



PROVINCIA DI
AGRIGENTO



PROVINCIA DI
CALTANISSETTA



COMUNE DI
CAMMARATA



COMUNE DI
VALLELUNGA
PRATAMENO



REGIONE
SICILIANA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

NEL COMUNE DI CAMMARATA (AG) E
NEL COMUNE DI VALLELUNGA PRATAMENO (CL)

Potenza massima di picco: 57.462 kWp
Potenza massima di immissione: 50.000 kW

ELABORATI PROGETTUALI

CODICE ELABORATO

TITOLO ELABORATO

AF.GEO.R02

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMITTENTE

ILOS

INE Montoni Vecchio Srl

A Company of ILOS New Energy Italy

INE Montoni Vecchio S.r.l.

Piazza di Sant'Anastasia,
00186 Roma
P.IVA 16232631008

INE Montoni Vecchio Srl
Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma
P.IVA e C.F.: 16232631008

firmato digitalmente

PROGETTAZIONE

2ASINERGY

#innovativeengineering

2A SINERGY S.r.l. S.B.

Piazza Giuseppe Verdi 8
00198 Roma
Tel. 0968 201203
P.IVA 03384670794

Progettista: Ing. Enrico Gadaleta



ENTI

DATA: MAGGIO 2022

SCALA:

FORMATO CARTA: A4

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	7
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO	11
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN ELEVAZIONE	12
6. CARICHI AGENTI	15
7. SCARICHI IN FONDAZIONE	23
8. OPERE DI FONDAZIONE DEI TRACKERS	25
9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	26
10. FONDAZIONI CABINE MT-BT	26
11. VERIFICHE STRUTTURALI	27

1. PREMESSA

La presente "Relazione Geotecnica" viene redatta a corredo dell'istanza presentata dalla società INE Montoni Vecchio S.r.l. per l'attivazione del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) Nazionale.

Il progetto presentato riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico a terra della potenza di picco di **57,462 MWp** e potenza in immissione di 50 MW denominato "**Cammarata**", che sarà da realizzarsi in aree agricole in parte nel Comune di Cammarata (AG) ed in parte nel Comune di Vallelunga Pratameno (CL), in località Montoni Vecchio.

Come da STMG, l'impianto sarà collegato in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione a 380/150/36 kV della RTN.

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture metalliche ad inseguimento solare (tracker) con movimentazione mono-assiale (da est verso ovest). L'impianto sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto ricade per le sue caratteristiche in procedura di VIA statale ai sensi dell'Allegato II alla parte II DLgs 152/06 e smi (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW.)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'impianto in progetto si sviluppa su tre lotti ed è ubicato in parte nel Comune di Cammarata, in provincia di Agrigento, ed in parte nel Comune di Vallelunga Pratameno, in Provincia di Caltanissetta.

I lotti si trovano in località Montoni Vecchio.



Figura 1 - Inquadramento territoriale generale

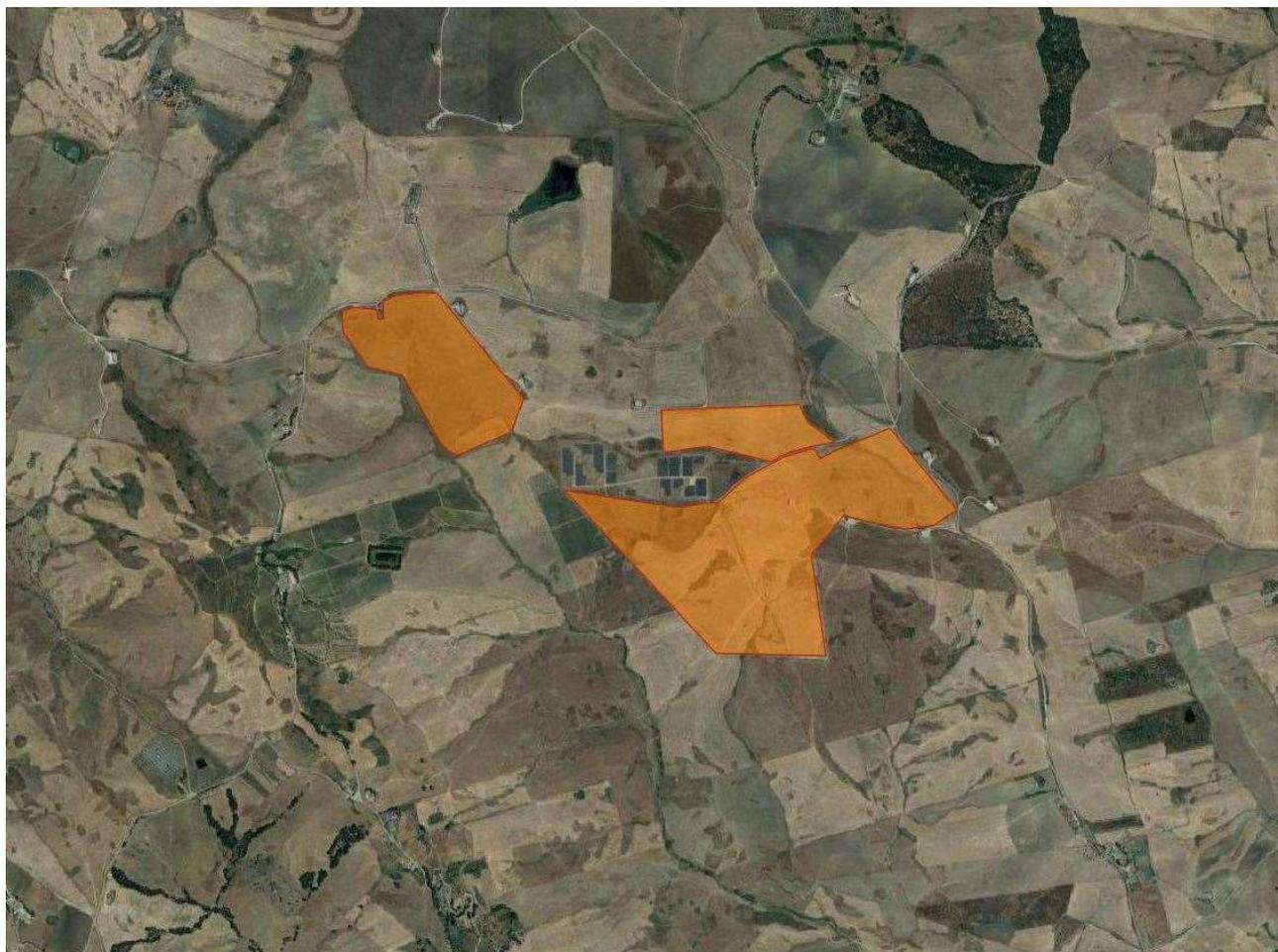


Figura 2 - Inquadramento territoriale dei lotti

In prossimità dell'impianto sono presenti un parco eolico ed un impianto fotovoltaico esistenti.

I lotti sono catastalmente individuabili al:

- Comune di Vallelunga Pratameno – Foglio 18 Particelle 40, 84, 7, 30
- Comune di Cammarata – Foglio 14 Particelle 137, 155, 170, 37, 183, 75, 77, 36, 12

**Figura 3 - MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

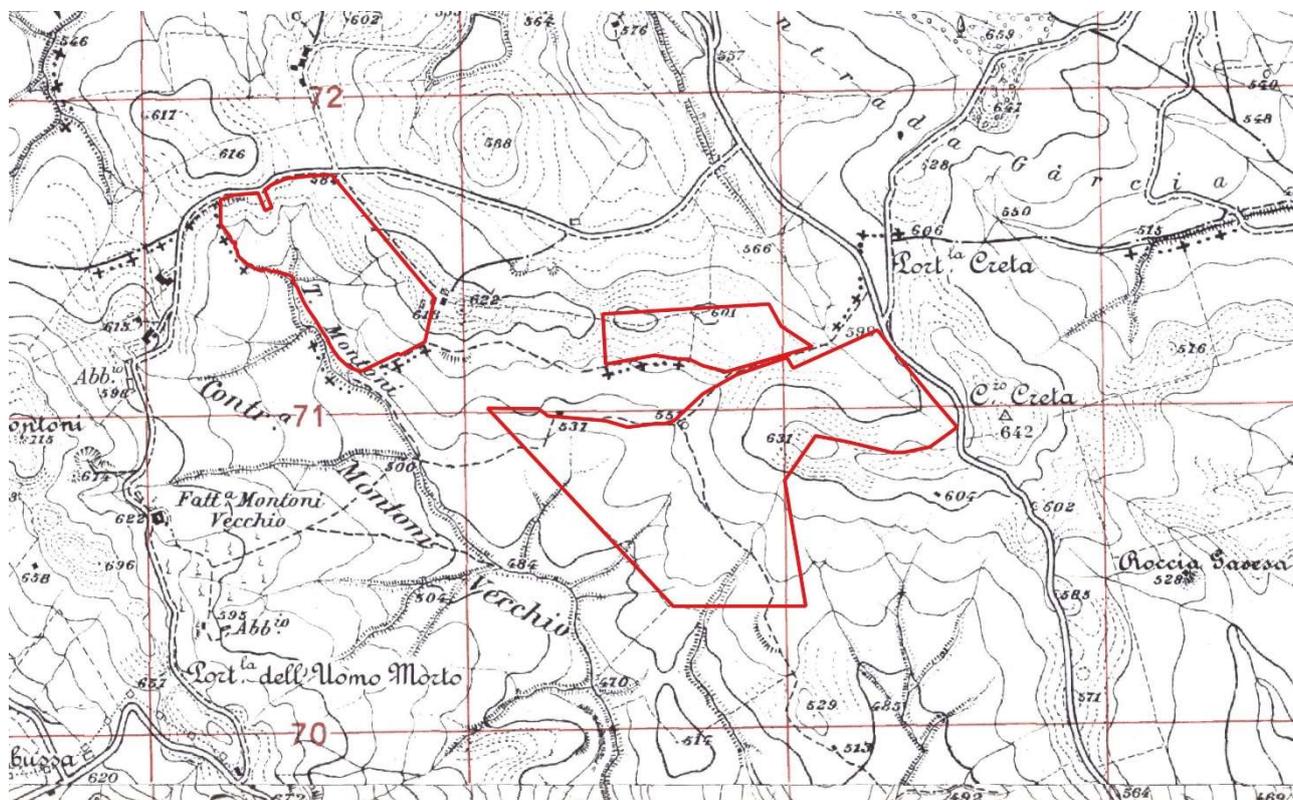


Figura 5 – STRALCIO C.T.R.

L'analisi dell'acclività dei versanti e della morfologia del rilievo in funzione della litologia e del reticolato idrografico permette di effettuare una prima valutazione delle condizioni evolutive del bacino.

Dall'analisi della Carta Tecnica Regionale si evince l'andamento morfologico del terreno moderatamente acclive.

L'altitudine varia dai 500 ai 600 metri s.l.m.

L'area è caratterizzata da una morfologia moderatamente moderatamente acclive.

Il terreno in esame ricade nell'ambito del Bacino del Fiume Platani.

Il bacino idrografico del Fiume Platani è localizzato nella porzione centro-occidentale del versante meridionale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di 1.777,36 km².

Il bacino in esame ha una forma allungata in direzione NE – SW e i bacini con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti:

- a NW Bacino del Fiume Magazzolo – Bacino del Fiume Verdura;
- a N Bacino del Fiume San Leonardo – Bacino del Fiume Torto - Bacino del Fiume Imera Settentrionale;
- ad E Bacino del Fiume Imera Meridionale;
- a SE Bacino del Fiume Naro – Bacino del Fiume San Leone – Bacino del Fiume Fosso delle Canne.

L'assetto morfologico del bacino del fiume Platani risulta decisamente vario per effetto della sua notevole estensione che lo qualifica come uno dei più importanti bacini idrografici del versante meridionale della Sicilia.

Il Fiume Platani nasce dal Cozzo Confessionario (territorio comunale di Santo Stefano di Quisquina – AG), si snoda lungo un percorso lungo circa 103 km e sfocia nel Mar Mediterraneo in località Capo Bianco, nel territorio comunale di Cattolica Eraclea (AG).

Il reticolo idrografico presenta un pattern prevalente di tipo dendritico, con le maggiori diramazioni sviluppate in corrispondenza degli affioramenti plastici (argille e marne).

Il contesto morfologico risulta decisamente differente spostandosi dal settore più settentrionale verso la zona di foce.

In linea generale, la porzione settentrionale presenta un assetto prevalentemente montuoso, lasciando il posto ad un'area collinare nella zona centro-meridionale del bacino, sino a convergere nella piana alluvionale di fondovalle, in prossimità del settore di foce.

La zona montuosa è caratterizzata da rilievi rocciosi prevalentemente carbonatici più o meno aspri, con pendii acclivi incisi da ripide linee di impluvio che confluiscono all'interno dei ricettori principali; le quote più elevate superano decisamente i 1.000 m s.l.m., raggiungendo i valori massimi in corrispondenza delle cime di Monte

Cammarata (1578 m s.l.m.) e di Monte Gemini (1397 m s.l.m.), localizzati all'interno del bacino, in corrispondenza della porzione Nord-Occidentale.

Gli altri rilievi di quota più elevata sono distribuiti lungo la linea di spartiacque e le cime più alte caratterizzano il settore Nord-occidentale (ad es. Cozzo Stagnataro – circa 1346 m s.l.m.), mentre lungo la fascia nord-orientale si sviluppano rilievi di quote prevalentemente inferiori ai 1.000 m s.l.m. Il settore centrale del bacino presenta un assetto di tipo collinare condizionato dalla variabilità delle

caratteristiche di erodibilità delle litologie in affioramento: in corrispondenza degli ammassi rocciosi lapidei si sviluppano morfologie più aspre, con scarpate sub-verticali e versanti molto acclivi; mentre, laddove affiorano i termini argillo-marnosi, le morfologie diventano molto più blande e particolarmente incise dal reticolo idrografico.

Già nella porzione centrale del bacino, nelle zone di confluenza degli affluenti principali all'interno dell'alveo del Fiume Platani, si sviluppano estese piane alluvionali di fondovalle in cui i corsi d'acqua assumono un andamento prevalentemente meandriforme; condizioni morfologiche di questo tipo sono individuate ad esempio fra le province di Caltanissetta e Agrigento, in corrispondenza della zona compresa fra Campofranco, Casteltermini e Aragona.

Procedendo in direzione SW verso la zona di foce, l'elemento morfologico predominante è costituito dalla piana alluvionale di fondovalle sino al punto di confluenza in mare, immediatamente a NW di Capo Bianco (Cattolica Eraclea – AG); anche in questo settore, comunque, affiorano numerosi rilievi rocciosi che interrompono la regolarità morfologica, determinando una certa varietà del paesaggio. L'assetto geologico del bacino del Platani è caratterizzato da una marcata eterogeneità determinata dal contesto stratigrafico-strutturale rilevabile sul suo territorio.

Il settore nord-occidentale appartiene al complesso montuoso dei Monti Sicani, ed è caratterizzato dagli affioramenti delle unità rocciose più antiche; si tratta di sistemi strutturali derivanti dalla deformazione del Dominio Sicano costituito da unità rocciose carbonatiche mesozoiche e da depositi terrigeni del Flysch Numdico.

Si tratta di un sistema di varie Unità Stratigrafico-Strutturali prodotte dall'attività orogena miocenica che ne ha determinato la sovrapposizione in falde tettoniche, a loro volta sovrapposte con fronti di sovrascorrimento ai terreni di età tortoniana, successivamente coinvolti da una seconda fase tettonica nel Pliocene medio.

Infatti, la restante porzione del bacino è costituita prevalentemente dai terreni argillosi e dai termini della Serie Evaporitica, ricoperti dai depositi pelagici pliocenici; si tratta di sedimenti accumulati all'interno del bacino della "Fossa di Caltanissetta", caratterizzati da un comportamento prevalentemente duttile che ha

permesso la formazione di un complesso sistema di pieghe ad ampiezza variabile con assi orientati prevalentemente in direzione SW-NE.

Questo contesto genericamente descritto evidenzia, comunque, il passaggio da un contesto morfologico prevalentemente montuoso, in cui prevalgono bruschi contatti tettonici, ad un assetto morfologico collinare in cui emergono i contatti fra i corpi rocciosi lapidei e le unità argillose.

In linea generale la conformazione del bacino riflette questo assetto strutturale, con le sue aste principali condizionate dalle direzioni principali degli assi di piega.

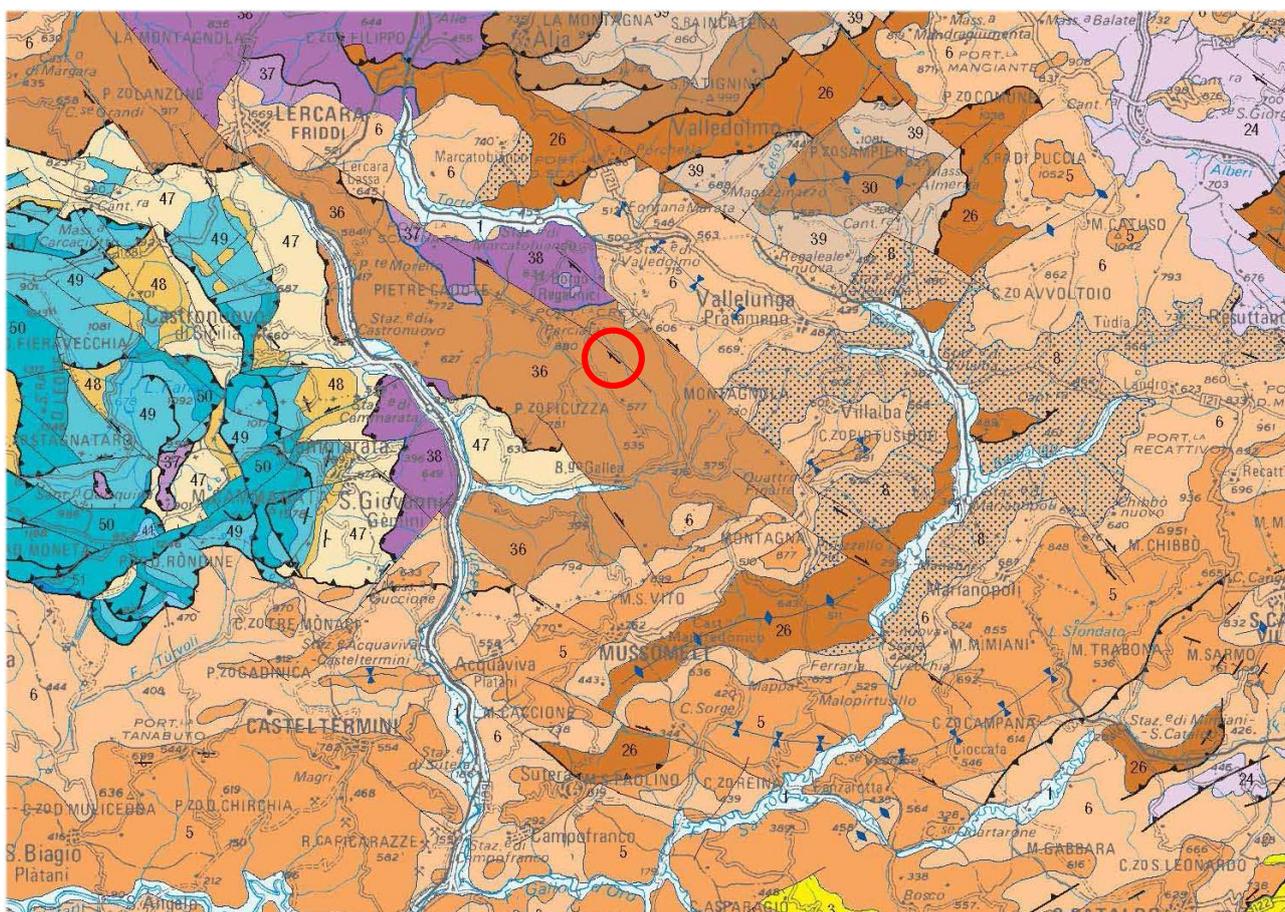


Figura 6 – STRALCIO CARTA GEOLOGICA

Il terreno ricade nel complesso dell'unità di Lercara.

Unità di Lercara - Lercara Unit

- 36 Flysch numidico associato al *mélange* permo-mesozoico dell'Unità di Lercara: argille brune e quarzareniti bruno-giallastre. OLIGOCENE SUPERIORE-MIOCENE INFERIORE
Numidian flysch associated to the Permo-Mesozoic *mélange* of the Lercara Unit: brown clays and brown yellowish quartzarenites. LATE OLIGOCENE-EARLY MIOCENE

L'area del Bacino del Fiume Platani è caratterizzata da affioramenti di litologie a caratteristiche ed assetto strutturale variabile, così da condizionare in modo determinante la variabilità del paesaggio.

In linea generale, la morfologia passa da un contesto prevalentemente montuoso nel settore settentrionale, appartenente al complesso dei Sicani, ad un andamento prevalentemente collinare con aree sub-pianeggianti nelle zone di fondovalle, sino a raccordarsi con la zona di foce.

Le aree montuose sono caratterizzate in prevalenza dagli affioramenti carbonatici mesozoici, spesso in contatto tettonico con le unità terrigene terziarie, e costituiscono settori a notevole valenza idrogeologica, alimentando importanti sistemi sorgentizi (Serra della Moneta, Pizzo dell'Apa – Territorio di S.Stefano Quisquina -AG). I versanti rocciosi risultano decisamente acclivi, con frequenti scarpate sub-verticali, ai

piedi delle quali si accumulano spessori variabili di detriti di falda costituiti da frammenti spigolosi prevalentemente grossolani.

La restante porzione del bacino, sino alla foce, è contraddistinta dagli affioramenti dei termini della Serie Evaporitica compresi fra i terreni prevalentemente argillosi tardo-terziari e i litotipi calcareo-marnosi e argillosi pliocenici; prevalentemente nelle zone più prossime alle fasce costiere, affiorano localizzati corpi calcarenitici e depositi di terrazzo marino.

Questa parte del bacino ha una morfologia prevalentemente collinare con rilievi allungati e cozzi isolati, in corrispondenza degli affioramenti lapidei più resistenti; le porzioni argillose invece costituiscono basse colline a cime arrotondate e risultano maggiormente solcate dalla rete idrografica che assume in questo settore il suo

massimo sviluppo, con linee di impluvio distribuite secondo un pattern prevalentemente dendritico.

Le zone di fondovalle presentano una morfologia sub-pianeggiante in cui si sviluppano i percorsi dei corsi d'acqua principali affluenti del fiume Platani; in queste zone l'andamento dei fiumi è prevalentemente di tipo meandriforme, con una maggiore attività deposizionale che comporta l'accumulo di depositi alluvionali prevalentemente limo-argillosi con sabbie, ciottoli e blocchi.

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione sono le "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 17/01/2018.

Si farà, inoltre, riferimento alle seguenti normative:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971 "Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso, ed a struttura metallica";

- Legge n. 64 del 02.02.1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- IEC 60400-1 “Wind Turbine safety and design”;
- Eurocodice 2 “Design of concrete structures”.
- Eurocodice 3 “Design of steel structures”.
- Eurocodice 4 “Design of composite steel and concrete structures”.
- Eurocodice 7 “Geotechnical design”.
- Eurocodice 8 “Design of structures for earthquake resistance”.

5. DESCRIZIONE DELL'OPERA IN ELEVAZIONE

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture metalliche ad inseguimento solare con movimentazione mono-assiale (da est verso ovest).

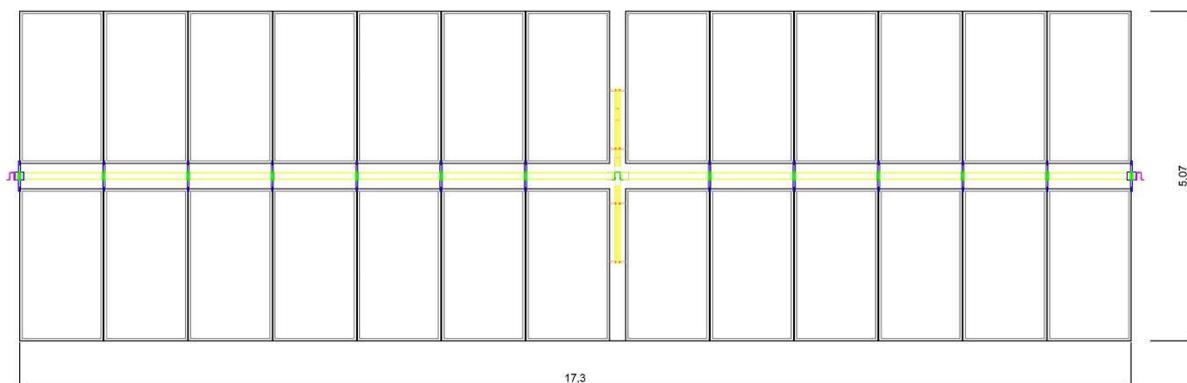
La struttura è costituita da n°4 campate sulle quali sono adagiati n°26 moduli disposti su due file. La larghezza complessiva di tale struttura mobile è pari a 5,07 m e lunghezza complessiva è pari a 17,73 m.

I pannelli sono collegati, per mezzo di profilati trasversali, ad un'asse centrale che ruota attorno alla direttrice nord-sud grazie ad un dispositivo meccanico. L'asse orizzontale è posto ad una altezza pari a circa 2,54 m fuori terra, con un angolo di rotazione di +/- 55-60°, sfruttando così al meglio l'assorbimento dell'energia solare.

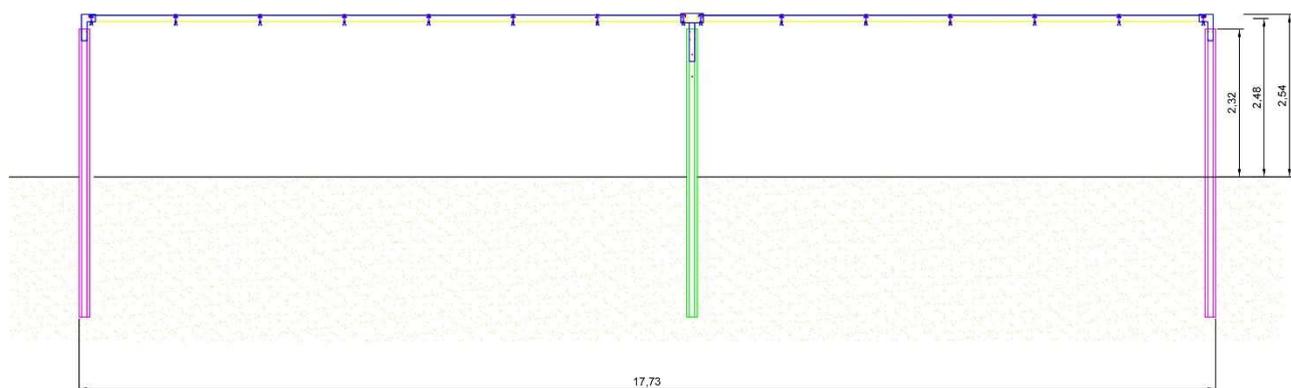
Il corrente che governa il moto della struttura è sostenuto da n.3 pilastri cui è collegato mediante delle cerniere con asse parallelo all'asse di rotazione. Nella cerniera centrale trova collocazione una ghiera metallica che, collegata ad un motore ad azionamento remoto, regola l'inclinazione del piano dei pannelli. I pilastri di sostegno sono immorsati nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche meccaniche e litostratigrafiche dei terreni di fondazione. Le modalità di ammassamento di tali profilati variano dalla infissione (battitura) alla trivellazione. In alcuni casi le fondazioni potrebbero consistere anche in zavorre in c.a. .

La struttura proposta è rappresentata nella figura seguente.

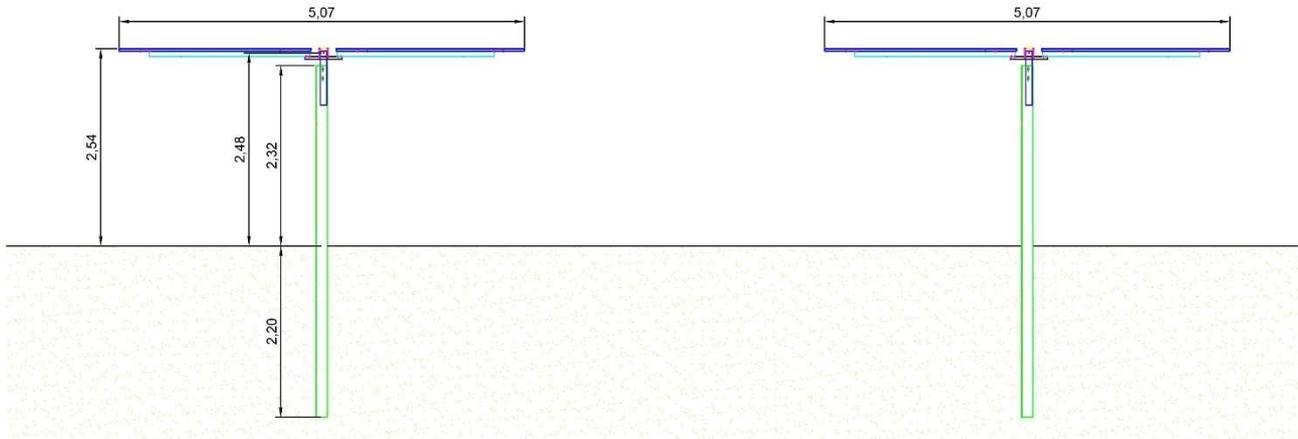
Inseguitore monoassiale TRJHT24PDP - Vista in pianta con inclinazione a 0°



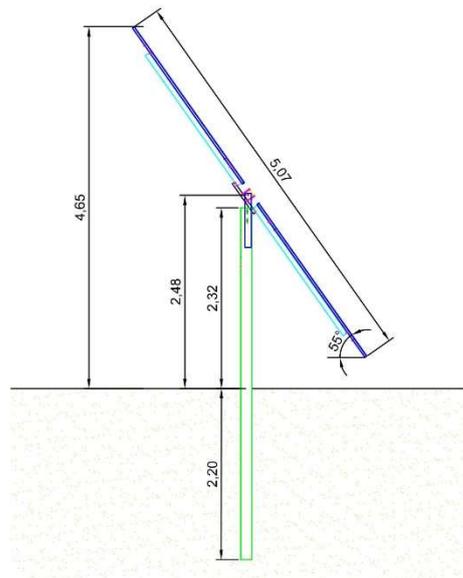
Inseguitore monoassiale TRJHT24PDP - Vista frontale con inclinazione a 0°



Inseguitore monoassiale TRJHT24PDP - Vista laterale con inclinazione a 0°



Inseguitore monoassiale TRJHT24PDP - Vista laterale con inclinazione a 55°



6. CARICHI AGENTI

Le azioni sollecitanti che si sono considerate sulle strutture in elevazione sono:

- Peso proprio degli elementi strutturali;
- Carichi permanenti non strutturali e apparecchiature;
- Carichi variabili legati alla destinazione d'uso;
- Azione sismica;
- Azione della neve;
- Azione del vento.

Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato valutato come prodotto del volume dell'elemento strutturale stesso per il proprio peso specifico. In particolare, sono stati utilizzati

i seguenti pesi specifici:

calcestruzzo armato: 2.500 kg/m³

acciaio: 7.850 kg/m³

Carichi permanenti non strutturali

In questa tipologia sono considerati i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi dell'unità di volume dei materiali costituenti. Ove presenti sono stati utilizzati i pesi elencati nella tabella 3.1.1 del par. 3.1.2 delle NTC 2018. Ricadono in questa tipologia i pesi propri delle apparecchiature e delle strutture prefabbricate.

Carichi variabili legati alla destinazione d'uso

Il Sovraccarico accidentale agente, come previsto al punto 3.1.4 del D.M. 17/01/2018, comprende i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera, comprensivo degli effetti dinamici ordinari.

Azione sismica

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. In base al D.M. 17/01/2018, l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

La pericolosità sismica in un generico sito è valutata:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,

- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Nel presente progetto, l'azione sismica è stata valutata tenendo conto dei seguenti parametri:

coordinate del reticolo di riferimento (ED50):

Longitudine = 18,145848°

Latitudine = 40,211574°

- classe d'uso: Seconda (Punto 2.4.2 del D.M. 17/01/2018);
- vita nominale 50 anni (Punto 2.4.1 del D.M. 17/01/2018);
- categoria di suolo: C (tale ipotesi deve essere successivamente confermata con idonee indagini in sito necessarie per la stima delle velocità delle onde S nel sottosuolo)
- categoria topografica: T1 (Tabella 3.2.III del D.M. 17/01/2018);
- coefficiente di condizione topografica: 1,0 (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

Azione della neve

Il carico della neve sulle opere di copertura è stato valutato secondo il punto 3.4 del D.M.

17/01/2018, in base alla seguente relazione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_T$$

s

dove:

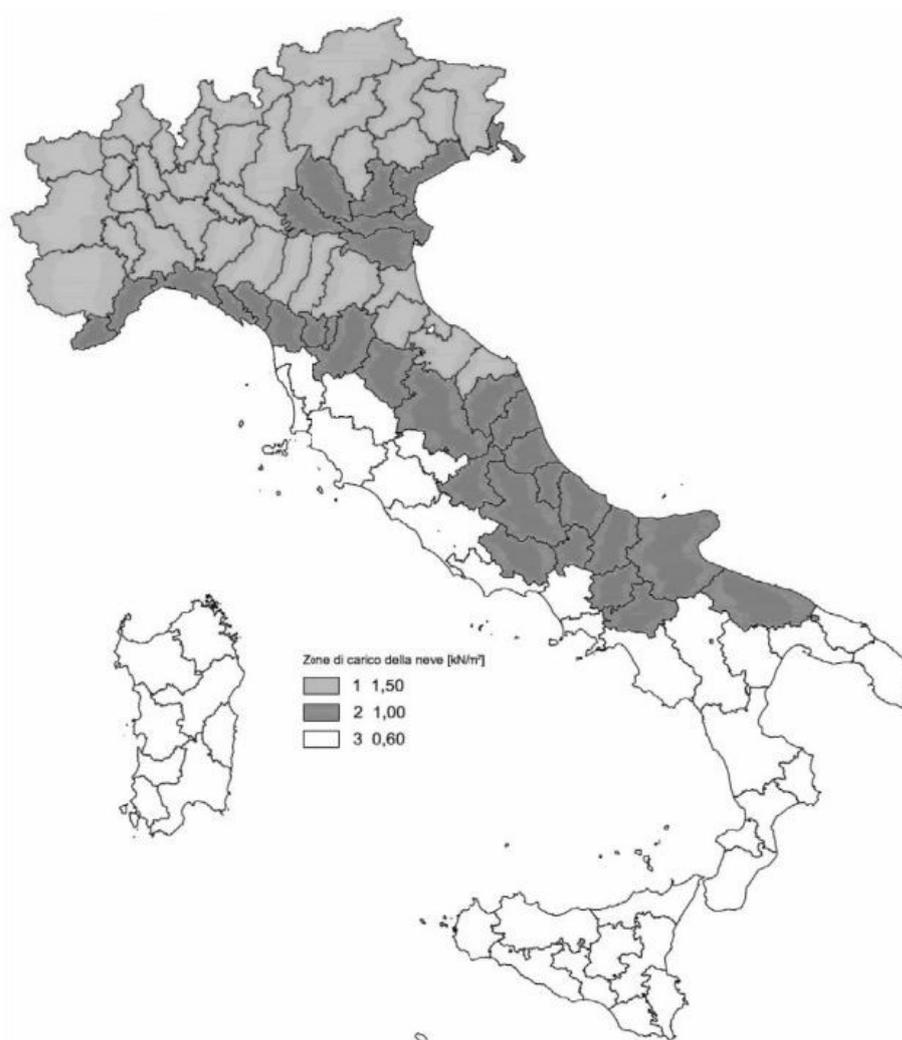
- q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo;
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
- C_E è il coefficiente di esposizione;
- C_T è il coefficiente termico.

Per quanto riguarda il carico della neve al suolo, la Provincia di Agrigento è posta in zona III. Poiché il sito dove verrà realizzata l'opera si trova a circa 550 m sul livello del mare, si assume:

$$q_{sk} = 0,60 \frac{kN}{m^2}$$

Il coefficiente CE, a vantaggio di sicurezza, secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, è stato posto pari a 1.

Il coefficiente termico CT, secondo le disposizioni al punto 3.4.4, poiché si è in assenza di uno specifico e documentato studio, è stato posto pari a 1.



Azione del vento

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al par. 3.3 del D.M. 17/01/18 e della

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte a delle forze statiche equivalenti, calcolate come di seguito si riporta.

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

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

dove:

- q_r è la pressione cinetica di riferimento, valutata secondo il punto 3.3.6 del D.M. 17/01/2018;
- c_e è il coefficiente di esposizione, valutata secondo il punto 3.3.7 del D.M. 17/01/2018;
- c_p è il coefficiente di pressione, 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;
- c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla

non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, valutato secondo il punto 3.3.9. del DM 2018.

La pressione cinetica di riferimento q_r (in N/m²) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

nella quale v_r è la velocità di riferimento del vento (in m/s).

La velocità di riferimento v_r è riferita al periodo di ritorno di progetto.

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Dove

- v_b è la velocità base di riferimento di cui al par. 3.3.1 del D.M. 17/01/2018;
- c_r è il coefficiente di ritorno funzione del periodo di ritorno T_R , in mancanza di specifiche indagini, è deducibile dalla seguente relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

La velocità di base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, misurata a 10 m dal suolo su un terreno con categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di adeguate indagini statistiche è data dall'espressione

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

Dove

- $v_{b,0}$ è la velocità base al livello del mare, assegnata nella tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona della zona in cui sorge la costruzione;
- c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla seguente relazione:

$$\begin{aligned} c_a &= 1 && \text{per } a_s \leq a_0 \\ c_a &= 1 + k_a (a_s/a_0 - 1) && \text{per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

dove:

- a_0 , k_a sono riportati nella tabella tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona ove sorge la costruzione; a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m s.l.m.) del sito ove sorge la costruzione.

Nel caso in esame si possono quindi considerare:

- $v_{b,0} = 28$ m/s
- $a_0 = 500$ m
- $k_a = 0,36$

Pertanto la velocità del vento associata al periodo di ritorno di progetto $T_r = 50$ anni, per l'altezza del sito esaminato è pari a:

$$v_r = 28 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento q_b pertanto è

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 28^2 = 490 \text{ N/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito su cui sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

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

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

Dove k_r , z_0 e z_{\min} sono forniti dalle tabelle indicate nelle figure seguenti e sono legate alla categoria del sito dove sorge la costruzione; mentre il valore di c_t è il coefficiente di topografia assunto normalmente pari ad 1.

Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame in cui $z_{max}=4,00m$ si assume:

$$C_e(z_{min}) = k_r^2 c_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right] = 0,19^2 \ln\left(\frac{4,00}{0,05}\right) \left[7 + \ln\left(\frac{4,00}{0,05}\right)\right] = 1,80 \frac{kN}{m^2}$$

Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

7. SCARICHI IN FONDAZIONE

Definizione delle azioni elementari

Le azioni elementari sono state definite per il sostegno centrale, con una zona di influenza della larghezza complessiva pari alla larghezza media delle campate.

Le altre proprietà geometriche considerate sono:

- Larghezza vela
- Area di influenza
- Altezza asse di rotazione

Azione del vento

L'azione del vento è stata determinata secondo quanto riportato nel cap. C3.3.8.2.1 della Circolare esplicativa n° 7 del 21/01/2019 per le tettoie a falda singola, individuando le condizioni di carico più gravose:

	configurazione 1		configurazione 2		configurazione 3			
	$\alpha = 0$	$^{\circ}$	$\alpha = 15$	$^{\circ}$	$\alpha = 55$	$^{\circ}$		
v_r	28	m/s	v_r	33	m/s	v_r	20	m/s
q_f	490	N/m ²	q_f	694	N/m ²	q_f	250	N/m ²
q_p	882	N/m ²	q_p	1250	N/m ²	q_p	450	N/m ²
c_f	0,2		c_f	0,7		c_f	2,0	
F	4,77	kN	F	23,66	kN	F	24,74	kN
c_f	-1,4		c_f	-1,4		c_f	-2,9	
F	-33,39	kN	F	-47,32	kN	F	-35,08	kN

α	c_f	V_{ref} m/s	F kN	azioni al mozzo			azioni al piede del piedritto		
				Fx kN	Fz kN	M kN m	Fx kN	Fz kN	M kN m
0	>0	28,00	4,77	0,00	4,77	5,20	0,00	4,77	5,20
0	<0	28,00	-33,39	0,00	-33,39	-36,39	0,00	-33,39	-36,39
15	>0	20,00	24,74	6,40	23,90	26,97	6,40	23,90	41,57
15	<0	20,00	-35,08	-9,08	-33,89	-38,24	-9,08	-33,89	-58,95
55	>0	33,33	23,66	19,38	13,57	25,79	19,38	13,57	69,98
55	<0	33,33	-47,32	-38,76	-27,14	-51,58	-38,76	-27,14	-139,96

Azione della neve:

configurazione 1		configurazione 2		configurazione 3	
$\alpha = 0^\circ$		$\alpha = 15^\circ$		$\alpha = 55^\circ$	
μ_i	0,8	μ_i	0,8	μ_i	0,13
q_s	0,48 kN/m ²	q_s	0,48 kN/m ²	q_s	0,00 kN/m ²
F_z	12,98 kN	F_z	12,98 kN	F_z	0,00 kN

Combinazioni di carico:

Sono state considerate le seguenti sollecitazioni di carico ritenute più gravose per la struttura esaminata.

									F _x kN	F _z kN	M kN m	
CO1	1,5	Sp	+	1,5	Neve	+	0,9	Vento 0°	+	0,00	37,22	4,68
CO2	1,5	Sp	+	0,75	Neve	+	1,5	Vento 0°	+	0,00	30,35	7,80
CO3	0,8	Sp	+	0	Neve	+	1,5	Vento 0°	-	0,00	-42,90	-54,59
CO4	1,5	Sp	+	1,5	Neve	+	0,9	Vento 15°	+	5,76	54,43	37,41
CO5	1,5	Sp	+	0,75	Neve	+	1,5	Vento 15°	+	9,61	59,04	62,35
CO6	0,8	Sp	+	0	Neve	+	1,5	Vento 15°	-	-13,62	-43,65	-88,42
CO7	1,5	Sp	+	1,5	Neve	+	0,9	Vento 55°	+	17,44	25,68	62,98
CO8	1,5	Sp	+	0,75	Neve	+	1,5	Vento 55°	+	29,07	33,82	104,97
CO9	0,8	Sp	+	0	Neve	+	1,5	Vento 55°	-	-58,14	-33,53	-209,94

8. OPERE DI FONDAZIONE DEI TRACKERS

La progettazione delle opere di fondazione dei trackers è strettamente legata anche alla conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area oggetto di intervento.

L'analisi condotta all'interno dello studio geologico allegato al presente progetto, basato in parte su dati di letteratura e in parte su dati provenienti da studi geologici realizzati su aree limitrofe fa ritenere valide quelle che sono le indicazioni della casa produttrice Convert Italia SPA.

Si riporta di seguito lo schema frontale di riferimento di probabile utilizzo:

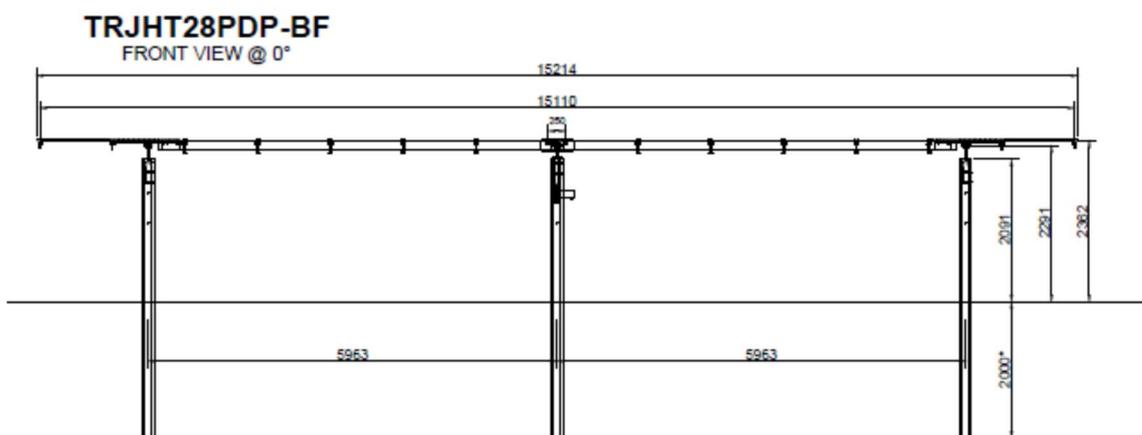


Figura 9 - Prospetto laterale

Tuttavia, viste le incertezze legate al sistema di elevazione (i reali scarichi in fondazione provenienti dalla sovrastruttura saranno forniti in fase esecutiva dalla casa produttrice) e le incertezze legate al modello litostratigrafico del terreno (non sono presenti in questa fase indagini geognostiche di dettaglio relative alle aree di progetto) sono state valutate anche altre soluzioni che saranno poi eventualmente valutate in fase esecutiva:

- pali trivellati con tubolare in acciaio con iniezioni di malta cementizia;
- fondazioni superficiali con sistema di zavorre.

9. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Per quanto riguarda le caratteristiche geomeccaniche dei terreni coinvolti nel progetto, si riportano indicazioni generali desunte da basi bibliografiche.

	γ (g/cm ³)	C_u (kg/cm ²)	ϕ (°)	C' (kg/cm ²)
Calcilutiti	2.1 – 2.5	0.5 - 1	32 - 40	0.1 – 0.3

γ = peso dell'unità di volume ϕ = angolo di attrito C' = coesione C_u = coesione non drenata

La campagna geognostica si rende necessaria per validare le caratteristiche dei litotipi sopra riportate e ricostruire un adeguato modello geotecnico in grado di rispondere alle necessità progettuali dell'opera.

10. FONDAZIONI CABINE MT-BT

Nelle cabine è prevista una fondazione prefabbricata in c.a.v. interrata, costituita da una o più vasche unite, armate con tondini di acciaio B450C, gettate con calcestruzzo dosato 400kg/mc di cemento tipo 525 e di dimensioni uguali a quelle esterne del box e di altezza pari ad 80cm. Per l'entrata e l'uscita dei cavi vengono predisposti nella parete della vasca dei fori a frattura prestabilita, idonei ad accogliere le tubazioni in pvc contenente i cavi, gli stessi fori appositamente flangiati possono ospitare dei passa cavi a tenuta stagna; entrambe le soluzioni garantiscono comunque un grado di protezione contro le infiltrazioni anche in presenza di falde acquifere. L'accesso alla vasca avviene tramite una botola ricavata nel pavimento interno del box; sotto le apparecchiature vengono predisposti nel pavimento dei fori per permettere il cablaggio delle stesse. Questo tipo di fondazione soddisfa quanto richiesto dalla norma CEI 11-1 al punto 7.7, in quanto funge da vasca di raccolta in caso di fuoriuscita dell'olio isolante del trasformatore. Per il posizionamento della vasca prefabbricata viene realizzato uno scavo di -75cm, lo sbancamento è eseguito per un'area di 1m

oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

11. VERIFICHE STRUTTURALI

Le strutture in elevazione saranno del tipo prefabbricato e prodotte in stabilimento da un costruttore che ne fornirà i calcoli finali e/o i certificati di prodotto.

Si rimanda pertanto alla specifica relazione sui calcoli strutturali dei pali di fondazione dei trackers che sono eseguiti considerando le sollecitazioni massime tra quelle desunte dalle combinazioni di carico utilizzate.