

<b>COMMITTENTE</b> IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.P.A. Piazzale dell'industria , 40 – 0144 Roma (RM)	  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI	<b>COD. ELABORATO</b> IBER-AVB-RP15
<b>ELABORAZIONI</b> I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico – Via Michele Giua s.n.c. ZI CACIP, 09122 Cagliari Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		<b>PAGINA</b> 1 di 21




## IMPIANTO AGRIVOLTAICO “MERCURIA”

- COMUNE DI BENETUTTI (SS) -




<b>OGGETTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>TITOLO</b> <b>CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE INSEGUITORI SOLARI</b>				
<b>PROGETTAZIONE</b> I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	<b>Gruppo di lavoro:</b> Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile)  Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Dott. Pian. Terr. Andrea Cappai Dott. Agronomo Federico Corona Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Ing. Antonio Dedoni (Rumore) Dott. Geol. Mauro Pompei Dott. Fabio Mancosu Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Ing. Gianluca Melis  Dott. Fabrizio Murru Dott. Nat. Alessio Musu Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Dott.ssa Anna Luisa Sanna (Archeologia) Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru (Flora e vegetazione)				
Cod. pratica 2023/0411 <span style="float: right;">Nome File <b>IBER-AVB-RP15</b> Calcoli preliminari strutture inseguitori solari</span>					
0	15/02/2024	Emissione	GC	GF	IBDR
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>ESEG.</b>	<b>CONTR.</b>	<b>APPR.</b>

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  1 di 21

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ILLUSTRAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>METODO DI CALCOLO E VERIFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>CARICHI DI PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>20</b>

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  2 di 21

## 1 PREMESSA

La Iberdrola Renovables Italia S.p.A. ha in programma la realizzazione di un impianto fotovoltaico con moduli installati su inseguitori solari monoassiali denominato "Mercurìa" in agro di Benetutti nella Provincia di Sassari.

Il presente elaborato contiene i calcoli preliminari delle strutture metalliche e delle opere di fondazione degli inseguitori solari (*tracker*) componenti un impianto agrivoltaico, da realizzarsi con moduli in silicio monocristallino.

La centrale solare in progetto avrà una potenza nominale AC di 31,25 MW, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter, e sarà costituita da n. 749 inseguitori monoassiali (di cui n. 124 da 2x14 moduli FV, n. 110 da 2x28 moduli FV e n.515 da 2x42 moduli FV) per una potenza lato DC pari a 37,024 MW<sub>P</sub>.


Il presente elaborato, redatto in osservanza di quanto stabilito dal D.M. 10/09/2010 e dalla Deliberazione della Giunta Regione Sardegna n. 3/25 del 23/01/2018, contiene i calcoli preliminari delle strutture metalliche e delle opere di fondazione degli inseguitori solari monoassiali (*tracker*), componenti l'impianto agrovoltaico.

Per tali finalità si è fatto riferimento agli schemi costruttivi dei *trackers* monoassiali resi disponibili dai costruttori (*tracker* ComalSpA o di caratteristiche similari) ed ai dati di caratterizzazione dei terreni riportati nella relazione geologica e geotecnica a firma del Dott. Geol. Mauro Pompei.

Si riportano nel seguito i calcoli di verifica delle strutture metalliche di sostegno dei pannelli e delle colonne infisse di fondazione per il modulo più sollecitato, il modulo 2 x 14, di lunghezza pari a circa 20 metri (14 moduli doppi da 1,303 m di larghezza).

Le strutture di questo modulo saranno formate da tre campate e quattro sostegni, campate di lunghezza ciascuna pari a 6.00 m, oltre due sbalzi laterali di lunghezza pari a 100 cm.

Le azioni di progetto sono state ricavate per lo specifico sito di installazione, con riferimento alle indicazioni fornite dalla normativa vigente di settore (Norme Tecniche per le Costruzioni, il D.M. 17/01/2018).

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  3 di 21

## 2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

D.M. 17 gennaio 2018 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 17 gennaio 2018";

Decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246 "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione";

D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle opere di fondazione";

Legge 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";


Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";

UNI EN 1090 – Esecuzione di Strutture in Acciaio e Alluminio. Parte 1 - Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;

AGI - ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA. Raccomandazioni sui pali di fondazione.

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo; esso non è esaustivo, per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.

Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si dovranno applicare le norme più recenti.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  4 di 21

### 3 ILLUSTRAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Il progetto prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico composto da n. 749 inseguitori solari monoassiali (di seguito anche trackers), in configurazione monofila da n. 2x14, 2 x 28 e n. 2x42 moduli, ubicato in Comune di Benetutti (Provincia di Sassari) nella località "Mercuria".

L'inseguitore di dimensioni più sollecitate ha uno di sviluppo pari a circa 20 metri, su tre campate e quattro colonne; i pannelli hanno lunghezza pari a circa 2384 mm e larghezza pari a 1303 mm.

Ogni *tracker* sarà mosso da un motore elettrico comandato da un sistema di controllo che regolerà la posizione più corretta al variare dell'orario e del periodo dell'anno.

La rotazione assiale dei pannelli consente il posizionamento dei pannelli con angolo sull'orizzontale pari a + 55°, 0° e - 55°, configurazioni per le quali si verificano distinte condizioni di carico di progetto.

La caratteristica di questa tipologia di impianto è quella di avere un sensore anemometrico che trasmette apposito segnale di posizionamento dei pannelli ad angolazione nulla sull'orizzontale quando la velocità del vento raggiunge il valore di 50 km/h (13.89 m/sec).

Questo dato è fondamentale per le condizioni di esercizio dell'impianto che sarà soggetto alle condizioni di carico più severe previste dalla normativa vigente solo nella configurazione a riposo, ovvero quella in cui i pannelli sono meno esposti all'azione del vento.


Gli elementi orizzontali principali sono costituiti da tubolari 140x140x6 mm e sono collegati ai montanti mediante degli elementi pressopiegati speciali di fornitura del costruttore.

Il tubolare 140x140x6 mm rappresenta l'asse di rotazione della struttura, l'altezza misurata al mozzo di rotazione sarà di circa 2,40 m dal suolo.

Gli elementi verticali o di sostegno, costituiscono al contempo sia i montanti verticali fuori terra che le fondazioni profonde; per le presenti finalità di calcolo il profilato in acciaio ad omega, o scatolato equivalente, è stato assimilato per caratteristiche di resistenza a un tubolare a sezione chiusa 140x140x6 mm, di altezza pari a circa 240 cm fuori terra e infissi mediante battitura direttamente nel terreno per una profondità pari a circa 150 cm.

L'installazione dei sostegni prevedrà l'esecuzione di un preforo di profondità indicativa 1450 mm e diametro variabile, l'infissione del profilo tramite macchina battipalo, il riempimento del foro con il terreno di risulta della trivellazione costipato e l'eventuale esecuzione di collare in boiacca come rifinitura.


Si conducono nel seguito le verifiche strutturali degli elementi metallici previsti nel progetto, riportando precedentemente le modalità di calcolo seguite, i sovraccarichi considerati, nonché le normative tecniche di riferimento utilizzate.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  5 di 21

#### 4 METODO DI CALCOLO E VERIFICA

È stato utilizzato il metodo degli Stati Limite applicandolo così come previsto dalle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018).

Considerando i valori modesti delle masse strutturali e non strutturali presenti, considerato il modesto rischio sismico per il territorio della regione Sardegna, nel seguito non è stato considerato l'effetto delle azioni sismiche, si rimanda alle fasi progettuali più avanzate per la definizione delle azioni sismiche di progetto.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  6 di 21

## VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO:

Tipo di costruzione: 2 (opere ordinarie)

Vita nominale:  $V_N \leq 50$  anni

Classe d'uso: II

Periodo di riferimento:  $V_R = 50$  anni

## CLASSE DI ESECUZIONE

(ai sensi della UNI EN 1090)

Classe di conseguenze: CC2

Categoria di Servizio: SC1

Categoria di Produzione: PC1

CLASSE DI ESECUZIONE: **EXC2**

## CARATTERISTICHE DEI MATERIALI:

PROFILI LAMINATI SECONDO UNI EN 10025:

S 275 JR  $f_y = 27.50 \text{ kN/cm}^2$

**UNIONI BULLONATE:**

Bulloni ad alta resistenza:

(vite cl. 8.8 - dado cl. 8 - secondo UNI EN 15048)


$f_{tb} = 80 \text{ kN/cm}^2$

$\gamma_{M2} = 1.25$

**UNIONI SALDATE:**

livello di qualità: C

(secondo UNI EN ISO 5817)

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  7 di 21

## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

I calcoli strutturali delle fondazioni fanno riferimento ai dati contenuti nella relazione geologica e geotecnica redatta dal Dott. Geol. Mauro Pompei.

Gli areali che ospiteranno le opere in progetto presentano differenti materiali:

A – Suoli e detriti eluvio colluviali	spessore 0.10 / 1.50 m
B – Sabbie, arenarie e conglomerati	spessore 0.00 / 20 m
C – Basamento lapideo	spessore ettometrico

Salvo i necessari ed obbligatori accertamenti da condursi nella fase più avanzata della progettazione, per l'intervento in progetto si fa riferimento ai terreni individuati nelle stratigrafie A e B, che si prevede interagiscano direttamente con le fondazioni.

### **STRATO A**

Suoli argillosi e subordinatamente limosi


– Peso di volume naturale	$\gamma = 17,00 \div 17,50 \text{ kN/m}^3$
– Coesione	$c = 0,15 \div 0,20 \text{ daN/cm}^2$
– Angolo di resistenza al taglio	$\varphi = 26 \div 28^\circ$
– Modulo Elastico	$E_{el} = 50 \div 70 \text{ daN/cm}^2$

### **STRATO B**

Sabbie, arenarie e conglomerati

– Peso di volume naturale	$\gamma = 19,00 \div 19,50 \text{ kN/m}^3$
– Coesione	$c = 0 \div 0,20 \text{ daN/cm}^2$
– Angolo di resistenza al taglio	$\varphi = 30 \div 36^\circ$
– Modulo Elastico	$E_{el} = 350 \div 400 \text{ daN/cm}^2$



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  8 di 21

## 6 CARICHI DI PROGETTO

Per la definizione delle azioni di progetto si è fatto riferimento ai dati contenuti nelle specifiche tecniche del costruttore dei *tracker*, proprietaria del brevetto degli inseguitori solari di riferimento per la progettazione.

### 1 - PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI


#### CARICHI PERMANENTI:

##### PESI PROPRI STRUTTURALI

Palo Tubolare 140x140x6mm	250 N/m
Traverso Tubolare 140x140x6mm	250 N/m

##### CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Pannelli fotovoltaici compreso fissaggi (dim. 2384 x1303 mm)	150 N/m <sup>2</sup>
--	----------------------

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  9 di 21

## 2 - AZIONE DEL VENTO

La pressione del vento in condizioni di esercizio massimo dell'impianto ( $V < 50$  km/h) si applica alla configurazione geometrica di pannello inclinato di  $55^\circ$  (Configurazione A).

La pressione del vento massima di normativa sul sito in esame si applica alla configurazione geometrica di pannello orizzontale (Configurazione B).

Sito installazione: Regione Sardegna - Provincia Nuoro–Benetutti

$$a_{s, \max} = 300 \text{ m}$$

Tempo di ritorno 50 anni

Zona Climatica di riferimento = 5

$$a_0 = 750 \text{ m}$$

$$v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

$$k_s = 0.40$$

per  $a_s > a_0$

$$v_b = v_{b,0} \times C_a$$

$$C_a = 1 + k_s (a_{s, \max} / a_0 - 1)$$

per  $a_s < a_0$

$$v_b = v_{b,0}$$

$$q_b = v_b^2 \times 0.625$$

$$p = q_b \times C_e \times C_p \times C_d$$

Classe di rugosità = D

Categoria di esposizione = II

$$z_{\min} = 4 \text{ m}$$


$$k_r = 0.19$$

$$z_0 = 0.05 \text{ m}$$

$$z = 5.00 \text{ m}$$

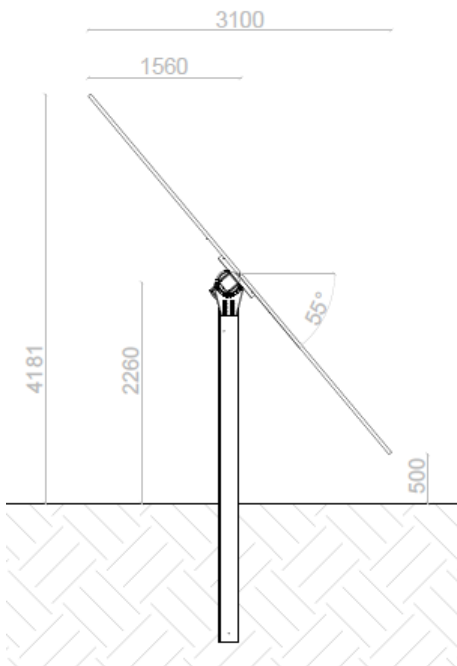
$$C_e(z) = k_r^2 \times \ln(z/z_0) \times ((7 + \ln(z/z_0))) = 1.93$$

$$C_e = 1.93$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  10 di 21

## CONFIGURAZIONE A

$\alpha = 55^\circ$



$$V_b = V_{\max} = 13.89 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0.12 \text{ kN/m}^2$$


$$C_e = 1.93$$

$$C_d = 1$$

$$C_t = 1$$

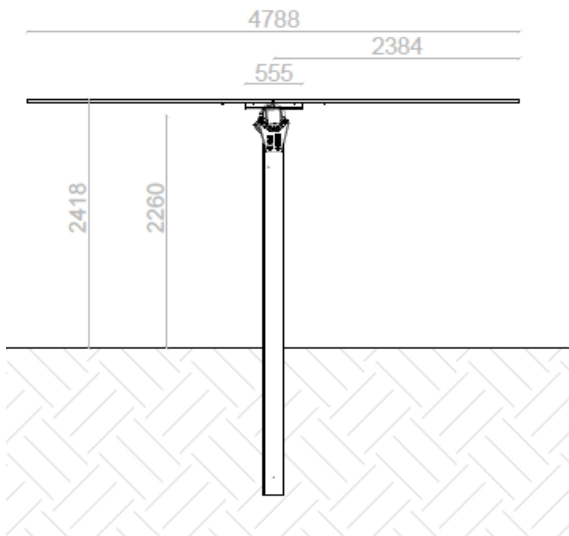
$$C_p = 1.115 \text{ (valore fornito dal costruttore su base di indagini specifiche)}$$

$$p_{VA} = 0.26 \text{ kN/m}^2$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  11 di 21

## CONFIGURAZIONE B

$$\alpha = 0^\circ$$



$$v_b = v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0.49 \text{ kN/m}^2$$


$$C_e = 1.93$$

$$C_d = 1$$

$$C_t = 1$$

$$C_p = 0.785 \text{ (valore fornito dal costruttore su base di indagini specifiche)}$$

$$p_{VB} = 0.74 \text{ kN/m}^2$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIÀ" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  12 di 21

### 3 - AZIONE DELLA NEVE AL SUOLO

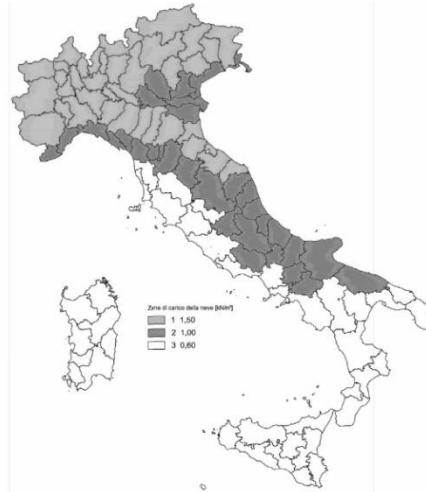


Fig. 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

#### SITO COSTRUZIONE: BENETUTTI - NUORO

Altitudine del sito  $a_s$ :

$a_s = 300$  m.s.l.m.

#### REGIONE SARDEGNA - ZONA III

per  $a_s < 200$


$$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

per  $a_s > 200$

$$q_{sk} = 0.51 \times (1 + (a_s / 481)^{1/2})$$

$$q_{sk} = 0.92 \text{ kN/m}^2$$

Periodo di ritorno: 50 anni

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  13 di 21

$$q_s = \mu_1 \times q_{sk} \times C_e \times C_t$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

## CONFIGURAZIONE A

$$\alpha = 55^\circ$$

$$\mu_1 = 0.8 \times (60 - \alpha) / 30$$

$$\mu_1 = 0.1333$$


$$q_{NA} = 0.13 \text{ kN/m}^2$$

## CONFIGURAZIONE B

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\mu_1 = 0.8$$

$$q_{NB} = 0.74 \text{ kN/m}^2$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  14 di 21

## 7 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

### A - TRAVE PRINCIPALE - TUBO QUADRO 140 x 140 x 6 - S275

Si schematizza una trave continua su quattro appoggi, di complessive tre campate di lunghezza ciascuna pari a 6.00 metri, oltre due sbalzi laterali di luce pari a 1.00 metri.

Nella Configurazione A l'angolo di inclinazione sull'orizzontale è pari a 55°, nella Configurazione B l'angolo di inclinazione sull'orizzontale è pari a 0°.

### CONFIGURAZIONE A

$$\alpha = 55^\circ$$

$$g_1 = p.p. = 0.25 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 0.15 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{vA} = 0.26 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{nA} = 0.13 \text{ kN/m}^2$$

$$l_1 = 100 \text{ cm}$$

$$l_2 = 600 \text{ cm}$$

$$b = 480 \text{ cm (larghezza 2 pannelli)}$$

$$W_x = 135 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 135 \text{ cm}^3$$

Verifiche SLU:


$$Q = 1.5 \times (0.15 + 0.26 + 0.5 \times 0.13 \times \cos 55^\circ) = 0.67 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 1.3 \times 0.25 + Q \times b = 3.55 \text{ kN/m}$$

$$M_1 = q \times l_1^2 / 2 = 1.78 \text{ kNm}$$

$$M_2 = q \times l_2^2 / 8 = 15.98 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = 15.98 \text{ kNm}$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  15 di 21

$$M_R = W \times f_d$$

Acciaio da carpenteria: S 275

$$\gamma_m = 1.05$$

$$f_y = 27.50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_d = 26.19 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_R = 35 \text{ kNm}$$

SLU - Flessione

$$M_{\max} / M_R = 0.46$$

verifica soddisfatta

SLU – Taglio sugli appoggi

$$T_A = 0.5 \times q \times l = 10.65 \text{ kN}$$

$$\tau_{\max} = T_A / 2 \times h \times s = 0.63 \text{ kN/cm}^2 < f_v$$

verifica soddisfatta

## CONFIGURAZIONE B

$$\alpha = 0^\circ$$

$$g_1 = p.p. = 0.25 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 0.15 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{vB} = 0.74 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{nB} = 0.74 \text{ kN/m}^2$$

$$l_1 = 100 \text{ cm}$$


$$l_2 = 600 \text{ cm}$$

$$b = 480 \text{ cm (larghezza 2 pannelli)}$$

$$W_x = 135 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 135 \text{ cm}^3$$



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  16 di 21

Verifiche SLU:

$$Q = 1.5 \times (0.15 + 0.74) = 1.34 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 1.3 \times 0.25 + Q \times b = 6.76 \text{ kN/m}$$

$$M_1 = q \times l_1^2 / 2 = 3.38 \text{ kNm}$$

$$M_2 = q \times l_2^2 / 8 = 30.42 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = 30.42 \text{ kNm}$$

$$M_R = W \times f_d$$

Acciaio da carpenteria: S 275

$$\gamma_m = 1.05$$

$$f_y = 27.50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_d = 26.19 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{R_x} = 35 \text{ kNm}$$

SLU - Flessione

$$M_{\max} / M_R = 0.87$$


verifica soddisfatta

SLU – Taglio sugli appoggi

$$T_A = 0.5 \times q \times l = 20.28 \text{ kN}$$

$$\tau_{\max} = T_A / 2 \times h \times s = 1.21 \text{ kN/cm}^2 < f_v$$

verifica soddisfatta

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  17 di 21

## B - COLONNA MONTANTE - TUBO QUADRO 140 x 140 x 6 - S275

Si schematizza una trave incastrata al piede, mediante infissione sul terreno per battitura alla profondità di 150 cm, caricata in testa dalle azioni trasmesse dalla trave continua di sostegno dei pannelli.

La configurazione geometrica più sfavorevole è la Configurazione A con inclinazione dei pannelli pari a 55° sull'orizzontale.

### CONFIGURAZIONE A

$$\alpha = 55^\circ$$

$$g_1 = p.p. = 0.25 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 0.15 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{vA} = 0.26 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{nA} = 0.13 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 240 \text{ cm}$$

$$W = 135 \text{ cm}^3$$

$$A = 30 \text{ cm}^2$$

$$q = 3.55 \text{ kN/m}$$

Reazione d'appoggio trave principale  $V_A$

$$V_A = q \times l = 21.30 \text{ kN}$$

Azione orizzontale in testa H


$$H = V_A \cos 55 = 12.22 \text{ kN}$$

Azione verticale in testa N

$$N = V_A \sin 55 = 17.45 \text{ kN}$$

Momento di trasporto al piede della colonna M

$$M = H \times 2.40 = 29.33 \text{ kNm}$$

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  18 di 21

Verifiche SLU:

$$\sigma = N / A + M / W$$

$$\sigma = 0.58 + 21.73 = 22.31 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = H / 2 \times h \times s = 0.73 \text{ kN/cm}^2$$

Acciaio da carpenteria: S 275


$$\gamma_m = 1.05$$

$$f_y = 27.50 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_d = 26.19 \text{ kN/cm}^2$$

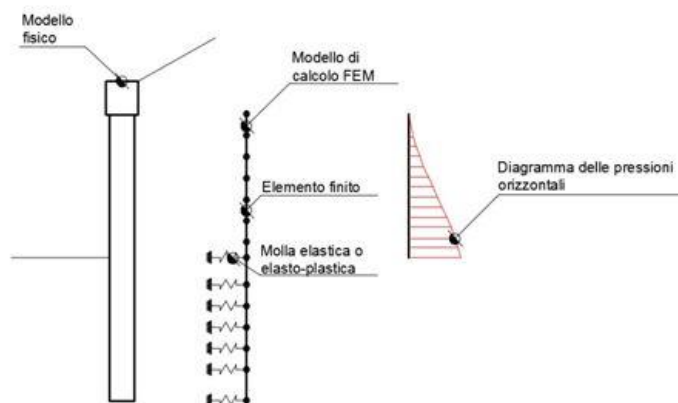
$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3\tau^2)^{1/2} = 22.35 \text{ kN/cm}^2 < f_v$$

verifica soddisfatta

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURIA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  19 di 21

## 8 VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE

La verifica di resistenza del palo infisso è stata svolta in via preliminare in analogia alla verifica degli elementi metallici infissi per la protezione dei fronti di scavo.



Schema del modello di calcolo del palo infisso

Il profilo metallico in progetto è stato schematizzato come soggetto ad un fronte di scavo di altezza pari a 150 cm che produce una spinta orizzontale superiore a quella prodotta dai tracker.


È stato considerato agente in testa al palo il valore delle azioni prodotte dai tracker ed il momento di trasporto alla base.

Le verifiche sono state svolte con riferimento alla caratterizzazione dei depositi di sabbie e arenarie, composizione che rappresenta maggiormente le aree di sedime.

I parametri geotecnici dei terreni di fondazione garantiscono alti valori di resistenza a compressione e buona rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali.

Le verifiche hanno fornito esito positivo, le azioni resistenti del terreno sono sempre superiori alle azioni agenti, gli spostamenti trasversali sono trascurabili.

Sarà opportuno condurre una campagna di prove dirette di infissione di pali pilota per calibrare ulteriormente i parametri geotecnici ed eventualmente adattare o modificare i profili metallici da infiggere alle esigenze operative di posa in opera.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> IMPIANTO AGRIVOLTAICO "MERCURÌA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  IBER-AVB-RP1
	<b>TITOLO</b> RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	<b>PAGINA</b>  20 di 21

## 9 CONCLUSIONI

La verifica di resistenza delle strutture metalliche a sostegno dei pannelli FV ha fornito esito positivo, si rimanda alla fase esecutiva dei calcoli per adattare o modificare la geometria dei profili per eventuali esigenze costruttive di dettaglio.