REGIONE SARDEGNA
Provincia di Oristano
Comune di San Nicolò D'Arcidano

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN LOTTO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI DENOMINATO "SNARC_FAGONI" DELLA POTENZA NOMINALE COMPLESSIVA DI 15,518 MWp, DA REALIZZARE SULLA EX CAVA "ARCIDANO INERTI" IN LOCALITÀ CODDU FAGONI NEL COMUNE DI SAN NICOLO' D'ARCIDANO

PROPONENTE

GREEN SOLE s.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano

Firmato digitalmente da: MARKUS RUEDIGER VOGEL
Luogo: Treviso
Data: 27/02/2023 12:01:44

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:
CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE

COMMESSA
06_2020

PD
R03

IL PROGETTISTA

ing. giuseppe pipitone
via libero grassi, 8
91011 Alcamo (TP)
ing.giuseppepipitone@gmail.com
PEC: giuseppe.pipitone@ordineingegneritrapani.it

GRUPPO DI LAVORO
- ing. Bruno Manca
- ing. Mauro Amendola
- SIC s.r.l.
- Renova s.r.l.
- dott. geol. Cosima Atzori
- ing. Silvia Exana
- ing. Ilaria Giovagnorio
- ing. Alessandra Scalas

TIMBRO E FIRMA REDATTORE

ORDINE DEGLI INGEGNERI TRAPANI
Ing. Pipitone Giuseppe N°780

TIMBRO DEL PROPONENTE

REV	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	dic 2022	modifiche			
00	apr 2020	emissione	ing. g. d'annibale	ing. d. bonafede	ing. g. pipitone

FORMATO:	FILE DI ELABORAZIONE:	FILE DI STAMPA:	SCALA:
ISO A4 - 210 x 297	Snarc_Fagoni_PD_R03_Calcoli preliminari strutture.doc	Snarc_Fagoni_PD_R03_Calcoli preliminari strutture.pdf	-

Indice

Indice 1

1. GENERALITÀ 2
2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 2
3. SCHEMA GEOMETRICO 4
4. ANALISI DEI CARICHI 4
5. PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA (G1) E DEI PANNELLI (G2) 5
6. AZIONE DEL VENTO (QW) 7
   - 6.1 Velocitá base di riferimento 8
   - 6.2 Velocitá di riferimento 8
   - 6.3 Pressione cinetica di riferimento 9
   - 6.4 Coefficenti di forza (C_F) 9
7. CARICO NEVE (QS) 11
8. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLA FONDAZIONE 13

1. GENERALITÀ

Nella presente relazione si riportano l'analisi delle sollecitazioni e l'analisi di stabilità delle fondazioni della struttura di sostegno dei pannelli fotovoltaici dell'impianto per la produzione di energia elettrica da realizzarsi nel Comune di San Nicolò D'Arcidano (OR).

Sulla base delle caratteristiche geotecniche del sito e delle scelte progettuali riguardanti il layout dell'impianto, si è optato per una struttura di fondazione costituita da pali metallici infissi nel terreno. Questi pali costituiscono inoltre il montante verticale di sostegno del telaio di supporto dei pannelli fotovoltaici.

Sia il telaio, sia il montante infisso nel terreno sono costituiti da profili in acciaio zincato a caldo.

Tutti i componenti di supporto della struttura sono stati preventivamente dimensionati a livello progettuale al fine di eliminare fasi di taglio, saldature o qualunque altra tipologia di modifica strutturale da effettuarsi nella fase di istallazione. Inoltre, grazie alle sue caratteristiche tecnologiche e di installazione, l'intera struttura, compresa quella di fondazione, è completamente rimovibile (struttura retrofit).

2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano di seguito le caratteristiche dei materiali impiegati per la realizzazione dell'opera in oggetto.

MECHANICAL CHARACTERISTICS S355JR

fy ≥ 355 N/mm2	Tensione snervamento
ft ≥ 490 N/mm2	Tensione di rottura
A%≥22%	Allungamento minimo
E=210000 N/mm2	Modulo di elasticità
G=E/[2(1+81000 N/mm2	Modulo di taglio
12x10-6 per °C-1	Coefficiente di espansione termica

Gli elementi progettati con tale acciaio sono i seguenti:

- Omega pile Ω50x200x100x5 mm;
- Main Beam 120x120x3,5 mm;

MECHANICAL CHARACTERISTICS S275JR

fy ≥ 275 N/mm2	Tensione snervamento
ft ≥ 430 N/mm2	Tensione di rottura
A%≥22%	Allungamento minimo
E=210000 N/mm2	Modulo di elasticità
G=E/[2(1+81000 N/mm2	Modulo di taglio
12x10-6 per °C-1	Coefficiente di espansione termica

Gli elementi progettati con tale acciaio sono i seguenti:

- *Module Support type A 20x28x24x1,8 mm;*

TERRENO DI FONDAZIONE

γ	= 18.00	kN/m^3	peso dell'unità di volume
ϕ'	= 23°00		angolo di attrito
c	= 0.00	*N/mm2*	coesione

NORME E RIFERIMENTI

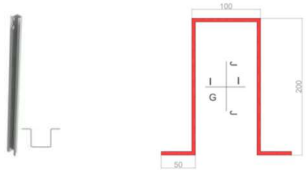
Si elencano di seguito le leggi ed i regolamenti cui si è fatto riferimento per il progetto delle opere oggetto della presente relazione.

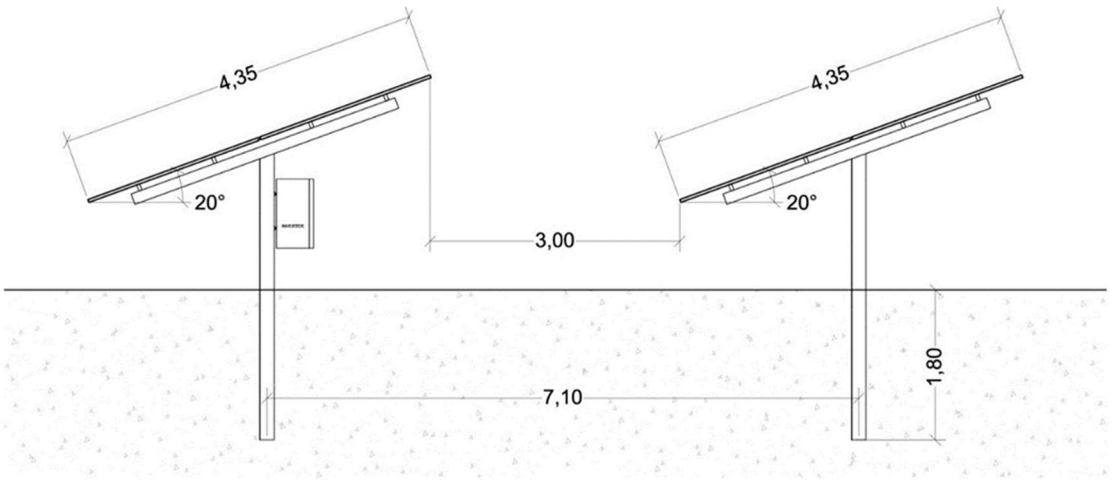
- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare n.7 del 21.01.2019 del C.S.LL.PP;
- Legge 2/2/74 n. 64 e DDMM 3/3/1975 – Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- Costruzioni in acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione. (C.N.R. 10011/85);
- Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- EUROCODICE 1 – UNI-ENV 1991-3 "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture";
- EUROCODICE 2 – UNI-ENV 1992 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo";
- EUROCODICE 3 – UNI EN 1993-1-1:2005 "Progettazione delle Strutture in acciaio
- EUROCODICE 7 – UNI-ENV 1997 "Progettazione geotecnica";
- EUROCODICE 8 – UNI-ENV 1997 "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica

delle strutture".

3. SCHEMA GEOMETRICO

Di seguito viene riportato uno schema delle dimensioni geometriche del singolo asse.

	TIPO	SEZIONE [mm]	n° per ASSE
	Omega Pile Ω	50x200x100x5 (Peso 21,95 kg/ml)	3
	Main Beam	120x120x3,5 (Peso 10,8 kg/ml)	2
	Module Support Type A	Ω28x75x28x1.5 (Peso 3 kg/ml)	15
	Pannelli fotovoltaici	2176x1098x35 (Peso 26,3 kg) Peri calcoli si considera un peso pari a 27 kg.	26



4. ANALISI DEI CARICHI

Al fine di definire le sollecitazioni che la struttura in elevazione trasmette alla struttura di fondazione, si fornisce di seguito una sintetica descrizione della struttura modulare tipo (stringa elettrica).

La struttura meccanica è costituita da elementi verticali, omega pile, costituiti da profili formati a freddo con sezione a Ω, infissi mediante battitura direttamente nel terreno. Tali elementi sono al contempo sia i montanti verticali fuori terra che le fondazioni profonde.

Gli elementi orizzontali principali, Main Beam, sono costituiti da tubolari, ancorati ai montanti mediante degli elementi presso-piegati speciali e rappresentano l'asse di rotazione della struttura. Sull'orditura principale sono ancorati profili di supporto che sorreggono i pannelli fotovoltaici mediante ancoranti meccanici.

Ciascun modulo è costituito da n. 26 pannelli disposti su 2 file sorretti da n. 3 pali costituiti da un profilato in acciaio Fe 430 zincato a caldo con sezione trasversale a "Ω".

La verifica viene svolta sul palo centrale soggetto a maggiori sforzi.

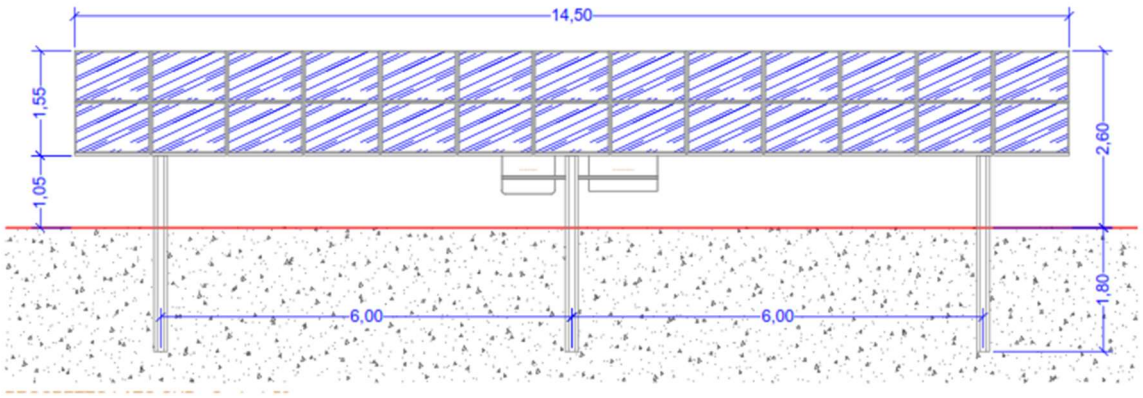
5. PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA (G1) E DEI PANNELLI (G2)

Si riporta di seguito la valutazione dell'azione alla base del singolo montante metallico prodotta dal peso proprio della struttura in elevazione.

G_{telaio} = 8,69 kN peso struttura di sostegno pannelli

N = 3 numero pali di sostegno

G_1 = **3,57 kN** peso della struttura sul palo centrale (condizione più gravosa).

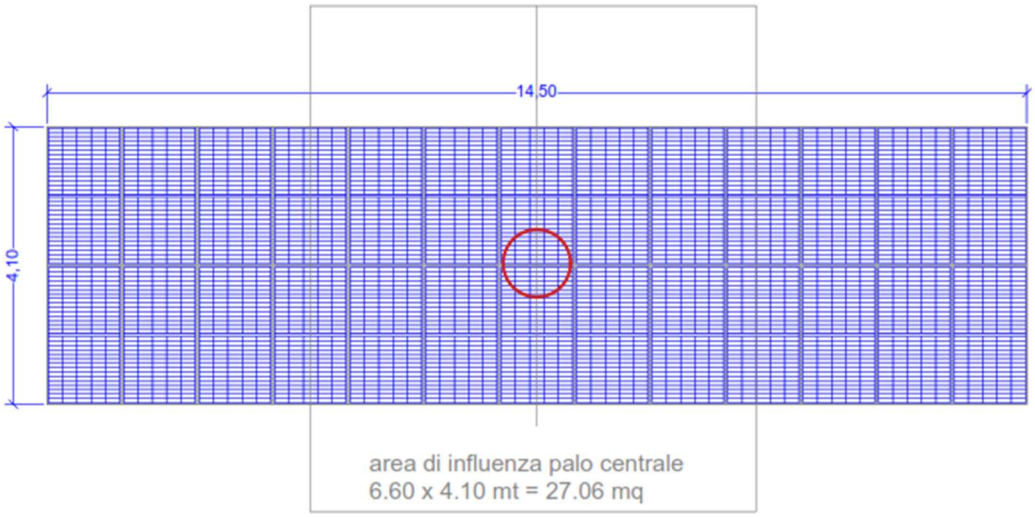


Carichi permanenti non strutturali (G2)

Il sovraccarico permanente è costituito dai pannelli fotovoltaici:

- $G_{pannello}$ = 0,27 kN peso singolo pannello;
- N = 26 numero totale pannelli;
- $G_{Tot.\ pannelli}$ = 7.02 kN peso complessivo dei 26 pannelli;
- $A_{rea\ Pannelli\ lorda}$ = 59.45 m^2 Area complessiva pannelli;
- $A_{rea\ palo\ centrale\ lorda}$= 27,06 m^2 Area lorda di influenza del palo centrale;

G_2 = **3.24 kN** peso pannelli sul palo centrale (condizione più gravosa).;



6. AZIONE DEL VENTO (QW)

Il carico da vento viene determinato in accordo con il D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni e con la Circolare n.7 del 21.01.2019.

Il sito ove sorgerà la costruzione ricade in zona 6 e si trova ad un'altitudine di 29.15 m circa sul s.l.m. Il sito è caratterizzato, inoltre, da una classe di rugosità del terreno D. La classe di esposizione è la II.

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [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

6.1 Velocitá base di riferimento

La velocità base di riferimento viene determinata dal capitolo 3.3.1 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, con la seguente espressione:

$$V_b = V_{b,0} * C_a$$

Ca = 1 (essendo a_s =29.15 m. altitudine s.l.m del sito < a_0 =500 m.)

$$V_b = V_{b,0} * C_a = V_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

6.2 Velocitá di riferimento

L'impianto fotovoltaico si trova nel comune di Salemi, in provincia di Trapani. La velocità base di riferimento 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 (vedi Tab. 3.3.II), riferito ad un periodo di ritorno = 50 anni.

La classe di rugosità del terreno: D (Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)

$$V_r = V_b * C_r$$

Cr = 1 per Tr = 50 anni

$$V_r = V_b * C_r = 28 \text{ m/s}$$

6.3 Pressione cinetica di riferimento.

La pressione cinetica di riferimento viene determinate dalla seguente espressione definite del capitolo 3.3.6 del D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni:

$$q_r = ½ \cdot \rho \cdot v^2_{br}$$

dove: ρ è la densità dell'aria pari ad 1.25kg/m^3 e v_{br} = 28m/s

$$q_r = ½ \cdot \rho \cdot v^2_{br} = 0.5*1.25 * 28^2 = 490 N/mq$$

q_r= 490 N/mq (Pressione cinetica di riferimento)

6.4 Coefficenti di forza (C_F)

Conformemente a quanto previsto dalla Circolare del C.S.LL.PP. n.7 del 21.01.2019 l'azione del vento sulle tettoie ad una falda sarà schematizzata attraverso forze F risultanti dal campo di pressioni sulla superficie della falda della tettoia, dirette ortogonalmente ad essa.

Tali forze sono quantificate dal prodotto tra la pressione cinetica, i coefficienti di forza (c_F), la superficie della falda in esame e sono applicate in punti diversi a seconda della tipologia di tettoia.

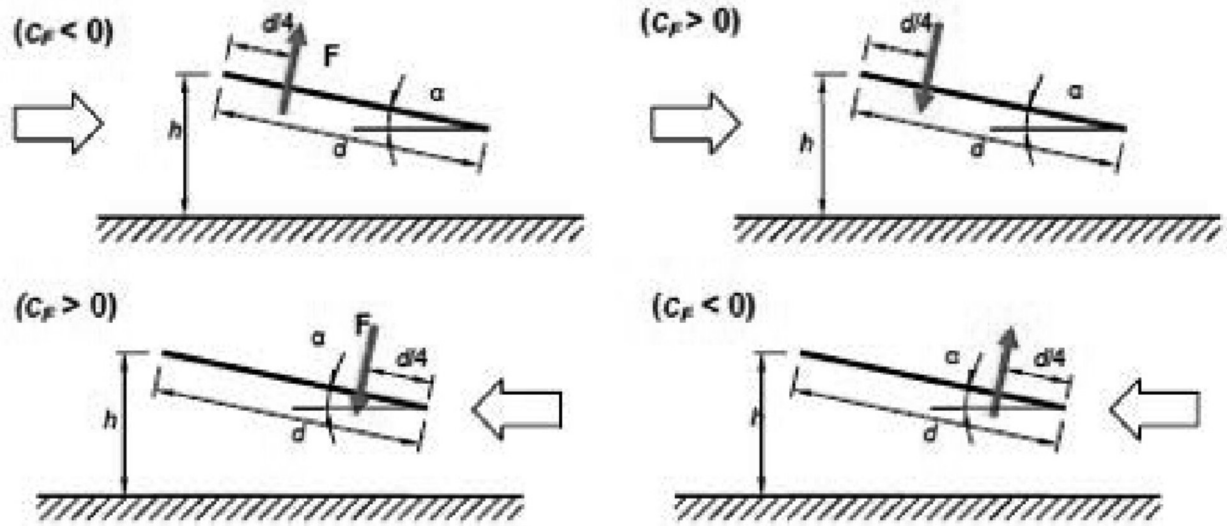
$$F = q_r * C_F * L2$$

La Circolare definisce anche il coefficiente di bloccaggio Φ come il rapporto tra l'area esposta al vento di un eventuale ostruzione presente al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie ortogonale alla direzione del vento al di sotto della tettoia.

La configurazione con pannelli inclinati α = 20°, ed altezza minima della linea di gronda pari a 105 cm, il coefficente di bloccaggio viene posto pari a ϕ=0,7 anche per tenere conto di eventuali ostacoli accidentali.

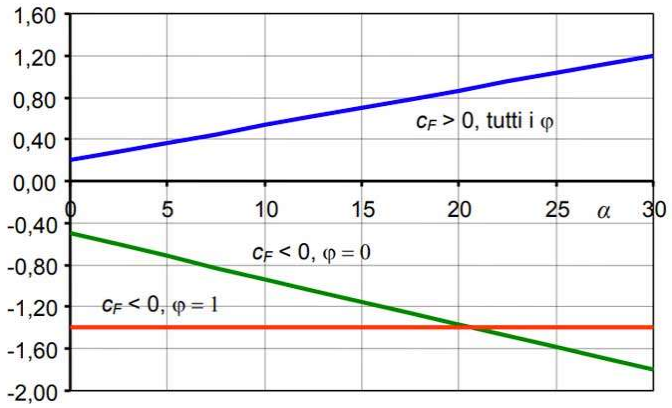
Valori positivi	Tutti i valori di φ	$c_F = +0{,}2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\varphi = 0$ $\varphi = 1$	$c_F = -0{,}5 - 1{,}3 \cdot \alpha/30$ $c_F = -1{,}4$

La posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza è indicata nel caso di tettoie a semplice falda dalla Circolare 7 nella figura C3.3.22.



Il calcolo delle azioni del vento sarà eseguito, considerando il palo centrale che risulta più gravoso, nelle due configurazioni: piano pannelli α = 0°

$A_{rea\ palo\ centrale\ netta}$ = 27.06 m^2 Area di influenza del palo centrale (escluso area vuoti libera);



Coefficiente di forza per tettoia a semplice falda

Condizione piano pannelli $\alpha = 20°$

Valori positivi: $C_{F=}$ 0,2 +α/30 = 0.87

(Valori positivi) F= qr * CF* L2 = 490 * 0.87*27.06 = 11.536N = 11.54KN

Valori negativi:

per f=0 $C_{F=}$-0,5 -1,3 α/30 = -1.37

per f=1 $C_{F=}$--1.3

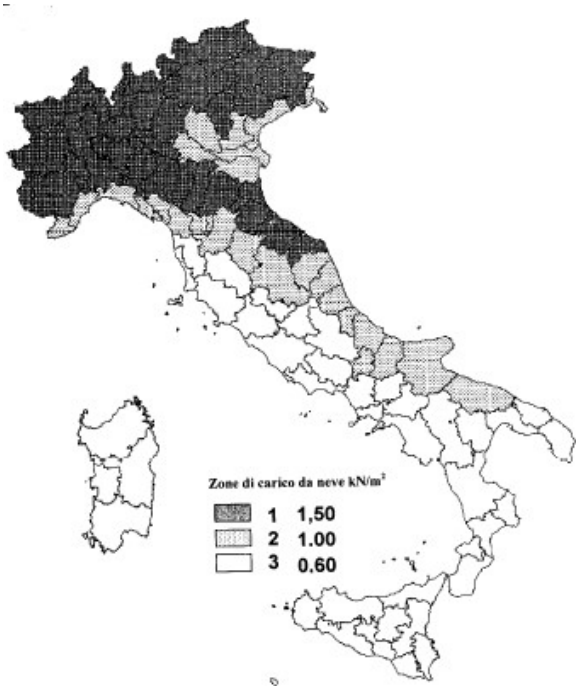
per ϕ=0,7 (interpolazione come previsto dalla Circolare n.7) $C_{F=}$ -1.30

(Valori negativi) F= qr * CF* L2 = 490 * -1,30*27.06 = - 17.237N = - 17,24KN

7. CARICO NEVE (QS)

Si riporta il calcolo delle sollecitazioni alla base del singolo palo metallico prodotte dal carico neve sui pannelli fotovoltaici.

Zonizzazione del territorio italiano ai fini del calcolo del carico neve.



Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Zona Neve = III ; Copertura ad una falda:

Valore caratteristico del carico al suolo (qsk Ce) = 0,62 kN/mq

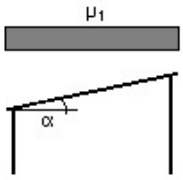
$A_{rea\ palo}$ = 27.06 m^2 Area di influenza del palo centrale (escluso area vuoti libera);

piano piannello α = 20°

Angolo di inclinazione della falda α = 20,0° μ1 = 0,13 => **Q1 = 0,08 kN/mq**

Carico Neve Palo centrale = 0,08*27,06 = 2,16KN

Schema di carico:



Nella tabella seguente vengono riepilogate le azioni agenti sul palo centrale metallico di fondazione infisso nel terreno, condizione più sfavorevole .

RIEPILOGO CARICHI AGENTI SUL PALO CENTRALE			
PESO STRUTTURALE E CARICO PERMANENTE			
G1 =	3,57	kN	Peso struttura
G2 =	3.24	kN	Peso pannelli
AZIONE NEVE			
Piano $\alpha = 20°$	2,16	KN	
AZIONE VENTO			
Piano pannelli $\alpha = 20°$			
F=	11.54	KN	Valore massimo Positivi
F=	-17.24	KN	Valore massimo Negativo

8. VERIFICHE DI STABILITÀ DELLA FONDAZIONE

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 2018, il calcolo della capacità portante del palo infisso viene effettuato secondo l'approccio 2 delle norme summenzionate.
In particolare le verifiche saranno eseguite facendo riferimento alla seguente combinazione:

A1 + M1 + R3

dove:

- A1 = combinazione delle azioni esterne ottenuta attraverso opportuni coefficienti parziali dei carichi $\gamma F/\gamma G$;
- M1 =l'insieme dei coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici del
- terreno;
- R3 =l'insieme dei coefficienti parziali R da applicare alla resistenza caratteristica
- Rk per ottenere la resistenza geotecnica di progetto.

Secondo tale approccio le verifiche risultano soddisfatte se è verificata la seguente disuguaglianza: ***Ed ≤ Rd***
dove:

- Ed = valore di progetto dell'azione;
- Rd = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Il valore di progetto dell'azione Ed e della resistenza Rd vengono ottenuti amplificando – nel caso dell'azione – e abbattendo – nel caso delle resistenze – i rispettivi valori caratteristici attraverso i coefficienti prima descritti e riportati nelle seguenti tabelle:
Per la verifica della struttura si individuano, quali peggiori condizioni, quelle che si manifestano considerando agente l'azione del vento con direzione per come già sopra commentato.

Caratteristiche meccaniche del terreno

Angolo di attrito $\phi = 18\ °00$

Coesione $C = 0{,}19\ N/mm2$

Massa volumica del terreno: = 18,00 kN/m3

I coefficienti parziali γf relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1 D.M. 14/01/2018

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

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

Nella valutazione della combinazione delle azioni i coefficienti di combinazione ψij vengono assunti come specificato nel Cap. 2.

Tabella 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

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

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

Resistenza per carichi assiali

Il valore di progetto Rd della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico Rk applicando i coefficienti parziali γR della Tab. 6.4.II.

Tab. 6.4.II – *Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali*

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

.

Una volta determinata la resistenza caratteristica del palo **R_k**, la resistenza di progetto **R_d** viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$R_d = R_k / \xi$$

essendo ξ (fattore di correlazione) un fattore funzione del numero di verticali di indagine.

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza Rc,k (o Rt,k) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate Rc,cal (Rt,cal) i fattori di correlazione □□ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine

$$R_{c,k} = \text{Min}\left\{\frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min}\left\{\frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

Tab. 6.4.IV - *Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate*

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

CALCOLO CARICO LIMITE VERTICALE IN TRAZIONE

VERIFICA CONDIZIONE PIANO INCLINATO α= 20°

Nel caso di pannello inclinato di α= 20° rispetto l'orizzonte azione vento si scompone nelle forze Fv, verticale ed Fo,orizzontale.

In particolare, considerando la massima azione del vento **Fmax = 17.24 KN** determinata per azione del vento negativa, si ha :

Fv= F cos α = - 16.20 KN **Fo= F sen α = 5.60 KN**

Verifica per azioni verticali

Vale sempre l'espressione:

$$F_{Ed} = \gamma_{G1}\ G1 + \gamma_{G2}\ G2 + \gamma_{Q1}\ Qk1 + \gamma Q2\ \psi_{02} Qk2 + \ldots$$

Risulta in questo caso: **F_{Ed} = 0,9 x 3,57 + 0,8 x 2,16- 1,5x 16.20 = 18.38 KN**

γQi= 1,5 azione sfavorevole (tabella 2.6.I colonna A1 - azione sfavorevole)

γ_{G1} = 0,8 - γ_{G1} = 0,9 (tabella 2.6.I colonna A1 - azione favorevole) -

Per quanto già sopra determinato risulta

Ned< Rtk = 18.38 KN < 25.14 KN

Come si evince dai risultati ottenuti la verifica risulta soddisfatta.

PROFILATO SOGGETTO A FORZE ORIZZONTALI

La condizione più gravosa alla base del palo centrale (profilato Omega Pile Ω) è dovuta alla forza del vento nella configurazione α = 20°, dove si manifestano le seguenti azioni orizzontali, in particolare:

F= 11.54 KN (Valori Positivi)

F= -17,24 KN (Valori Negativo)

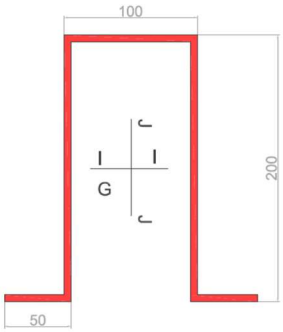
La forza orizzontale massima è: **Fo = F sen α = 17.24 sen** 20° = **5.90 KN** applicata alla quota di attacco tra pannello e montante pari a circa 230 cm. Pertanto alla base del profilato, per il teorema di trasposizione si hanno le seguenti azioni:

Fo= 5.90 KN

M= Fo x h= 5.90 x 2.00= 11.80 KNm

Palo libero di ruotare in testa:

Verifica profilato:



Di seguito si riportano sia le caratteristiche geometriche che inerziali degli elementi, che la classificazione delle sezioni di tutte le parti che compongono la struttura.

Dimensioni	p.	Sv.	Peso	Area	ey	Vy	Jx	Wx
mm	mm	mm	Kg/ml	cm**2**	cm	cm	cm**4**	cm**3**
50x200x100	5	560	21,95	28	10	10	1493	149,3

W1= 149,3 cm3 ***Acciao S355j*** **fyk= 355 N/mmq** γ_{Mo} = 1,05

La resistenza convenzionale di calcolo a flessione è valutata secondo la seguente espressione:

$$M_{C,Rd} = W_{el} f_{yk} / \gamma_{Mo}$$

risulta pertanto $M_{C,Rd}$ **=50,48 KNm**

$$M_{C,Rd} > M_{Ed} \qquad 50{,}48\ KNm > 11.80\ KNm$$

Come si evince dai risultati ottenuti la verifica risulta soddisfatta.

il Tecnico