.63	1.00	2.40	1.53

### 3. Schemi statici e geometria di riferimento

Ci si riferisce allo schema geometrico di seguito riportato; nello schema sono indicate le grandezze considerate nel calcolo. Il calcolo dei momenti ribaltanti dovuti al vento è stato effettuato considerando l'esposizione degli apparati nelle due direzioni principali (X e Y – in accordo con le immagini di seguito riportate).

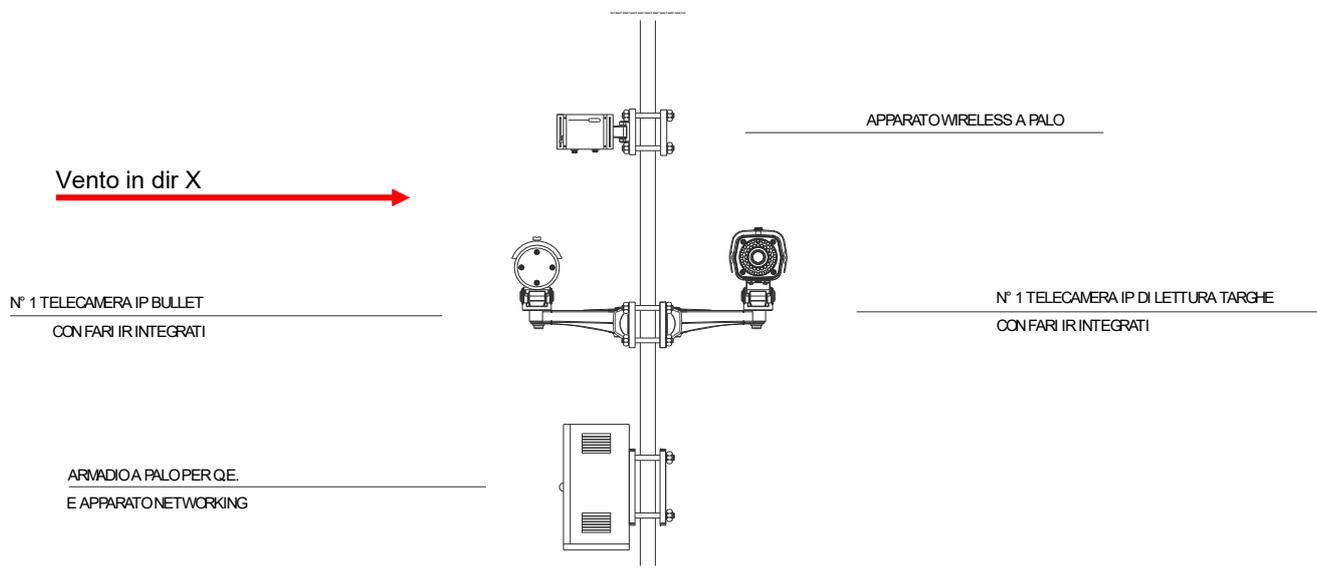
Per ogni installazione di riferimento sono considerate nel calcolo le seguenti dimensioni della fondazione:

- H: altezza del plinto (pari alla profondità di posa);
- B: prima dimensione di base del plinto (considerata uguale a L);
- L: seconda dimensione di base del plinto (considerata uguale a B);
- D: profondità del piano di posa (determinata considerando un ricoprimento del plinto di 20cm di terreno).

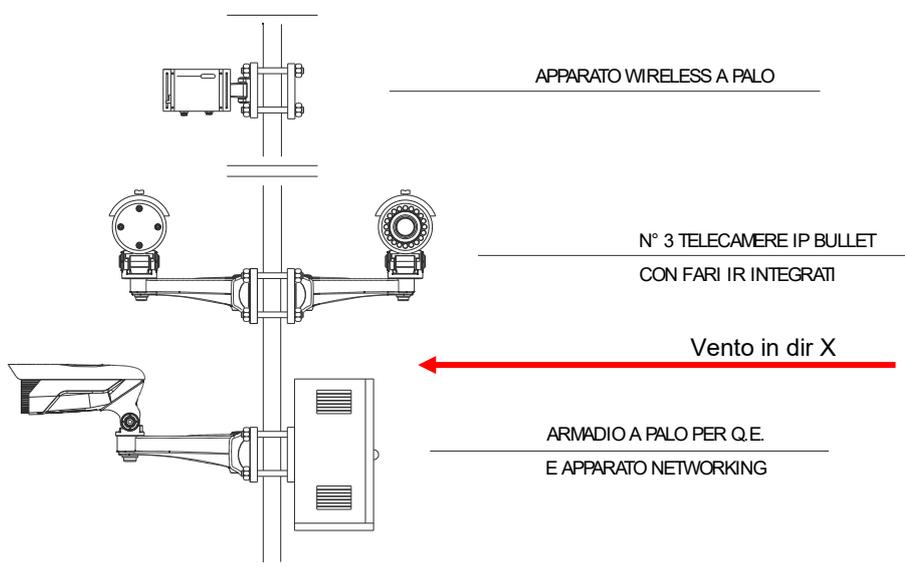


Di seguito si riportano i dettagli di appendimento degli apparati sul palo. Per il calcolo delle azioni trasmesse dal vento al palo si è fatto riferimento alle due direzioni convenzionali X e Y: la direzione X è indicata nelle figure seguenti, la direzione Y è uscente dal piano del foglio.

Tutti gli apparati sono stati considerati, a favore di sicurezza, appesi ad una quota di 4,5m da terra anche se l'armadio è collocato a una quota di circa 70-80cm inferiore. L'apparato wifi è stato considerato installato alla quota 8,5m in configurazione 1 e alla quota di 6m in configurazione 2.



Apparati in configurazione 1



Apparati in configurazione 2

E' vietata la divulgazione e riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali di proprietà di WePro, nessuna esclusa. La divulgazione del progetto, riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali è limitata alla sola fase esecutiva dell'opera. Ove dovesse essere riscontrata la riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali, la Società si riserva di tutelare i propri diritti ed interessi nelle sedi competenti.

#### 4. Caratteristiche geotecniche e capacità portante del terreno

Per il terreno vegetale sono ipotizzate le seguenti caratteristiche meccaniche, tipiche delle più comuni tipologie di terreno vegetale. A vantaggio di sicurezza, non si considera nel calcolo la presenza di magrone sotto il plinto.

	TERRENO VEGETALE
peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	16
coesione [N/m <sup>2</sup> ]	0
angolo di resistenza a taglio	20
angolo di attrito terreno fondazione [°]	13.3
angolo di attrito terreno fondazione [rad]	0.23

Si è calcolata la capacità portante del sistema fondale con il metodo di Terzaghi generalizzato, considerando di operare in condizioni drenate, con terreno molto deformabile e falda a profondità 1,5m dal p.c..

Qualora si fosse in presenza di installazioni sotto falda (condizioni non note in fase di progetto che potrebbero rivelarsi al momento dello scavo), dovrà essere condotta apposita verifica contro il sollevamento del plinto dovuto alla spinta idrostatica e dovrà essere verificata la capacità portante del plinto posizionando la falda alla quota rilevata.

Di seguito il calcolo del carico limite del terreno per il plinto di 1x1x0,9m.

*Calcolo della capacità portante del terreno*

$$q'_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

##### Dati terreno

angolo d'attrito fi	gradi	20
peso specifico 1	t/mc	1,60
peso specifico 2	t/mc	1,60
coesione c'	t/mq	0,00
inclinazione del pendio	gradi	0
profondità della falda dw	m	1,5
tipo di terreno	C/A	MD

##### Geometria fondazione

profondità di posa D	m	1,20
base B	m	1,20
lunghezza L (L>B)	m	1,20
eccentricità Eb	m	0,00
eccentricità EI	m	0,00
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00
inclinazione del carico sismica	gradi	0,00
inclinazione del carico totale	gradi	0,00
coefficiente di sicurezza		3

##### Dati di calcolo

B" (= B o B')	m	1,2
L" (= L o L')	m	1,2
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
fi" (= fi o fi*)	gradi	14
Nq		3,26

E' vietata la divulgazione e riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali di proprietà di WePro, nessuna esclusa. La divulgazione del progetto, riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali è limitata alla sola fase esecutiva dell'opera. Ove dovesse essere riscontrata la riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali, la Società si riserva di tutelare i propri diritti ed interessi nelle sedi competenti.

Ng	1,97
Nc	9,81
fq	1,243
fg	0,600
fc	1,332

**Risultati**

qlim	t/mq	9
gammaR		2,30
qRd	t/mq	3,89

**5. Progetto dei plinti**

Nel progetto si considerano agenti le azioni orizzontali solo per la verifica a ribaltamento, che risulta dimensionante. Nella verifica a ribaltamento si trascura, a favore di sicurezza, il contributo del terreno di rinfiaccio del plinto e sopra al plinto. Si calcolano i momenti di equilibrio rispetto a polo posto nello spigolo estremo del plinto.

$$M_{rib} = \gamma_Q [F_{vento\ app} (h_{app} + D) + F_{vento\ palo} (h_{palo}/2 + D)]$$

$$M_{stab} = \gamma_G P_{plinto} B/2$$

Per le verifiche GEO si considerano agenti i carichi verticali dovuti al peso del plinto e degli apparati. I plinti sono considerati in calcestruzzo armato. Le verifiche sono condotte in relazione allo slittamento e alla rottura dell'insieme terreno-opera.

Si riporta di seguito una tabella di sintesi del calcolo effettuato (calcolo completo nell'Allegato 1).

	Installazione	SITO ID	PLINTO in C.A.					VERIFICA EQU ( $\gamma_Q=1,5$ , $\gamma_{G1}=0,9$ )	VERIFICA GEO SCORRIMENTO ( $\gamma_Q=1,5$ , $\gamma_{G1}=1$ , $\gamma_R=1,1$ )	VERIFICA GEO CAPACITA' PORTANTE ( $\gamma_Q=1,5$ , $\gamma_{G1}=1,3$ , $\gamma_R=2,3$ )
			B m	L m	H m	D m	PP kN/m <sup>3</sup>	VERIFICA	VERIFICA	VERIFICA
1	n. 2 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 75x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 370x230 su staffa L=2,5m	16	1,2	1,2	1	1,2	25	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO
2	n. 3 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 575x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 370x230 su palo	03,06, 14,15, 16,24/a, 24/b	1,2	1,2	1	1,2	25	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO

Le verifiche strutturali del plinto vengono omesse poiché il plinto, di tipo tozzo, è essenzialmente scarico a carichi di compressione e non si innesca il meccanismo delle bielle compresse. Si pone armatura minima, composta da 6 staffe  $\Phi 12$  in entrambe le direzioni.

I pali Carpal considerati sono certificati per funzionare con un incastro alla base se inseriti nel terreno per una profondità di 80cm; l'inserimento del palo nel plinto per 80cm dovrebbe automaticamente garantire il vincolo di incastro. Si riporta comunque, per completezza, il calcolo dell'incastro efficace del palo all'interno del plinto.

T incastro =	2714	N
M incastro=	15203737	N mm
l =	800	mm
d =	114	mm
$\sigma = 2(T+M/l)/(l d) =$	0,48	N/mm <sup>2</sup>
fcd =	14,6	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma < fcd$	<b>verificato</b>	

## 6. Indicazioni per il Direttore dei Lavori

Il direttore dei lavori congiuntamente all'impresa incaricata di realizzare l'opera, deve assicurarsi che la configurazione di installazione utilizzata nel progetto corrisponda, salvo le approssimazioni indicate nella relazione, al reale schema di montaggio in opera.

Il Direttore dei lavori deve, inoltre, controllare:

- che la tipologia di terreno in situ sia effettivamente riconducibile alle ipotesi di calcolo riportate nella presente relazione. Qualora il terreno in situ sia di natura sensibilmente diversa da quello considerato nel calcolo, si dovrà provvedere a una verifica sito-specifica del sistema fondale;
- che non siano presenti discontinuità nel terreno che possano compromettere la stabilità dell'intero sistema palo+plinto sotto azioni orizzontali o verticali (es: vuoti nel terreno al di sotto del plinto, presenza di falda affiorante, presenza di sottoservizi in cavedi o cavidotti, etc...);
- se, a parità di dimensioni geometriche di base, il plinto è di tipo prefabbricato con pozzetti, si deve controllare con calcolo di verifica che il peso proprio del plinto sia sufficiente a equilibrare il sistema in condizioni EQU;
- che sia eseguito al di sotto del plinto un getto di regolarizzazione in cemento magro (magrone) di spessore minimo 5cm;
- che il palo sia installato correttamente, controllandone la perfetta verticalità e la stabilità, anche mediante prova diretta sul fusto metallico dello stesso;
- che il palo sia integro e scevro da difetti o danneggiamenti. Qualora il palo non risulti integro, è necessario provvedere al suo ripristino o sostituzione prima di installare gli apparati.

Pistoia, 12/11/2022



ALLEGATO 1: FOGLIO DI CALCOLO ESTESO

Installazione	SITO	peso apparati installati	Superficie max apparati dir X	Superficie max apparati dir Y	Superficie max wi-fi dir Y	quota di posa apparati	quota di posa wi-fi	Peso palo	altezza palo fuori terra	Superficie palo	p vento su palo	p vento su apparati	Forza orizzontale X vento su apparati	Forza orizzontale Y vento su apparati	Forza orizzontale Y vento su wi-fi	Forza orizzontale MASSIMA vento su apparati	Forza orizzontale vento palo	Massa sismica totale	Sd(T1)	Azione sismica sugli apparati	Momento ribaltante vento	Momento ribaltante sisma	PLINTO in C.A.					VERIFICA EQU ( $\gamma_Q=1,5, \gamma_{G1}=0,9$ )		VERIFICA GEO SCORRIMENTO ( $\gamma_Q=1,5, \gamma_{G1}=1, \gamma_R=1,1$ )		VERIFICA GEO CAPACITA' PORTANTE ( $\gamma_Q=1,5, \gamma_{G1}=1,3, \gamma_R=2,3$ )					
																							B	L	H	D	PP	Mrib	Mstab	Ed=Tvento	Rd=Nδ	Ed=σmax	Rd=σlim				
																							m	m	m	m	kN/m³	kNm	kNm					kN	kN	kN/m²	kN/m²
1	n. 2 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 575x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 370x230 su staffa L=2,5m	16	0,141	0,768	0,322	0,085	4,50	8,50	0,55	6,00	0,68	0,69	2,35	1,80	0,76	0,20	1,80	0,71	0,14	2,82	0,04	15,20	0,23	1,2	1,2	1	1,2	25	15,20	19,44	VERIFICATO	3,77	7,73	VERIFICATO	36,01	38,90	VERIFICATO
2	n. 3 telecamere in custodia da esterno a palo dim. 575x240x165 di circa 3.2 Kg / cad. una + n. 1 quadretto elettrico in armadietto stradale a palo dim. 300x230x170 di circa 6 Kg + apparato wi-fi 370x230 su palo	03,06,14,15,16,24/a,24/b	0,173	0,809	0,466	0,085	4,50	6,00	0,55	6,00	0,68	0,69	2,35	1,90	1,09	0,20	1,90	0,71	0,17	2,82	0,05	15,25	0,28	1,2	1,2	1	1,2	25	15,25	19,44	VERIFICATO	3,91	7,73	VERIFICATO	36,04	38,90	VERIFICATO

E' vietata la divulgazione e riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali di proprietà di WePro, nessuna esclusa. La divulgazione del progetto, riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali è limitata alla sola fase esecutiva dell'opera. Ove dovesse essere riscontrata la riproduzione anche parziale e/o anche la riproduzione delle soluzioni tecniche e/o progettuali, la Società si riserva di tutelare i propri diritti ed interessi nelle sedi competenti.

## ALLEGATO 2: DIMENSIONAMENTO DEL PALO TIPO CONSIDERATO NELLA RELAZIONE

Il dimensionamento del palo prefabbricato è fatto in accordo alle specifiche tecniche riportate nella documentazione del produttore Carpal.

Dalla tabella seguente si individua il tipo di palo idoneo in relazione alla superficie degli apparati da installarvi in sommità. Incrociando tale dato con le dimensioni geometriche necessarie (altezza fuori terra di almeno 6m), si determina che il palo idoneo al sostegno degli apparati di lettura targhe è il palo rettilineo R1147Z. Tale palo necessita di inserimento nel plinto per una profondità di almeno 80 cm.

PALI RASTREMATI DRITTI - prestazione netta in m <sup>2</sup> utili di portata in cima																					
Codice Articolo	Zona 1: max 1.000 m slm Zona 2: max 750 m slm				Zona 3: max 500 m slm				Zona 4: max 500 m slm Zona 5: max 750 m slm Zona 6: max 500 m slm				Zona 7: max 1.000 m slm				Zona 8: max 1.500 m slm Zona 9: max 500 m slm				
	Vref = 25 m sec. <sup>-1</sup>				Vref = 27 m sec. <sup>-1</sup>				Vref = 28 m sec. <sup>-1</sup>				Vref = 29 m sec. <sup>-1</sup>				Vref = 31 m sec. <sup>-1</sup>				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
R763Z	1,00	1,10	1,20	1,25	0,80	0,95	1,05	1,10	0,80	0,85	0,95	1,00	0,75	0,80	0,90	0,95	0,65	0,70	0,80	0,85	
R7635Z	0,70	0,80	0,90	0,95	0,60	0,70	0,75	0,80	0,55	0,70	0,70	0,80	0,60	0,60	0,65	0,70	0,75	0,50	0,55	0,60	0,65
R764Z	0,55	0,65	0,70	0,70	0,45	0,55	0,60	0,60	0,40	0,50	0,55	0,60	0,40	0,45	0,50	0,55	0,35	0,40	0,45	0,50	
R894Z	0,65	0,75	0,85	0,90	0,55	0,65	0,75	0,75	0,50	0,60	0,65	0,70	0,50	0,55	0,65	0,70	0,40	0,50	0,55	0,60	
R8945Z	0,60	0,75	0,85	0,90	0,50	0,65	0,70	0,75	0,50	0,60	0,65	0,70	0,45	0,55	0,65	0,65	0,40	0,50	0,55	0,60	
R895Z	0,45	0,60	0,65	0,70	0,40	0,50	0,60	0,65	0,35	0,45	0,55	0,55	0,35	0,40	0,50	0,50	0,30	0,35	0,40	0,45	
R8955Z	0,35	0,45	0,55	0,55	0,30	0,35	0,45	0,45	0,25	0,35	0,40	0,45	0,25	0,30	0,35	0,40	0,20	0,25	0,30	0,35	
R1146Z	0,55	0,70	0,90	0,95	0,50	0,60	0,75	0,80	0,45	0,55	0,70	0,70	0,40	0,50	0,65	0,65	0,35	0,45	0,55	0,55	
R1147Z	0,45	0,55	0,70	0,75	0,35	0,45	0,60	0,60	0,35	0,40	0,55	0,55	0,30	0,40	0,50	0,50	0,25	0,30	0,40	0,45	

PALI RASTREMATI DRITTI "spessore 3 mm"							
Codice Articolo	H.tot. altezza totale mm	H.f.t. altezza fuori terra mm	i. interramento mm	D diametro di base mm	d diametro ultimo tronco mm	s spessore tronchi mm	P peso zincato (teorico) Kg
R763Z	3.000	2.500	500	76	60	3+3	16
R7635Z	3.500	3.000	500	76	60	3+3	18
R764Z	4.000	3.500	500	76	60	3+3	20
R894Z	4.000	3.500	500	89	60	3+3+3	23
R8945Z	4.500	4.000	500	89	60	3+3+3	26
R895Z	5.000	4.500	500	89	60	3+3+3	29
R8955Z	5.500	5.000	500	89	60	3+3+3	31
R1146Z	6.000	5.200	800	114	76	3+3+3	41
R1147Z	7.000	6.200	800	114	76	3+3+3+3	53
R1148Z	8.000	7.200	800	114	76	3+3+3+3	59

I pali rastremati sono costruiti con tubi saldati longitudinalmente ad induzione, realizzati in lamiera d'acciaio S235JR (EN 10219-01).

I tubi, di differenti diametri, vengono uniti tra loro mediante saldatura circonferenziale in corrispondenza delle rastremature.

La zincatura dei materiali è ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso il cui spessore dello strato di zinco è conforme alle norme UNI EN ISO 1461.

I pali sono costruiti in conformità alla norma UNI EN 40-5 e alle norme collegate:

Dimensioni e tolleranze: UNI EN 40-2;

Materiali: UNI EN 40-5;

Specifica dei carichi caratteristici: UNI EN 40-3-1;

Verifica mediante calcolo: UNI EN 40-3-3;

Protezione della superficie: UNI EN 40-4.

Ogni palo è dotato di etichetta adesiva CE.