

Impianto di produzione di energia elettrica agrivoltaico di potenza nominale pari a 71,05 MWp situato nei Comuni di Troia (FG), Lucera (FG) e Biccari (FG) e relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Troia (FG), in provincia di Foggia

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

Nov. 2023	00	Richiesta A.U.	GIORGIO MARIA RESTAINO	PATRIZIA RUBERTO	DOMENICO ANTONIO NUZZOLO
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
 <p>iren green generation Iren Green Generation Tech s.r.l.</p>			H004_FV_BCR_00110		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
 <p>TENPROJECT</p> <p>sede legale e operativa San Martino Sannita (BN) Loc. Chianarile snc Area Industriale sede operativa Lucera (FG) via A. La Cava 114 P.IVA 01465940623 Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873</p> <p>Il Progettista Dott. Ing. Domenico Antonio NUZZOLO</p> 			SEZIONE 9 00110_Relazione di calcolo preliminare sulle strutture		

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Descrizione del progetto	4
3	Descrizione delle tipologie strutturali ipotizzate	6
3.1	Strutture di sostegno dei moduli FTV	6
3.2	La modellazione della struttura	9
3.3	I materiali utilizzati	11
3.4	Carichi di progetto – Azione del vento §3.3 NTC 2018	12
3.5	Analisi dei risultati	18
4	Cabine di distribuzione MT e Control Room.....	21
4.1	Edificio Utente in SSE	22
4.2	Recinzione sottostazione AT/MT.....	22

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H004_FV_BCR_00110</p>	Pagina 3 / 23
		Numero Revisione
		00

1 Premessa

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere le opere strutturali necessarie per la realizzazione dell'impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica. In particolare si individueranno e descriveranno, in via preliminare, le varie tipologie strutturali ipotizzate per il sostegno dei moduli fotovoltaici, per le cabine elettriche, per il recinto della sottostazione AT/MT e per le fondazioni delle apparecchiature AT.

2 Descrizione del progetto

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto di tipo agrivoltaico di potenza nominale pari a 71,05 MWp da installarsi in provincia di Foggia, nei territori comunali di Troia, Lucera e Biccari.

Proponente dell'iniziativa è la società Iren Green Generation Tech s.r.l.

L'impianto consta di sedici campi che si sviluppano nella parte settentrionale del territorio di Troia, interessando anche le zone immediatamente limitrofe di Biccari e Lucera. Gli stessi sono collegati a mezzo di un cavidotto MT interrato che si diparte dalla cabina di raccolta presente all'interno del Campo 14 e che arriva fino alla stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV di utenza sita alla località "Monsignore" del comune di Troia. In particolare, per la connessione alla rete RTN sarà realizzato il prolungamento del sistema sbarre in AT 150 kV, all'interno dell'esistente stazione elettrica condivisa e di trasformazione.

La viabilità locale garantisce l'accesso anche a mezzi di portata e dimensione superiore agli autoveicoli, ed in particolare l'area nord è servita dalla SP 132 e quindi da una strada locale che si interseca con quest'ultima, mentre l'area sud è servita dalla SP 125, anch'essa collegata ad una strada locale che lambisce le aree di impianto.

Il progetto proposto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

Si prevede l'occupazione di una superficie pari a circa 157,73 Ha, tutti ricadenti in aree agricole; la vegetazione presente al momento delle ispezioni e dei rilievi in sito (estate/autunno 2023) risulta infatti costituita da ampie distese di colture estensive ad indirizzo cerealicolo con presenza elevata di uno strato erbaceo caratterizzato, a livello intercalare, da malerbe infestanti di natura spontanea.

Dal punto di vista della tutela del paesaggio, le aree sono ricomprese all'interno dell'unità paesaggistica denominata "Tavoliere" (Ambito 3 del PPTR).

Sono previste opere di mitigazione, consistenti in una fascia arbustiva perimetrale e di piante arboree nella zona a nord; a tal proposito, le specie vegetali saranno di tipo autoctono in modo da ottenere una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori e l'impiego di piante con predisposizione mellifera. Il progetto prevede infatti la realizzazione di una recinzione perimetrale del parco, con messa a dimora a distanza di 50 cm dalla stessa, di una siepe arbustiva per tutta la sua lunghezza (solo in alcuni tratti dei cluster a nord, in prossimità di alcune strade di passaggio, verranno utilizzate essenze arboree ed in particolare piante di *Olea europea*). La siepe "arbustiva" sarà realizzata con specie vegetali ad attitudine mellifera, che nell'arco di pochi anni andranno a costituire una "barriera verde".

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende praticare nella fascia di mitigazione arbustiva dell'impianto un progetto di apicoltura con Api Mellifere (ape comune) e relativo bio-monitoraggio ambientale. Si è ritenuto opportuno

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H004_FV_BCR_00110</p>	Pagina 5 / 23
		Numero Revisione
		00

l'introduzione di un progetto di apicoltura nelle aree di intervento, non solo per sfruttare al meglio lo spazio a disposizione con una altra attività produttiva (produzione di miele), ma anche per il ruolo svolto dalle api nell'ecosistema.

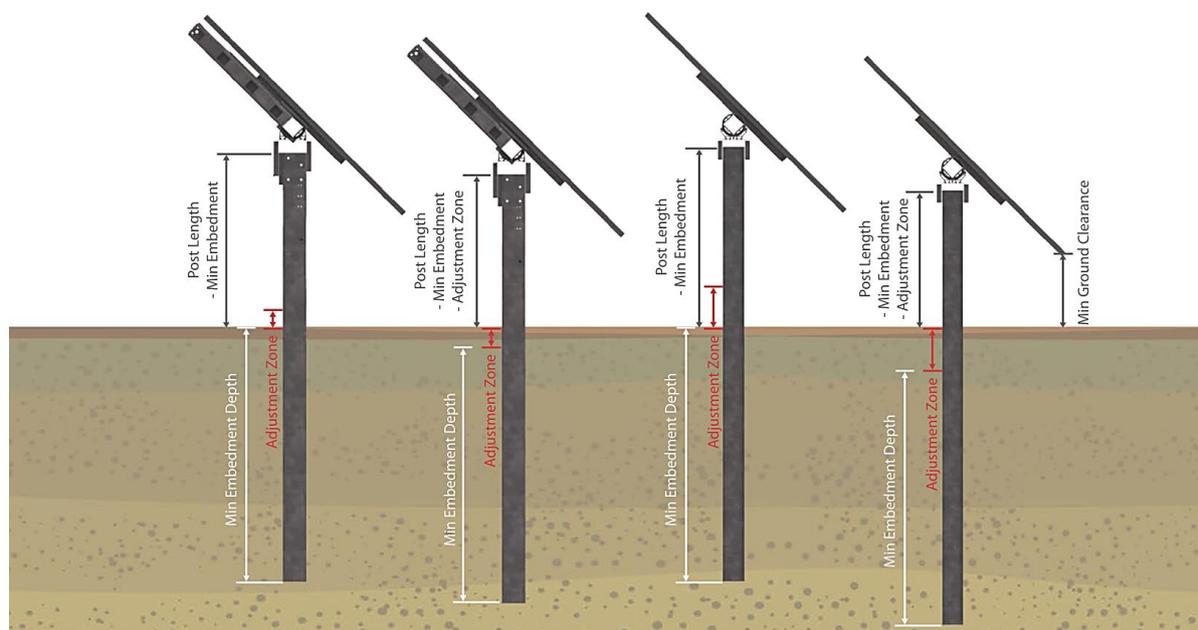
3 Descrizione delle tipologie strutturali ipotizzate

La modellazione degli elementi strutturali è stata eseguita con il software MasterSap dotato del solutore agli elementi finiti LiFE concesso in licenza alla GVC srl (del quale si allega validazione del solutore) per le strutture in elevazione e con il software API++ concesso in licenza alla GVC srl per le strutture di fondazione (del quale si allega validazione del solutore).



3.1 Strutture di sostegno dei moduli FTV

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici (tracker) sono composte telai metallici, pali di sostegno e trave di collegamento superiore, trattati superficialmente con zincatura a caldo, per una maggiore durata nel tempo. Gli elementi di sostegno garantiscono l'ancoraggio al terreno senza l'ausilio di opere di fondazione in calcestruzzo.



Le strutture saranno dimensionate per resistere ai carichi trasmessi dai pannelli e alle sollecitazioni esterne alle quali vengono sottoposte in condizione ordinaria e straordinaria (vento, neve...). L'innovativo sistema di backtracking (monitoraggio a ritroso) controlla e assicura che una serie di pannelli non ombreggi gli altri adiacenti quando l'angolo di elevazione del sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata, l'auto-ombreggiamento automatico tra le file dei tracker potrebbe, infatti, potenzialmente ridurre l'output del sistema (produzione globale annuale).

Ogni fila è dotata di un attuatore lineare e un clinometro elettronico: l'attuatore lineare viene mosso da un motore 12 Vdc con un assorbimento di corrente di 10 A; questa unità è alimentata a corrente continua ed è dotata di tecnologia brushless ad alta efficienza, quindi a basso riscaldamento e senza condensatore elettrolitico. L'automazione è garantita da una scheda elettronica protetta da una scatola resistente ai raggi UV, grado IP65. I tracker lavorano tramite un algoritmo che fornisce una fase di backtracking mattutino da 0° a $+52^\circ$ e analogamente una fase di backtracking serale da -52° a 0° , il sistema calcola l'angolo ottimale evitando l'ombreggiatura dei pannelli. Durante la fase centrale di "Tracking Diretto" da $+52^\circ$ a -52° , il sistema insegue l'angolo ottimale per il tracker con un errore massimo uguale al valore impostato. È possibile modificare e impostare i parametri di controllo per adattare il sistema alle caratteristiche del sito locale e per ottimizzare la produzione di energia solare.

La soluzione di supporto per la posizione dell'attuatore è realizzata con boccia in bronzo a basso attrito, fissata mediante l'utilizzo di opportuni dadi su un supporto in acciaio, i perni di rotazione sono invece realizzati in acciaio inossidabile (nitruato); l'accoppiamento dei materiali permette una buona resistenza alla corrosione elettrochimica.

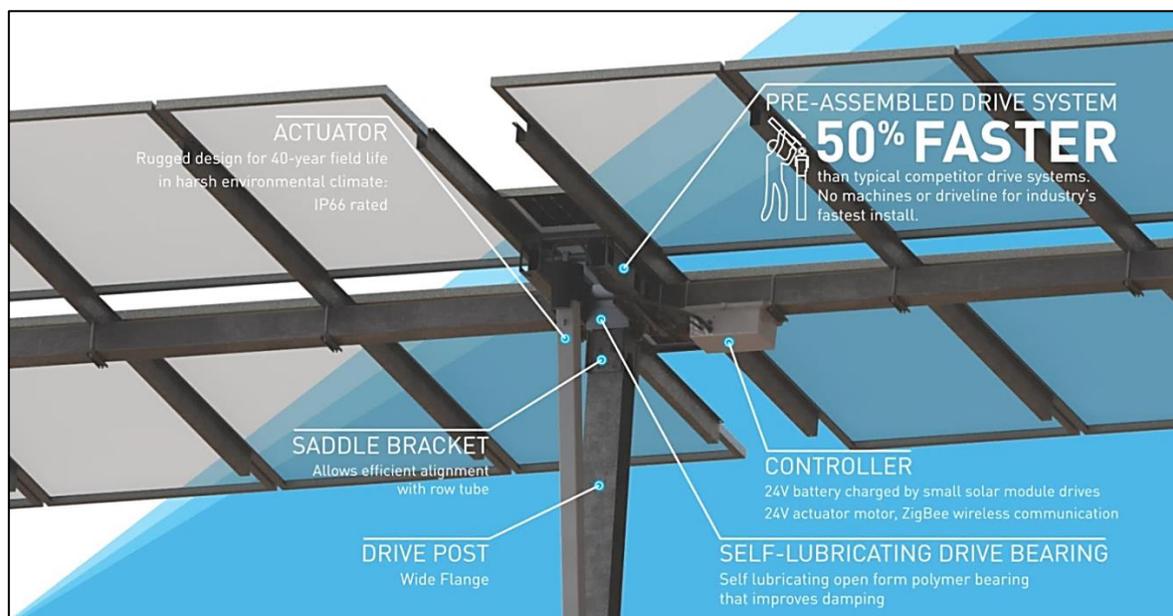
La soluzione costruttiva della struttura del tracker consente l'installazione su un suolo con pendenza

al 7-15%, l'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura; ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore. Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente "fattore di forma".

La parte in elevazione delle strutture è composta da pochi elementi da montare rapidamente in loco mediante fissaggi meccanici. I componenti metallici sono:

- elemento verticale completamente saldato
- profili di supporto moduli;
- controventature;
- inserti di ancoraggio.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene eseguito con bulloneria in acciaio inossidabile evitando quindi fenomeni di corrosione. Le fondazioni sono a secco, pertanto viene utilizzata l'infissione a battere, ove non possibile, preforatura con successiva martellatura. I pali sono realizzati in acciaio S 355 JR più adatto per essere martellato senza deformazioni, la profondità di infissione sarà determinata in funzione delle sollecitazioni e delle caratteristiche meccaniche del terreno.

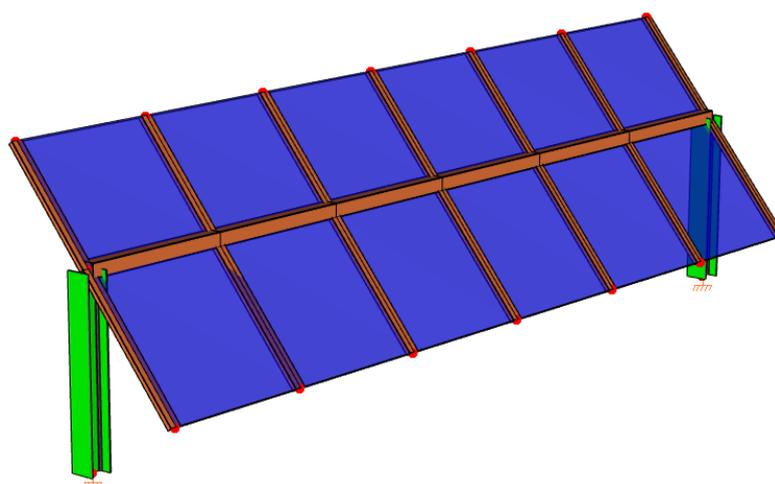




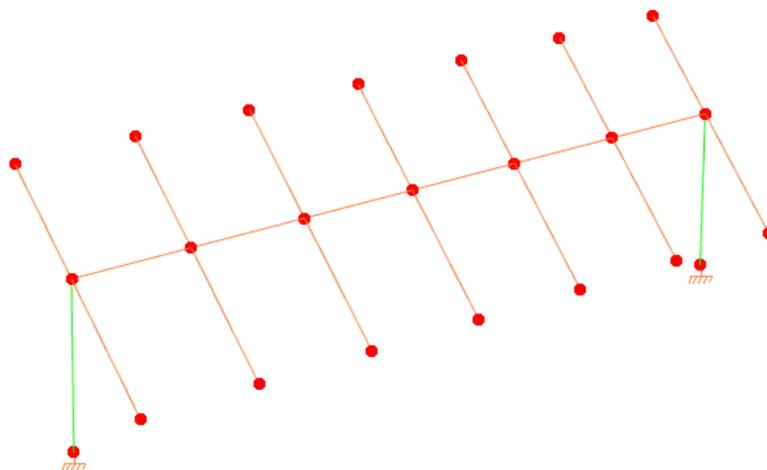
Esempi di campi fotovoltaici in terreni simili a quelli di progetto

La durabilità dei materiali metallici è garantita dal trattamento superficiale di zincatura a caldo come da normativa EN ISO 1461:2009.

3.2 La modellazione della struttura



Modello solido della struttura



Modello wireframe struttura

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche, sono state adeguatamente valutate, interpretate e trasferite nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi “beam”, il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all’estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi “truss” oppure con elementi “beam” opportunamente svincolati. Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi “shell” a comportamento flessionale e membranale, vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d’appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliante dei materiali per considerare l’effetto di fenomeni fessurativi nei materiali. E’ stata impiegata un’analisi statica in campo lineare conforme alle NTC 2018. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite. Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura; La procedura di calcolo adoperata, basata sul software MasterSap per il calcolo dello stato tensio/deformativo della struttura, su MasterVer EC3 per le verifiche degli elementi in acciaio si articola nel modo seguente:

- Costruzione del modello di calcolo adoperando una modellazione con elementi frame (travi e pilastri) e truss per tirante/puntone (ambiente MasterSap);
- Messa a punto della combinazione di carico sismica allo SLV che ha portato in conto carichi propri e permanenti combinati con l'azione sismica secondo lo spettro di progetto specificato ai punti precedenti (ambiente MasterSap);
- Calcolo delle sollecitazioni massime agenti sulla struttura (involuppo delle combinazioni di carico statiche e sismiche) in condizioni ultime e di esercizio (ambiente MasterSap);
- Verifica degli elementi in acciaio con il modulo MasterVer EC3

3.3 I materiali utilizzati

Riferimenti:

- D.M. 17.01.2018, par. 4.2.1.1, par 11.3.4
- UNI EN 10025-2:2005: Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali.

Proprietà dei materiali per la fase di analisi strutturale

- Modulo Elastico: $E = 2.100.000 \text{ kg/cm}^2$ (210.000 N/mm^2)
- Coefficiente di Poisson: $\nu = 0.3$
- Modulo di elasticità trasversale: $G = E / [2*(1+\nu)]$ (N/mm^2)
- Coefficiente di espansione termica lineare: $\alpha = 12*10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (per $T < 100^{\circ}\text{C}$)
- Densità: $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

	S235	S275	S355	S450
TENSIONE DI ROTTURA	360 N/mm ²	<u>430 N/mm²</u>	510 N/mm ²	550 N/mm ²
TENSIONE DI SNERVAMENTO	235 N/mm ²	<u>275 N/mm²</u>	355 N/mm ²	440 N/mm ²

ACCIAIO PER BULLONI, DADI E BARROTTI:

Acciaio ad alta resistenza classe 8.8

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

3.4 Carichi di progetto – Azione del vento §3.3 NTC 2018



Zona di riferimento per il calcolo

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

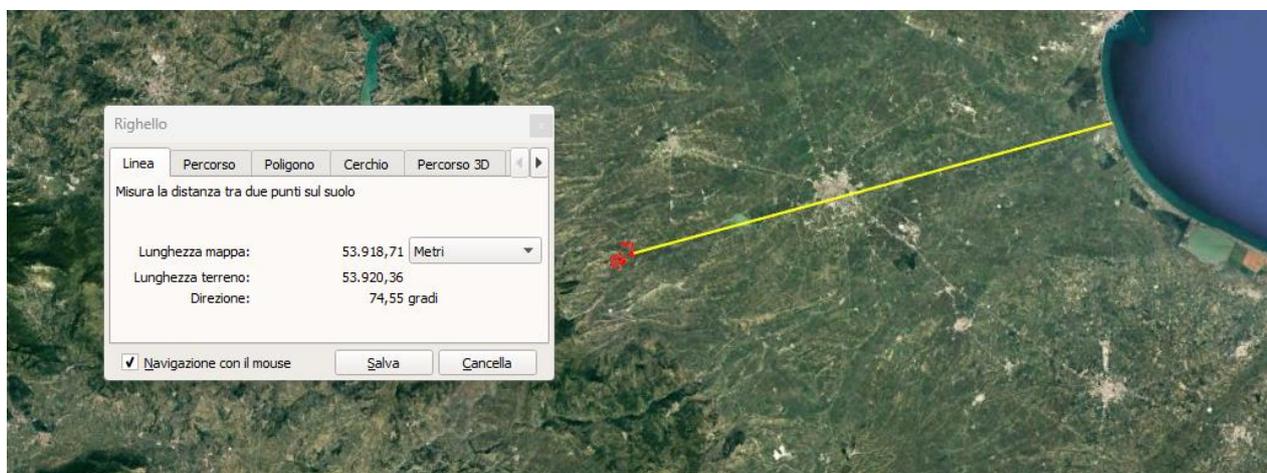
Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, 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

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).

Definizione della classe di rugosità del terreno



Distanza del sito di progetto dalla costa

ZONE 1,2,3,4,5					
	2 km	10 km	30 km	500m	750m
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	IV	IV
D	I	II	II	II	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
Categoria IV in zona 1

ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

ZONA 6				
	2 km	10 km	30 km	500m
A	--	III	IV	V
B	--	II	III	IV
C	--	II	III	IV
D	I	I	II	II

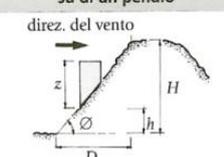
ZONE 7,8		
	1.5 km	0.5 km
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*

* Categoria II in zona 8
Categoria III in zona 7

Determinazione della categoria di esposizione

COEFFICIENTE TOPOGRAFICO

Il coefficiente topografico C_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane. Nel caso in esame è stato posto $C_t=1$. Si precisa comunque che nel caso di costruzioni ubicate in prossimità di pendii isolati o sommità di colline, il coefficiente di topografia può essere valutato dal progettista con analisi più approfondite. Di seguito si riportano alcuni casi particolari che necessitano di analisi approfondite.

Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina		Costruzioni ubicate sul livello superiore		Costruzioni ubicate su di un pendio			
							
$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$		$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0,1 \cdot \frac{x}{H}\right) \geq 1$		$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \frac{h}{H}$			
Coefficiente β			Coefficiente γ				
per:	$\frac{z}{H} \leq 0,75$	$0,75 \leq \frac{z}{H} \leq 2$	$\frac{z}{H} \geq 2$	per:	$\frac{H}{D} \leq 0,10$	$0,10 < \frac{H}{D} \leq 0,30$	$\frac{H}{D} > 0,3$
β	$\beta = 0,5$	$\beta = 0,8 - 0,4 \cdot \frac{z}{H}$	$\beta = 0$	γ	$\gamma = 0$	$\gamma = 5 \left(\frac{H}{D} - 0,10\right)$	$\gamma = 1$

Variabili per la definizione del coefficiente topografico

COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per altezze non maggiori di $z=200\text{m}$ valgono le seguenti espressioni.

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

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

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0.20	0.10	5.00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1.71	$z < 5.00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	1.71	$z = 0.00$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1.88	$z = 6.60$

COEFFICIENTE DINAMICO

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti gli 80m 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 data la natura delle opere strutturali il coefficiente è stato posto pari a 1.

COEFFICIENTE DI FORMA

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

I VALORI DELL'AZIONE DEL VENTO

Normativa: D.M. 17/01/2018 (NTC 2018, Circolare 17/01/2019, n.7)

La pressione del vento è calcolata secondo l'espressione:

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

Provincia: Foggia

Zona: 3

Altitudine: 300 m s.l.m

Tempo di ritorno T_r : 50 anni;

Velocità di riferimento $v_r(T_r)$: 27 m/s

Pressione cinetica di riferimento q_r : 46.49 Kg/m²

Altezza della costruzione z : 150 m (z_{min} : 4m)

Distanza dalla costa: Terra, oltre i 40 km dalla costa, sotto i 500 m

Classe di rugosità del terreno: D

Categoria di esposizione del sito: II

Coefficiente topografico c_s : 1

Coefficiente dinamico c_d : 1



Coefficiente di esposizione $c_e(z)$:

$c_e(z_{min} = 4m)$: 1.8

$c_e(z = 150m)$: 4.34

Tettoia a falda singola

Tettoia senza ostruzioni ($\phi = 0$)

Angolo di inclinazione della falda: 30°

Superficie della tettoia: 18 m²

Vento perpendicolare alla linea di colmo

$C_{r(positivo)}$: 1.2

$C_{r(negativo)}$: -1.8

Vento parallelo alla linea di colmo

$C_{r(positivo (\phi=0))}$: 0.2

$C_{r(negativo (\phi=0))}$: -0.5

Forza del vento con coefficiente di forma $c_s = -1.8$

$F(z_{min} = 4 m) = -2712.24 \text{ Kg}$

$F(z = 150 m) = -6533.48 \text{ Kg}$

Forza del vento con coefficiente di forma $c_s = -0.5$

$F(z_{min} = 4 m) = -753.4 \text{ Kg}$

$F(z = 150 m) = -1814.86 \text{ Kg}$

Forza del vento con coefficiente di forma $c_s = 0.2$

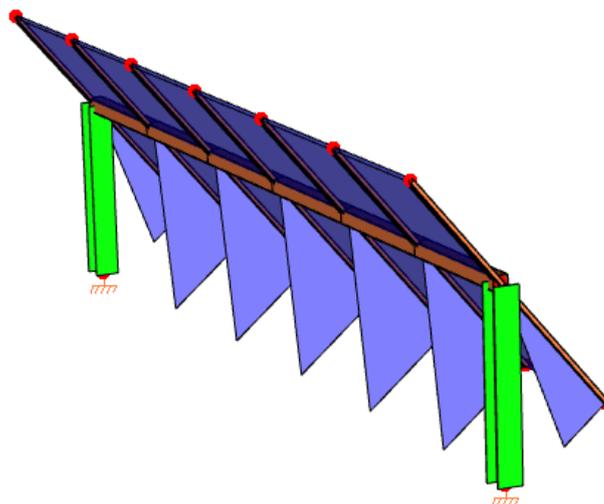
$F(z_{min} = 4 m) = 301.36 \text{ Kg}$

$F(z = 150 m) = 725.94 \text{ Kg}$

Forza del vento con coefficiente di forma $c_s = -1.8$

$F(z_{min} = 4 m) = -2712.24 \text{ Kg}$

$F(z = 150 m) = -6533.48 \text{ Kg}$



Azione del vento sulle vele fotovoltaiche

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Carichi totali	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 2	1.500

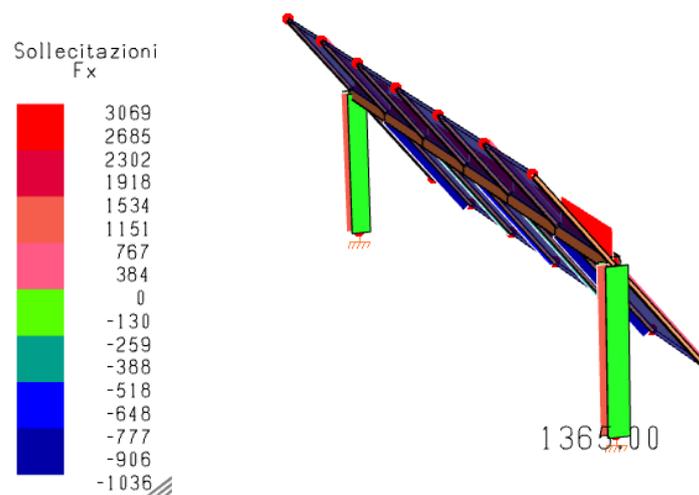
COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	1.000
3	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.200
4	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.000

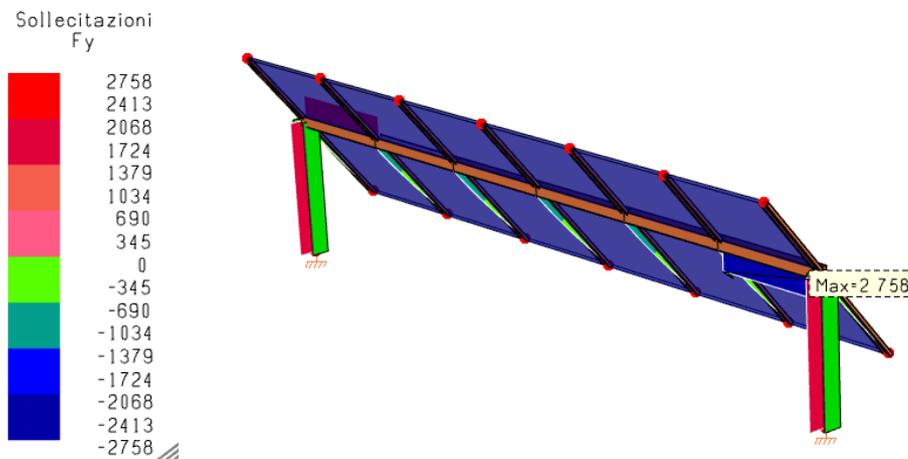
3.5 Analisi dei risultati

Di seguito si riportano le sollecitazioni agenti sulla struttura in esame

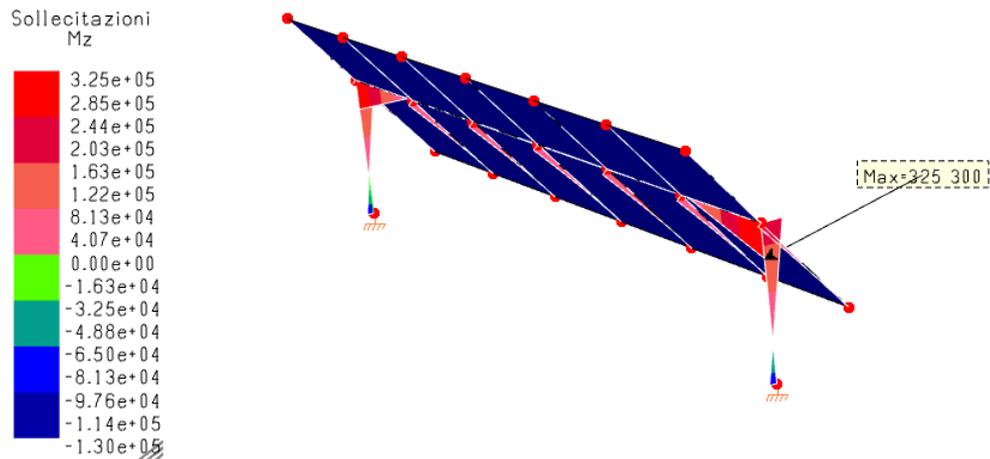
SFORZO NORMALE (FORZA DI UPLIFT) [kg]



SFORZO TAGLIO [kg]



MOMENTO Mz [kg*cm]



La verifica ha riguardato la pressoflessione degli elementi verticali, la flessione della trave orizzontale e lo sfilamento degli elementi verticali.

PRESSOFLESSIONE DEGLI ELEMENTI VERTICALI

Gli elementi verticali sono sottoposti ad un momento flettente pari a:

$$M_{\max} = 22.67 \text{ kN*m}$$

Mentre il valore del momento di snervamento della sezione con un tipo di acciaio (già precedentemente menzionato) S355 è pari a:

$$M_{\text{snerv}} = 77.28 \text{ kN*m}$$

il rapporto tra i due momenti fornisce l'indice di resistenza della sezione che nel caso in esame è pari a 3.40, valore considerato accettabile in fase di dimensionamento preliminare.

	ID Documento Committente H004_FV_BCR_00110	Pagina 20 / 23
		Numero Revisione
		00

FLESSIONE DEGLI ELEMENTI ORIZZONTALI

Per quel che concerne la verifica della flessione degli elementi orizzontali, la procedura risulta essere la medesima degli elementi verticali. Si ottiene quindi un valore del momento massimo agente pari a:

$$M_{\max} = 32.25 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

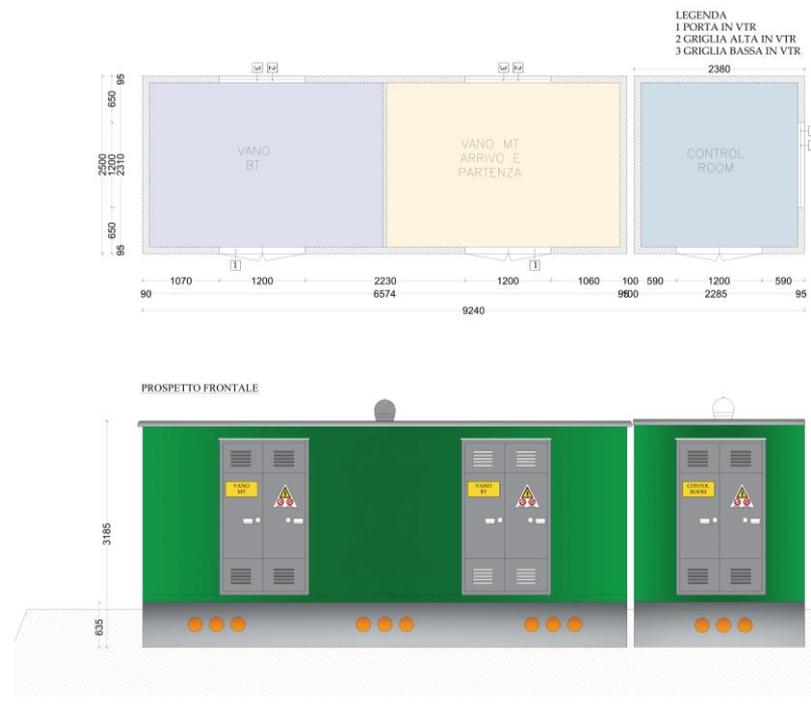
Mentre il valore del momento di snervamento della sezione è pari a:

$$M_{\text{snerv}} = 44.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

il rapporto tra i due momenti fornisce l'indice di resistenza della sezione che nel caso in esame è pari a 1.36, valore considerato accettabile in fase di dimensionamento preliminare.

4 Cabine di distribuzione MT e Control Room

Oltre alle POWER-STATION saranno realizzate 2 cabine di distribuzione MT, una per zona di impianto, all'interno della quale arriveranno le linee MT provenienti dalle POWER-STATION e dalla quale partirà la linea di connessione con la sottostazione. Sarà inoltre prevista una "control room" necessaria per il controllo dei servizi di campo. La cabina di distribuzione MT e la Control Room avranno una lunghezza massima di 9.24m e una larghezza di 2.5m, saranno realizzate in c.a.v. prefabbricato e si compongono di 2 elementi monolitici ovvero la vasca, che svolge la doppia funzione di fondazione e di alloggio dei cavi, e la cabina vera e propria di alloggio delle apparecchiature elettromeccaniche. L'altezza delle suddette cabine è pari a 2.57m per la control room e 2.55m per quella di ricezione/partenza.



Gli elementi della cabina, prefabbricati in stabilimento, saranno trasportati in cantiere ed eventualmente montati contemporaneamente alla fase di scarico. Prima della posa della cabina sarà predisposto il piano di posa con un fondo di pulizia e livellamento in magrone di cls oppure con una massicciata di misto di cava. Le cabine saranno dotate di porte in VTR, aperture grigliate sempre VTR nonché una maglia di terra in corda di rame nudo.



4.1 Edificio Utente in SSE

All'interno della sottostazione condivisa con altri produttori sarà realizzato, ognuno per quanto di competenza, un edificio utente suddiviso in 6 cabine utente, uno per produttore. Ogni cabina utente sarà suddivisa in 3 locali: locale MT, locale QUADRI, locale gruppo elettrogeno. L'accesso alla SSE è garantito attraverso la realizzazione di una strada brecciata che collega il suo ingresso con la viabilità esistente.

4.2 Recinzione sottostazione AT/MT

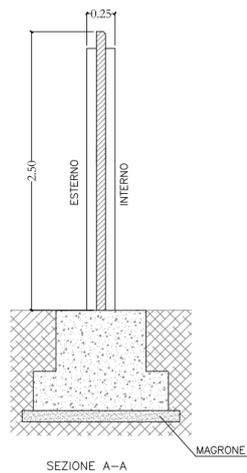
La sottostazione elettrica è costituita fondamentalmente da:

- Edificio Utente;
- Opere elettromeccaniche per il collegamento elettrico alla stazione AT di Terna;
- Cavidotti interrati;
- Impianti tecnologici.

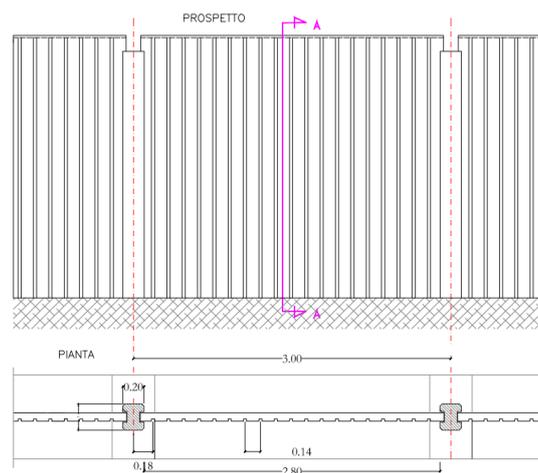
Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.

La recinzione perimetrale dell'intera sottostazione sarà realizzata in c.a. e gli ingressi saranno dotati sia di un cancello carrabile.

RECINZIONE TIPO
SOTTOSTAZIONE
scala 1:50



CANCELLO TIPO
SOTTOSTAZIONE
scala 1:50



Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna, saranno pavimentate con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.