

# Impianto fotovoltaico con agricoltura integrata “La Cipollona”

## Comune di Pozzolo Formigaro (AL)

Proponente



Renantis Italia S.r.l.

c/o Copernico Milano Martesana  
Viale Monza, 259, 20126 Milano  
www.renantis.com – tel. 0224331  
Cap. Soc. € 10.000 int.vers. .  
Sede legale: Corso Italia, 3, 20122 Milano



### DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Progettista



**Tiemes Srl**

Via Riccardo Galli, 9 – 20148 Milano  
tel. 024983104/ fax. 0249631510  
[www.tiemes.it](http://www.tiemes.it)

|  |            |                         |            |           |           |
|--|------------|-------------------------|------------|-----------|-----------|
|  |            |                         |            |           |           |
| 0  | 29/09/2023 | Prima emissione         | LB         | VDA       |           |
| Rev.   | Data emiss | Descrizione             | Preparato  | Approvato |           |
| Origine File:<br>“21042.PZZ.PD.R.10.00<br>Disciplinare descrittivo e<br>prestazionale.docx”  |            | <b>CODICE ELABORATO</b> |            |           |           |
|  |            | Commissa                | Proc.      | Tipo doc  | Num       |
|  |            | <b>21042</b>            | <b>PZZ</b> | <b>PD</b> | <b>R</b>  |
|  |            |                         |            | <b>10</b> | <b>00</b> |
| Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata /<br>Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden |            |                         |            |           |           |

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Premessa</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Scopo</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Proponente</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>4</b> | <b>Descrizione dell’impianto</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>5</b> | <b>Moduli fotovoltaici</b> .....  | <b>7</b>  |
| 5.1      | Specifica tecnica .....   | 7         |
| 5.2      | Leggi e decreti riferimento.....  | 9         |
| 5.3      | Normativa di riferimento .....  | 9         |
| <b>6</b> | <b>Inseguitori solari</b> .....   | <b>10</b> |
| 6.1      | Specifica tecnica .....   | 11        |
| 6.2      | Leggi e decreti riferimento.....  | 11        |
| 6.3      | Normativa di riferimento .....  | 12        |
| 6.3.1    | Esecuzione .....  | 12        |
| 6.3.2    | Elementi di collegamento .....  | 12        |
| 6.3.3    | Profilati cavi.....   | 13        |
| 6.3.4    | Caratteristiche tecniche CEI .....  | 13        |
| 6.3.5    | Prodotti laminati a caldo .....   | 13        |
| 6.3.6    | Movimentazione e controllo (inseguitore).....   | 13        |
| 6.4      | Posa in opera.....  | 14        |
| 6.4.1    | Controlli in corso di lavorazione .....   | 14        |
| 6.4.2    | Montaggio.....  | 14        |
| 6.4.3    | Saldatura in cantiere .....   | 15        |
| 6.4.4    | Indicazioni di progetto .....   | 15        |
| 6.4.5    | Prove di carico e collaudo statico .....  | 15        |
| <b>7</b> | <b>Quadri di campo</b> .....  | <b>16</b> |
| 7.1      | Specifica tecnica .....   | 16        |
| 7.2      | Requisiti di sicurezza .....  | 16        |
| 7.3      | Caratteristiche tecniche.....   | 16        |
| 7.4      | Normativa di riferimento CEI .....  | 18        |
| <b>8</b> | <b>Unità di conversione c.c./c.a. (inverter) e trasformazione BT/36 kV, cabina di smistamento a 36 kV</b> ..... | <b>20</b> |
| 8.1      | Specifica tecnica .....   | 20        |
| 8.1.1    | Inverter centralizzato .....  | 23        |
| 8.1.2    | Trasformatore BT/36 kV .....  | 25        |
| 8.1.3    | Cabine di smistamento.....  | 26        |
| 8.2      | Normativa di riferimento.....   | 28        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 8.2.1     | Criteri di progetto e documentazione .....  | 28        |
| 8.2.2     | Sicurezza elettrica .....                   | 28        |
| 8.2.3     | Quadri elettrici .....                      | 29        |
| 8.2.4     | Caratteristiche tecniche inverter .....     | 29        |
| 8.2.5     | Scariche atmosferiche e sovratensioni ..... | 29        |
| 8.2.6     | Compatibilità elettromagnetica.....         | 30        |
| 8.2.7     | Energia solare .....                        | 31        |
| <b>9</b>  | <b>Servizi Ausiliari .....</b>              | <b>32</b> |
| 9.1       | Specifica tecnica .....                     | 32        |
| 9.2       | Normativa di riferimento .....              | 32        |
| 9.3       | Caratteristiche tecniche.....               | 33        |
| 9.3.1     | Impianto di illuminazione.....              | 34        |
| 9.3.2     | Impianto di antintrusione .....             | 34        |
| 9.3.3     | Impianto di videosorveglianza.....          | 34        |
| 9.3.4     | Impianto antincendio .....                  | 34        |
| 9.3.5     | Impianto di messa a terra .....             | 35        |
| <b>10</b> | <b>Recinzione, accessi e strade.....</b>    | <b>36</b> |
| 10.1      | Specifica tecnica .....                     | 36        |
| 10.2      | Normative di riferimento .....              | 36        |
| 10.2.1    | Norme ASTM .....                            | 36        |
| 10.2.2    | Leggi e decreti .....                       | 36        |
| 10.3      | Strade interne .....                        | 36        |
| 10.3.1    | Prove di qualificazione e accettazione..... | 37        |
| 10.3.2    | Prove di collaudo .....                     | 37        |
| 10.4      | Materiale di recinzione .....               | 37        |
| 10.5      | Cancello di accesso .....                   | 39        |
| 10.6      | Rilevati e rinterri .....                   | 39        |

## 1 Premessa

La società Renantis Italia Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica in area agricola all'interno del comune di Pozzolo Formigaro (AL), che si configura come area idonea ai sensi del D. Lgs. dell'8 novembre 2021, n. 199, art. 20, comma 8, lettera c-ter punto 1 e 3, in quanto ricade in parte entro i 500 metri da zona di cava e in parte entro i 300 metri dalla sede autostradale, come evidenziato alle tavole “21042.PZZ.SA.T.06.00 - Inquadramento su aree idonee let.c-ter”.

L'impianto fotovoltaico con agricoltura integrata denominato “La Cipollona” avrà una potenza elettrica di picco pari a 46'845,00 kW e sarà installato sui seguenti terreni agricoli, individuati al N.C.T. del comune di Pozzolo Formigaro:

- Foglio 2, particelle 27, 28, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 60, 74, 78, 81, 120, 176, 181, 183 per circa 29,1 ha;
- Foglio 4, particelle 40, 49, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 162, 180, 194, 196, 198, 199, 202, 203, 206, 207, 208, 239, per circa 27 ha;
- Foglio 6, particelle 3, 38, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 259, 261, 263, 71, 199, 73, 74, 75, 196, per circa 11,9 ha.

La componente fotovoltaica verrà integrata da un progetto agricolo che prevede la piantumazione di un nocciolo intensivo multi-varietale unitamente alla costituzione di un prato stabile impiegato come cover crops durante tutto l'anno.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10'000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata dal gestore della rete di trasmissione Terna prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/132/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV “Casanova – Vignole Borbera”, alla linea RTN a 220 kV “Italsider Novi – Vignole Borbera”; alla linea RTN a 132 kV “Aulara – Frugarolo”; alla linea RTN a 132 kV “Sezzadio – Spinetta Centrale”

Le opere progettuali sono sintetizzate nel seguente elenco:

- Impianto fotovoltaico composto da 74'952 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, 1'653 inseguitori solari monoassiali del tipo “double-portrait”, 12 power station (unità di conversione c.c./c.a. e trasformazione BT/36 kV), cabine di smistamento, cabine ausiliari, distribuzione dei cavidotti interrati in c.c. (fino a 1'500 V) e c.a. (a 36 kV);
- impianto di rete, consistente in una nuova SE a 220 kV della RTN da inserire in entra-esce alle linee RTN “Casanova – Vignole Borbera” a 220 kV, “Italsider Novi – Vignole Borbera” a 220 kV, “Aulara – Frugarolo” a 132 kV e “Sezzadio – Spinetta” a 132 kV.
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto a 36 kV interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti in antenna per il collegamento della centrale sulla nuova Stazione Elettrica.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente “Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l’11 dicembre 1997” e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti.

## **2 Scopo**

Scopo del presente disciplinare è descrivere le caratteristiche principali di tutti gli elementi tecnici inerenti al progetto denominato “La Cipollona” che il proponente intende realizzare all’interno di un’area agricola localizzata nel comune di Pozzolo Formigaro (AL).

## **3 Proponente**

Il soggetto proponente del progetto in esame è Renantis Italia S.r.l., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita. Fornisce, inoltre, servizi altamente specializzati di gestione energetica, sia a produttori sia a consumatori di energia, sfruttando la propria esperienza anche per la gestione tecnico-amministrativa di impianti di terzi.

Renantis nasce nel 2002 come Actelios SpA, la cui missione principale è la produzione di energia pulita. La società decide di investire in modo pionieristico nelle rinnovabili, specialmente nel Regno Unito. Fin dagli esordi il modello di investimento è virtuoso e le comunità locali partecipano in minima parte all’investimento, beneficiando degli utili dell’impianto. Oggi la crescita della Società è sostenuta da fondi infrastrutturali di cui JP Morgan è advisor, che assicurano prospettive di stabilità e una visione a lungo termine.

Il Gruppo Renantis è presente in Italia, Regno Unito, Francia, Spagna, Norvegia, Svezia e Stati Uniti, per un totale di 1420 MW installati principalmente da fonte eolica e fotovoltaica. In Italia ha una capacità installata di 354 MW con numerosi impianti in diverse Regioni italiane, tra cui vanno ricordati l’impianto eolico più grande del nostro Paese a Buddusò in Sardegna (138 MW) e l’impianto di San Sostene in Calabria (79,5 MW).

La sostenibilità permea ogni decisione della Società e del processo aziendale e ricalca l’impegno verso un futuro decarbonizzato e l’attenzione al contesto in costante evoluzione. Tutto lo sviluppo ruota intorno al concetto di partnership con i proprietari dei terreni, con le comunità locali che vivono vicino agli impianti, con le aziende del territorio e con gli amministratori pubblici, garantendo a ciascuna di queste controparti rispetto, ascolto ed impegno.

## **4 Descrizione dell’impianto**

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino montati su strutture ad inseguimento monoassiale del tipo “one-portrait”, disposti su più file parallele ad una distanza reciproca di 9,6 m (pitch), in modo da non creare mutui ombreggiamenti.

Le stringhe fotovoltaiche, ciascuna composta da una serie di n.24 moduli fotovoltaici, saranno collegate in parallelo all’interno dei quadri di campo, che saranno a loro volta collegati in parallelo all’interno della sezione BT delle stazioni di conversione e trasformazione (power station). All’interno delle power station, composte da inverter centralizzato e trasformatore BT/AT, verrà effettuata la conversione c.c./c.a. e la trasformazione della tensione fino al valore nominale di 36 kV. La potenza in uscita da ciascuna power station sarà in seguito convogliata ad alcune cabine elettriche dette di “smistamento”, all’interno delle quali verrà effettuato il collegamento in parallelo delle varie linee.

E’ previsto che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV di una nuova SE di Trasformazione della RTN a 220/132/36 kV da inserire in entra-esce alle linee aeree esistenti “Casanova – Vignole Borbera” a 220 kV, “Italsider Novi – Vignole Borbera” a 220 kV, “Alulara – Frugarolo” a 132 kV e “Sezzadio – Spinetta” a 132 kV

Si precisa che marca e modello di tutte le componenti descritte nel seguito potranno subire variazioni durante la fase esecutiva in funzione della disponibilità sul mercato.

## 5 Moduli fotovoltaici

### 5.1 Specifica tecnica

E' previsto l'impiego di 74'952 moduli fotovoltaici bifacciali monocristallini ad alto rendimento di potenza nominale pari a 625 Wp, marca JinkoSolar (o modelli similari) modello Tiger Neo N-type 78HL4-BDV 615-635 Watt. I moduli fotovoltaici bifacciali permettono di produrre energia elettrica sfruttando entrambi i lati della cella fotovoltaica, a differenza di un modulo standard, aumentando la produttività complessiva dell'impianto a parità di superficie. Generalmente i moduli bifacciali su sistemi ad inseguimento solare monoassiale, installati su terreni con superficie generica (albedo 0,2-0,3), incrementano la producibilità dell'impianto fino al 10%<sup>1</sup>.

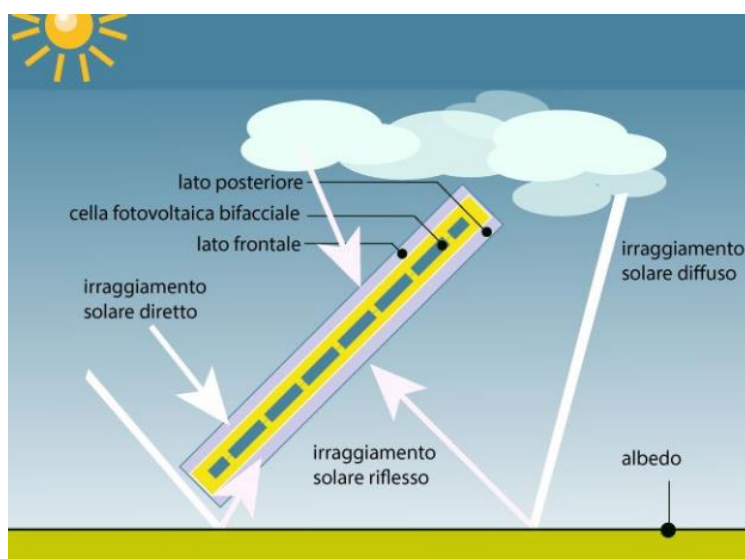


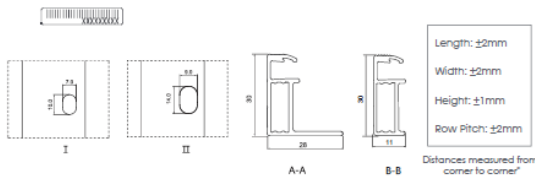
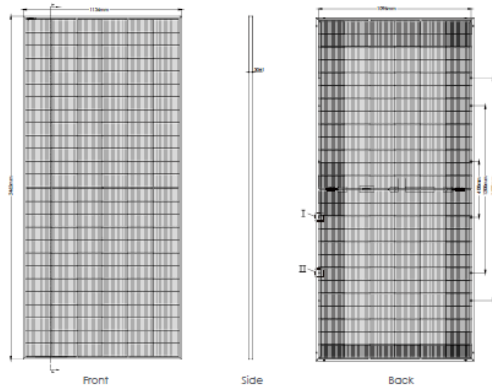
Figura 5-1 – Concetto di modulo fotovoltaico bifacciale (CEI 82-25)

Ciascun modulo ha dimensioni pari a 2'465 mm x 1'134 mm x 35 mm e sono conformi alle seguenti normative:

- IEC61215(2016), IEC61730(2016)
- ISO9001:2015: Quality Management System
- ISO14001:2015: Environment Management System
- ISO45001:2018: Occupational health and safety management systems

<sup>1</sup> <https://iea-pvps.org/key-topics/bifacial-photovoltaic-modules-and-systems/>

**Engineering Drawings**



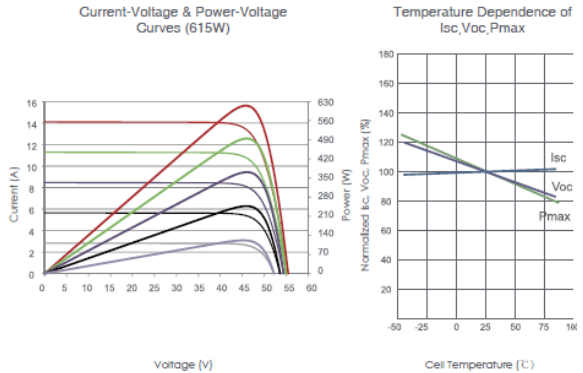
\*For detailed sizes and tolerance specification, please consult detailed module drawing

**Packaging Configuration**

( Two pallets = One stack )

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 576pcs/ 40'HQ Container

**Electrical Performance & Temperature Dependence**



**Mechanical Characteristics**

|               |  |
|---------------|--|
| Cell Type     | N type Mono-crystalline  |
| No. of cells  | 156 (2x78)   |
| Dimensions    | 2465x1134x30mm (97.05x44.65x1.18 inch)                                   |
| Weight        | 34kg (74.96lbs)  |
| Front Glass   | 2.0mm, Anti-Reflection Coating   |
| Back Glass    | 2.0mm, Heat Strengthened Glass   |
| Frame         | Anodized Aluminium Alloy   |
| Junction Box  | IP68 Rated   |
| Output Cables | TUV 1x4.0mm <sup>2</sup><br>(+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length |

**SPECIFICATIONS**

| Module Type                               | JKM615N-78HL4-BDV |                   | JKM620N-78HL4-BDV |                   | JKM625N-78HL4-BDV |                   | JKM630N-78HL4-BDV |                   | JKM635N-78HL4-BDV |                   |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | STC               | NOCT              | STC               | NOCT              | STC               | NOCT              | STC               | NOCT              | STC               | NOCT              |
| Maximum Power (Pmax)                      | 615W <sub>p</sub> | 463W <sub>p</sub> | 620W <sub>p</sub> | 467W <sub>p</sub> | 625W <sub>p</sub> | 471W <sub>p</sub> | 630W <sub>p</sub> | 475W <sub>p</sub> | 635W <sub>p</sub> | 479W <sub>p</sub> |
| Maximum Power Voltage (Vmp)               | 47.20V            | 44.39V            | 47.37V            | 44.54V            | 47.54V            | 44.69V            | 47.70V            | 44.83V            | 47.86V            | 44.98V            |
| Maximum Power Current (Imp)               | 13.03A            | 10.44A            | 13.09A            | 10.49A            | 13.15A            | 10.54A            | 13.21A            | 10.59A            | 13.27A            | 10.64A            |
| Open-circuit Voltage (Voc)                | 56.69V            | 42.72V            | 56.82V            | 42.82V            | 56.95V            | 42.92V            | 57.08V            | 43.02V            | 57.21V            | 43.11V            |
| Short-circuit Current (Isc)               | 13.68A            | 10.31A            | 13.74A            | 10.35A            | 13.80A            | 10.40A            | 13.86A            | 10.44A            | 13.92A            | 10.49A            |
| Module Efficiency STC (%)                 | 22.00%            |                   | 22.18%            |                   | 22.36%            |                   | 22.54%            |                   | 22.72%            |                   |
| Operating Temperature(°C)                 | -40°C~+85°C       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Maximum system voltage                    | 1500VDC (IEC)     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Maximum series fuse rating                | 30A               |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Power tolerance                           | 0~+3%             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Temperature coefficients of Pmax          | -0.29%/°C         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Temperature coefficients of Voc           | -0.25%/°C         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Temperature coefficients of Isc           | 0.045%/°C         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C            |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Refer. Bifacial Factor                    | 80±5%             |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

**Figura 5-2 – Specifiche tecniche moduli fotovoltaici**

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli sarà del tipo “in serie”, in modo da formare stringhe composte di 24 moduli ciascuna. Tale collegamento sarà realizzato mediante i cavi forniti in dotazione ai singoli moduli ed impiego di cavi “solari”, del tipo H1Z2Z2-K o similari, conformi alle norme e con tensione nominale  $U \geq 1'500$  V (c.c.).



## 5.2 Leggi e decreti riferimento

Per l'esecuzione dei lavori devono essere seguite le norme legislative nazionali e regionali in vigore; tali prescrizioni hanno la precedenza su quanto specificato in questo documento.

In particolare, per lavori in Italia si deve far riferimento

- prescrizioni del D.M. dei LL.PP. 11.3.1988
- D.M. 17/1/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”

## 5.3 Normativa di riferimento

- CEI EN 50380: Requisiti per la marcatura e la documentazione dei moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50461: Celle solari – Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino;
- CEI EN 50521: Connettori per sistemi fotovoltaici – Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN IEC 60891: Procedure per correzioni di temperatura e irraggiamento alle caratteristiche I-V misurate di dispositivi fotovoltaici;
- CEI EN IEC 60904-1: Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI IEC TS 60904 parte dalla 1 alla 9: Dispositivi fotovoltaici;
- CEI EN 60068-2-21: Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda;
- CEI EN 61173: Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- CEI EN 61215 dalla parte 1.1 alla 1.4: moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri;
- CEI EN 61215-2: Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova;
- CEI EN 61683: Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza;
- CEI EN 61701: Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV);
- CEI EN 61730 parte 1 e 2: Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV);
- CEI EN 61829: Campo fotovoltaico (FV) – Misura in sito delle caratteristiche I-V;
- CEI EN 62941: Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Sistema di gestione qualità per la produzione di moduli FV

## 6 Inseguitori solari

I moduli saranno posizionati su inseguitori solari monoassiali, strutture portanti che attraverso opportuni movimenti meccanici permettono di inseguire l'andamento azimutale del sole. L'utilizzo di tali strutture permette dunque di orientare i moduli fotovoltaici favorevolmente rispetto ai raggi solari nel corso della giornata, mantenendo invariata l'inclinazione dell'asse di rotazione del pannello rispetto al terreno, ovvero mantenendo invariato l'angolo di tilt. La variazione dell'angolo avviene in modo automatico grazie ad un apposito algoritmo di controllo di tipo astronomico oppure attraverso l'utilizzo di celle fotovoltaiche ausiliarie che installate con angolazioni differenti consentono al sistema di determinare l'angolo di ottimo.

Il movimento degli inseguitori è azionato da un motore elettrico alimentato da un pannello fotovoltaico dedicato o eventualmente da un motore monofase alimentato in regime continuo o alternato.

Ciascun inseguitore sarà adatto al posizionamento di 24 moduli (1 stringa) o 48 moduli (2 stringhe) fotovoltaici e sarà installato tramite un sistema di posa su pali di fondazione in acciaio zincato infissi nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta. E' previsto l'impiego di 1'653 strutture ad inseguimento solare.

L'inseguitore sarà dotato di un sistema di controllo e comunicazione con le seguenti caratteristiche:

- Sistema di comunicazione wireless;
- Sistema di protezione automatico in caso di vento di estremo;
- Backtracking personalizzato: modifica della posizione di ciascun tracker per evitare l'ombreggiamento reciproco e ottimizzando la produzione di energia;
- Possibilità di installazione per pendenze del terreno fino a 17%.



**Figura 6-1 – Esempio di impianto con inseguitori solari monoassiali 2P**

## 6.1 Specifica tecnica

In seguito si riportano le caratteristiche tecniche dell'inseguitore solare individuato per il progetto, marca Soltec, modello SF7 double-portrait. Tale tipologia di inseguitore solare potrà variare nelle successive fasi del progetto. Il modello scelto in questa fase è conforme alle seguenti normative:

- CE marked according to the Machinery Directive 2006/42/UE
- Structural design compliant with Eurocodes EN 1991-1-1, EN 1991-1-3, EN 1991-1-4
- Electrical design as per EU Directives 2014/35/UE (LV) and 2014/30/UE (EMC)
- Certified by TUV Sud according to ISO 9001:2015 and 14001:2015 •
- IEC 62817:2014 certified

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Tracking System       | Horizontal Single-Axis with independent rows   |
| Tracking Range        | ± 55° Optional: ± 60°  |
| Drive System          | Enclosed Slewing Drive, DC Motor   |
| Power Supply          | Dedicated Panel<br>Optional: 120/240 Vac or 24 Vdc power-cable   |
| Tracking Algorithm    | Astronomical Algorithm with Asymmetric Backtracking  |
| Communication         | Full Wireless<br>Optional: RS-485 Full Wired<br>RS-485 cable not included in Soltec scope                        |
| Wind Resistance       | Per Local Codes  |
| Land Use Features     |  |
| Independent Rows      | YES  |
| Slope North-South     | Up to 17%  |
| Slope East-West       | Configurable   |
| Ground Coverage Ratio | Configurable. Typical range: 30-50%  |
| Foundation            | Driven Pile   Ground Screw   Concrete  |
| Temperature Range     |  |
| Standard              | - 4°F to +131°F   -20°C to +55°C   |
| Extended              | -40°F to +131°F   -40°C to +55°C   |
| Availability          | >99%   |
| Modules               | Standard: 72 / 78 cells   Optional: 60 Cells; Crystalline,<br>Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others) |

**Figura 6-2 – Caratteristiche tecniche inseguitore solare monoassiale 2P**

## 6.2 Leggi e decreti riferimento

Per l'esecuzione dei lavori devono essere seguite le norme legislative nazionali e regionali in vigore; tali prescrizioni hanno la precedenza su quanto specificato in questo documento.

La priorità è data secondo l'ordine seguente:

1. Norme e leggi italiane;
2. Specifiche di progetto;
3. Norme e leggi internazionali.

In caso di conflitto o ambiguità nella modalità di applicazione di una specifica o standard, sarà considerata la richiesta più stringente e segnalata la variazione dalla specifica o standard.

Ove le specifiche di progetto non siano in contrasto con le Leggi e i regolamenti Italiani ed Europei, ma risultino più stringenti, avranno priorità su tutti.

In particolare, per lavori in Italia si deve far riferimento

- prescrizioni del D.M. dei LL.PP. 11.3.1988
- D.M. 17/1/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”

## **6.3 Normativa di riferimento**

### **6.3.1 Esecuzione**

- UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
- UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove
- UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici
- UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo
- UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
- UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
- UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile
- UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
- UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
- UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

### **6.3.2 Elementi di collegamento**

- UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
- UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
- UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
- UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
- UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

### **6.3.3 Profilati cavi**

- UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

### **6.3.4 Caratteristiche tecniche CEI**

- CEI EN 62817 Impianti fotovoltaici - Qualifica di progetto per inseguitori solari

### **6.3.5 Prodotti laminati a caldo**

- UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
- UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- UNI EN 10025-6:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

### **6.3.6 Movimentazione e controllo (inseguitore)**

- IEC 62817:2014 - Photovoltaic systems - Design qualification of solar trackers
- UL 2703 - Mounting Systems, Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for use with flat-plate photovoltaic modules and panes
- IEC 60204-1:2016 - Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
- IEC 60335-1 Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare
- 2006/42/CE - Direttiva Macchine

- UNI EN 1005-1 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Termini e definizioni
- UNI EN 1005-2 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 2: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario
- UNI EN 1005-3 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Limiti di forza raccomandati per l'utilizzo del macchinario
- UNI EN 1005-4 Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 4: Valutazione delle posture e dei movimenti lavorativi in relazione al macchinario
- EN 349:1993+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo
- EN ISO 12100:2010 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio (ISO 12100:2010)
- EN 1037:1995+A1:2008 Sicurezza del macchinario - Prevenzione dell'avviamento inatteso

## **6.4 Posa in opera**

La posa in opera delle strutture metalliche ed il loro assemblaggio sarà eseguito nei tempi e nei modi previsti dal progetto. La posa delle strutture metalliche impone all'Appaltatore l'impiego di personale capace di realizzarne la posa con la precisione compresa delle tolleranze di progetto.

### **6.4.1 Controlli in corso di lavorazione**

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **6.4.2 Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relativa relazione di calcolo e nel manuale del Fornitore.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovrasollecitate o deformate. Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti

provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- Per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- Per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, etc.;
- Per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### **6.4.3 Saldatura in cantiere**

L'assemblaggio delle strutture e degli inseguitori dovrà avvenire secondo le modalità descritte dal fornitore ed in totale assenza di saldature in cantiere.

#### **6.4.4 Indicazioni di progetto**

Le indicazioni dei profili sono fornite nei disegni di progetto. In fase esecutiva, sarà cura dell'Appaltatore fornire i seguenti documenti progettuali:

- Assiemi di montaggio
- Costruttivi di officina
- I costruttivi di officina e gli assiemi di montaggio dovranno essere solo uno sviluppo geometrico dei disegni di progetto delle strutture e di quelli delle connessioni forniti dal Progettista

L'esame dei disegni costruttivi da parte del Progettista non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di sviluppare i disegni costruttivi in ottemperanza delle prescrizioni progettuali. L'Appaltatore può eseguire modifiche di dettagli, per necessità costruttive, solo dopo avere richiesto ed ottenuto l'approvazione del Progettista e del Committente. Di tali modifiche dovrà esserci traccia nei disegni di progetto “as built”.

#### **6.4.5 Prove di carico e collaudo statico**

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

## **7 Quadri di campo**

### **7.1 Specifica tecnica**

La presente specifica tecnica definisce i materiali, le modalità e le prescrizioni per la fornitura e l'installazione dei quadri di parallelo stringhe per l'impianto in oggetto.

L'Appaltatore dovrà evidenziare nella sua proposta le eventuali deviazioni rispetto a quanto richiesto nella presente specifica.

Eventuali soluzioni migliorative e/o alternative proposte saranno prese in considerazione purché ne venga dimostrata la validità dal punto di vista funzionale e delle prestazioni con quanto richiesto nel presente documento.

La progettazione esecutiva di dettaglio e le relative verifiche tecniche rimangono totali a cura del Contrattista in quanto oggetto della gara d'appalto.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative vigenti ed alla documentazione tecnica NORMATIVE ISO, IEC E ORGANISMI NAZIONALI.

### **7.2 Requisiti di sicurezza**

Le apparecchiature dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione. Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana, dovranno essere previste a totale carico del fornitore, per prevenire i contatti accidentali e segnalare le parti calde o in tensione.

### **7.3 Caratteristiche tecniche**

I quadri di campo permettono il collegamento elettrico tra le stringhe provenienti dal generatore fotovoltaico ed il gruppo di conversione c.c./c.a. ed includono protezioni di stringa e per le sovratensioni atmosferiche. Essi hanno anche la funzione di sezionare localmente le stringhe di moduli fotovoltaici costituenti il campo e attraverso un sistema di monitoraggio delle correnti di stringa, di cui sono equipaggiati, sono in grado di rilevare eventuali anomalie sulle stringhe.

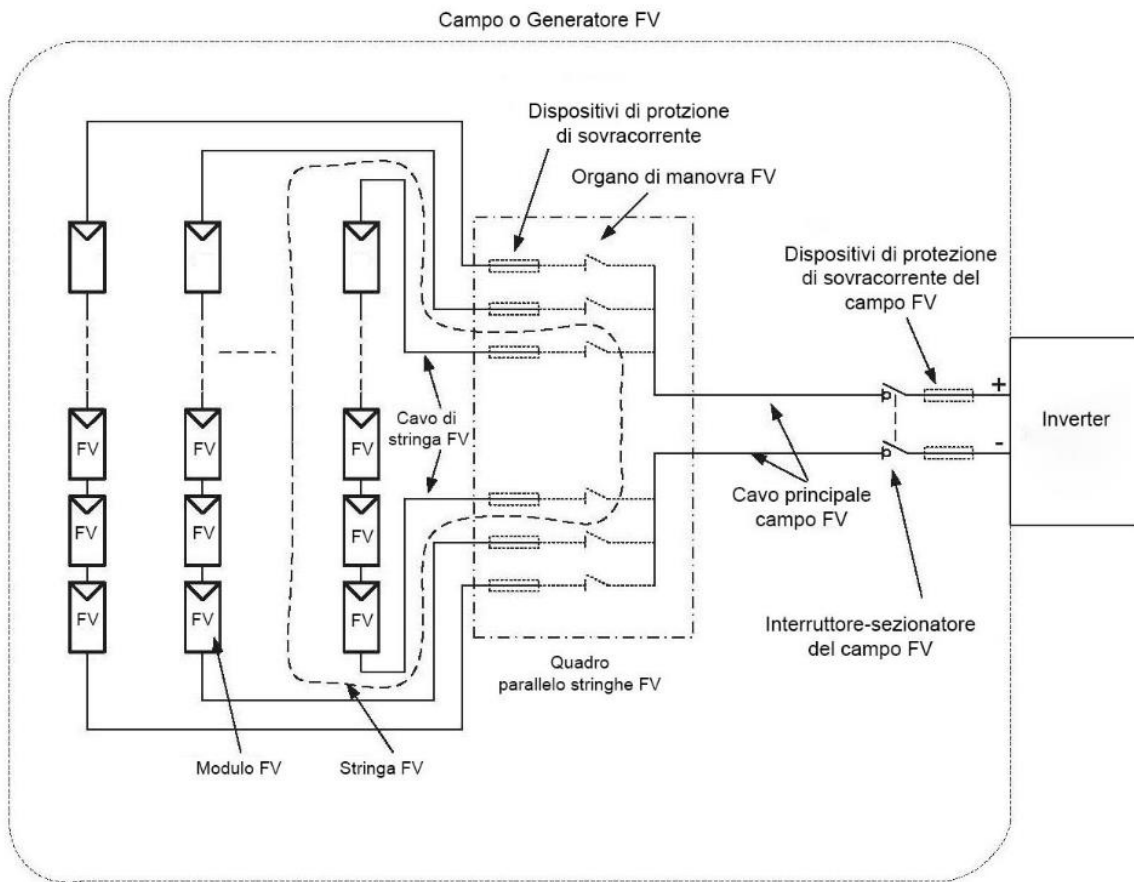
Ogni quadro di campo contiene le apparecchiature di seguito descritte.

- Sezionatore con funzionamento sottocarico (IMS) tramite interruttore di manovra sezionatore
- portafusibili di stringa con funzione di protezione dalle sovracorrenti e correnti inverse e idonei al sezionamento
- sistema di monitoraggio della corrente di stringa
- scaricatore di sovratensione

I quadri di parallelo stringhe saranno opportunamente dislocati nell'area oggetto dell'intervento.

Le stringhe dei moduli fotovoltaici saranno opportunamente poste in parallelo all'interno dei quadri di campo (o string combiners), che contengono i dispositivi di protezione da sovracorrente quali portafusibili, diodi di blocco e organi di manovra sezionatori.





**Figura 7-1 – Esempio configurazione campo fotovoltaico dotato di singolo quadro di campo**

L'impianto sarà dotato di n. 202 string combiners di marca SMA modello DC-CMB-U15 o similari per un parallelo fino a 16 stringhe. I dispositivi hanno tensione nominale pari a 1'500 V e compatibili con la tensione di campo e la corrente nominale in ingresso.



| Technical Data  | DC-CMB-U15-16  | DC-CMB-U15-24                                    | DC-CMB-U15-32                                      |
|---|--|--|--|
| <b>Input (DC)</b>   |  |  |  |
| Rated voltage   | 1500 V   | 1500 V   | 1500 V   |
| Altitude derating (rated voltage)   | 2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m<br>3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m |  |  |
| Number of string inputs / fuse holders per pole                                 | 16   | 24   | 32   |
| Rated current   | 17.2 A   | 13.75 A  | 10.31 A  |
| Fuse type*  |  | 10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV                       |  |
| String connection   |  | Connection to the fuse holder                    |  |
| Sealing range of cable gland  |  | 5 mm to 8 mm                                     |  |
| <b>Output (DC)</b>  |  |  |  |
| Rated current   | 275 A  | 330 A  | 330 A  |
| Temperature derating (rated current)  | >50°C operating temperature = reduction by 1% per K  |  |  |
| DC switch (load-break switch)   | 400 A / 1500 V   | 400 A / 1500 V                                   | 400 A / 1500 V                                     |
| Surge arrester  |  | Type 2, In = 15 kA; I <sub>max</sub> = 40 kA     |  |
| DC output   |  | Busbar (ring terminal lug M12)                   |  |
| Number of DC outputs  | 1  | 1 / 2  | 1 / 2  |
| Conductor cross-section   |  | Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup> |  |
| Sealing range of cable glands   | 17 mm to 38.5 mm   | 17 mm to 38.5 mm                                 | 17 mm to 38.5 mm                                   |
| <b>Enclosure / Ambient Parameters</b>   |  |  |  |
| IP degree of protection according to IEC 60529                                  | IP 54 / self-ventilated  | IP 54 / self-ventilated                          | IP 54 / self-ventilated                            |
| Enclosure material  | Glass fiber reinforced plastic / UV-resistant  |  |  |
| Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included | 550 / 650 / 260 mm<br>(21.65 / 25.59 / 10.24 inch)   |  | 590 / 790 / 285 mm<br>(23.23 / 31.10 / 11.22 inch) |
| Max. weight   | 25 kg (55 lb)  | 28 kg (62 lb)                                    | 40 kg (88 lb)                                      |
| Protection class (according to IEC 61140)                                       | II   | II   | II   |
| Mounting type   |  | Wall mounting                                    |  |
| Ambient temperature in operation / during storage                               |  | -25°C to +60°C / -40°C to +70°C                  |  |
| Relative humidity   |  | 0% to 95%, non-condensing                        |  |
| Max. altitude above MSL   | 4000 m   | 4000 m   | 4000 m   |
| <b>Standards</b>  |  |  |  |
| Compliance  |  | CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2                     |  |

**Figura 7-2 – Scheda tecnica String Combiner SMA DC-CMB-U15**

## 7.4 Normativa di riferimento CEI

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di Potenza
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature

assieme di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

## **8 Unità di conversione c.c./c.a. (inverter) e trasformazione BT/36 kV, cabina di smistamento a 36 kV**

La presente specifica tecnica fornisce i requisiti minimi per la fornitura delle unità di conversione e trasformazione, per la cabina di smistamento e per la cabina ausiliari per l'impianto in oggetto.

L'Appaltatore dovrà evidenziare nella sua proposta le eventuali deviazioni rispetto a quanto richiesto nella presente specifica.

Eventuali soluzioni migliorative e/o alternative proposte saranno prese in considerazione purché ne venga dimostrata la validità dal punto di vista funzionale e delle prestazioni con quanto richiesto nel presente documento.

La progettazione esecutiva di dettaglio e le relative verifiche tecniche rimangono totale a cura del Contrattista in quanto oggetto della gara d'appalto.

### **8.1 Specifica tecnica**

In base alle caratteristiche elettriche del generatore fotovoltaico, sono state selezionate unità power station del modello SMA serie MVPS. Si tratta di apparati composti integrati con inverter centralizzato modello SMA Sunny Central UP, trasformatore BT/AT (36 kV) e quadro a 36 kV dotato dei dispositivi di protezione. Questi modelli vengono utilizzati in centrali fotovoltaiche di media/grande scala per ottenere un'elevata efficienza.

L'unità in Figura 8-1 è composta da:

- Inverter centralizzato: ingresso in corrente continua ad un massimo di 1500 V **(1)**
- Trasformatore BT/36 kV **(2)**
- Quadro 36 kV: modello HDJH 36 gas-insulated, tensione nominale in uscita pari a 36 kV **(3)**



**Figura 8-1 – Unità di trasformazione SMA serie MVPS**

Si riportano di seguito le principali caratteristiche.

- Disponibilità di informazioni di allarmi e di misura sul display integrato (Sunny Central Control);
- Funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- Sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con funzione MPPT integrata;
- Elevato rendimento globale;
- Massima sicurezza, con trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- Applicazione FV, opzionale con batteria connessa sul lato c.c.

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

| Dati tecnici  | MVPS 4000-S2  | MVPS 4200-S2  |
|---|---|---|
| <b>Ingresso (CC)</b>  |   |   |
| Inverter selezionabili  | 1 x SC 4000 UP oppure<br>1 x SCS 3450 UP oppure<br>1 x SCS 3450 UP-XT | 1 x SC 4200 UP oppure<br>1 x SCS 3600 UP oppure<br>1 x SCS 3600 UP-XT |
| Tensione d'ingresso max   | 1500 V  | 1500 V  |
| Numero ingressi CC  | a seconda dell'inverter scelto  |   |
| Zone Monitoring integrato   | 0   |   |
| Amperaggi disponibili dei fusibili (per ciascun ingresso)   | 200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A                       |   |
| <b>Uscita (CA) lato di media tensione</b>   |   |   |
| Potenza nominale con SC UP (da -25°C a +35°C / 40°C opzionale 50°C) <sup>1)</sup>   | 4000 kVA / 3600 kVA   | 4200 kVA / 3780 kVA   |
| Potenza nominale con SCS UP (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) <sup>1)</sup>  | 3450 kVA / 2930 kVA   | 3620 kVA / 3075 kVA   |
| Potenza di carica SCS UP-XT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) <sup>1)</sup>  | 3590 kVA / 3000 kVA   | 3770 kVA / 3150 kVA   |
| Potenza di scarica con SCS UP-XT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) <sup>1)</sup>   | 4000 kVA / 3400 kVA   | 4200 kVA / 3570 kVA   |
| Tensioni nominali tipiche CA  | da 10 kV a 35 kV  | da 10 kV a 35 kV  |
| Frequenza di rete CA  | 50 Hz / 60 Hz   | 50 Hz / 60 Hz   |
| Gruppo vettoriale del trasformatore Dy11 / YNd11 / YNy0   | ● / ○ / ○   | ● / ○ / ○   |
| Tipo di raffreddamento del trasformatore  | KNAN <sup>2)</sup>  | KNAN <sup>2)</sup>  |
| Perdite standard a vuoto del trasformatore / Eco Design 1 / Eco Design 2  | ● / ○ / ○   | ● / ○ / ○   |
| Perdite standard di corto circuito del trasformatore / Eco Design 1 / Eco Design 2  | ● / ○ / ○   | ● / ○ / ○   |
| Fattore massimo di distorsione  |   | < 3%  |
| Immissione di potenza reattiva (fino a max 60% della potenza nominale)  |   | 0   |
| Fattore di potenza a potenza nominale / fattore di sfasamento regolabile  |   | 1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo                               |
| <b>Rendimento inverter</b>  |   |   |
| Grado di rendimento max <sup>3)</sup> / Grado di rendimento europeo <sup>3)</sup> / Grado di rendimento CEC <sup>4)</sup>   | 98,8% / 98,6% / 98,5%   | 98,8% / 98,7% / 98,5%   |
| <b>Dispositivi di protezione</b>  |   |   |
| Dispositivo di disinserzione lato ingresso  |   | Sezionatore di carico CC  |
| Dispositivo di sgancio lato uscita  |   | Interruttore a vuoto MT   |
| Protezione contro sovratensioni CC  |   | Scaricatore di sovratensioni tipo I                                   |
| Separazione galvanica   |   | ●   |
| Resistenza ad archi elettrici cabina elettrica MT (secondo IEC 62271-202)   |   | IAC A 20 kA 1 s   |
| <b>Dati generali</b>  |   |   |
| Dimensioni (L / A / P)  | 6058 mm / 2896 mm / 2438 mm   |   |
| Peso  | < 18 t  |   |
| Autoconsumo (max / carico parziale / medio) <sup>1)</sup>   | < 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW  |   |
| Autoconsumo (stand-by) <sup>1)</sup>  | < 370 W   |   |
| Temperatura ambiente da -25°C a +45°C / da -25°C a +55°C / da -40°C a +45°C   | ● / ○ / ○   |   |
| Grado di protezione secondo IEC 60529   | Cabine elettriche IP23D, elettronica inverter IP54                    |   |
| Ambiente: standard / critico  | ● / ○   |   |
| Grado di protezione secondo IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)   | ● / ○   |   |
| Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa   | 95% (per 2 mesi/anno)   |   |
| Altitudine operativa max. s.l.m. 1000 m / 2000 m  | ● / ○   |   |
| Fabbisogno d'aria fresca inverter   | 6500 m <sup>3</sup> /h  |   |
| <b>Dotazione</b>  |   |   |
| Collegamento CC   | Capicorda   |   |
| Collegamento CA   | Connettore angolare conico esterno                                    |   |
| Tap changer per trasformatore di media tensione: senza / con  | ● / ○   |   |
| Avvolgimento di schermatura per trasformatore MT: senza / con   | ● / ○   |   |
| Pacchetto monitoraggio  | ○   |   |
| Colore involucro cabina   | RAL 7004  |   |
| Trasformatore per utilizzatori esterni: senza / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA   | ● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○   |   |
| Impianto di distribuzione in media tensione: senza / 1 feeder / 3 feeder  | ● / ○ / ○   |   |
| 2 feeder con sezionatore di carico, 1 feeder trasformatore con interruttore di potenza, resistenza ad arco elettrico interno IAC A FL 20 kA 1 s secondo IEC 62271-200 | ● / ○ / ○   |   |
| Resistenza ai cortocircuiti impianto di distribuzione in media tensione (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)   | ● / ○ / ○   |   |
| Accessori dei quadri di distribuzione in media tensione: senza / contatti ausiliari / motore per feeder trasformatore / collegamento a cascata / monitoraggio         | ● / ○ / ○ / ○ / ○   |   |
| Contentitore di raccolta olio integrato: senza / con  | ● / ○   |   |
| Standard (per ulteriori standard si veda la scheda tecnica dell'inverter)   | IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC Certificate   |   |
| ● Dotazione di serie ○ Opzionale — Non disponibile  |   |   |
| Denominazione del tipo  | MVPS-4000-S2  | MVPS-4200-S2  |

**Figura 8-2 – Scheda tecnica power station SMA MVPS 4000-S2**

### 8.1.1 Inverter centralizzato

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale “inverter” e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

È previsto l'impiego di n.12 power station, dotate di inverter centralizzato con potenza variabile da un minimo di 2'667 kVA ad un massimo di 4'400 kVA.

Tabella 8-1 – Dettaglio potenze sottocampi

| Sottocampo | Pdc [kW] | Pinv [kVA] | DC/AC    | Moduli | Stringhe |
|------------|----------|------------|----------|--------|----------|
| 1          | 2955     | 2933       | 1,007501 | 4728   | 197      |
| 2          | 4005     | 4000       | 1,00125  | 6408   | 267      |
| 3          | 4020     | 4000       | 1,005    | 6432   | 268      |
| 4          | 4005     | 4000       | 1,00125  | 6408   | 267      |
| 5          | 4020     | 4000       | 1,005    | 6432   | 268      |
| 6          | 4470     | 4400       | 1,015909 | 7152   | 298      |
| 7          | 4470     | 4400       | 1,015909 | 7152   | 298      |
| 8          | 4470     | 4400       | 1,015909 | 7152   | 298      |
| 9          | 3930     | 4000       | 0,9825   | 6288   | 262      |
| 10         | 2655     | 2667       | 0,995501 | 4248   | 177      |
| 11         | 3915     | 4000       | 0,97875  | 6264   | 261      |
| 12         | 3930     | 4000       | 0,9825   | 6288   | 262      |

L'inverter è conforme alle più stringenti direttive nazionali ed europee per la sicurezza e l'immissione in rete d'energia: CEI EN IEC 61000-6-2, CEI - EN IEC 61000-6-4. L'inverter, del tipo trifase, sarà collegato sul lato in corrente alternata al sistema di distribuzione attraverso cui avviene di seguito l'immissione dell'energia elettrica prodotta in rete. L'inverter consente il collegamento della totalità delle stringhe di un campo, ognuna delle quali composta da 24 pannelli. La corrente entra in regime continuo ad una tensione massima di 1'450 V (tensione a circuito aperto a -10°C) e viene convertita in alternata alla tensione di 600/660 V. I livelli di tensione delle stringhe fotovoltaiche sono compatibili con quelli di ingresso all'inverter, garantendone un corretto funzionamento.

Nel seguito viene riportato un esempio dei dati tecnici per l'inverter SC 4400 UP:

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

| Technical Data   | SC 4400 UP  | SC 4600 UP                         |
|--|---|------------------------------------|
| <b>DC side</b>   |   |                                    |
| MPP voltage range $V_{DC}$ (at 25 °C / at 50 °C)   | 962 to 1325 V / 1000 V  | 1003 to 1325 V / 1040 V            |
| Min. DC voltage $V_{DC, min}$ / Start voltage $V_{DC, start}$  | 934 V / 1112 V  | 976 V / 1153 V                     |
| Max. DC voltage $V_{DC, max}$  | 1500 V  | 1500 V                             |
| Max. DC current $I_{DC, max}$  | 4750 A  | 4750 A                             |
| Max. short-circuit current $I_{DC, SC}$  | 8400 A  | 8400 A                             |
| Number of DC inputs  | Busbar with 26 connections per terminal, 24 double pole fused (32 single pole fused)            |                                    |
| Number of DC inputs with optional DC coupled storage   | 18 double pole fused (36 single pole fused) for PV and 6 double pole fused for batteries        |                                    |
| Max. number of DC cables per DC input (for each polarity)  | 2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm <sup>2</sup>  |                                    |
| Integrated zone monitoring   | o   |                                    |
| Available PV fuse sizes (per input)  | 200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A   |                                    |
| Available battery fuse size (per input)  | 750 A   |                                    |
| <b>AC side</b>   |   |                                    |
| Nominal AC power at $\cos \varphi = 1$ (at 35 °C / at 50 °C)   | 4400 kVA <sup>(3)</sup> / 3960 kVA  | 4600 kVA <sup>(4)</sup> / 4140 kVA |
| Nominal AC active power at $\cos \varphi = 0.8$ (at 35 °C / at 50 °C)  | 3520 kW <sup>(3)</sup> / 3168 kW  | 3680 kW <sup>(4)</sup> / 3312 kW   |
| Nominal AC current $I_{AC, nom}$ (at 35 °C / at 50 °C)   | 3850 A / 3465 A   | 3850 A / 3465 A                    |
| Max. total harmonic distortion   | < 3% at nominal power   | < 3% at nominal power              |
| Nominal AC voltage / nominal AC voltage range <sup>(1) (4)</sup>   | 660 V / 528 V to 759 V  | 690 V / 552 V to 759 V             |
| AC power frequency / range   | 50 Hz / 47 Hz to 53 Hz<br>60 Hz / 57 Hz to 63 Hz  | > 2                                |
| Min. short-circuit ratio at the AC terminals <sup>(5)</sup>  | • 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited   |                                    |
| Power factor at rated power / displacement power factor adjustable <sup>(6) (10)</sup>                       |   |                                    |
| <b>Efficiency</b>  |   |                                    |
| Max. efficiency <sup>(2)</sup> / European efficiency <sup>(2)</sup> / CEC efficiency <sup>(2)</sup>          | 98.8% / 98.7% / 98.5%   | 98.9% / 98.7% / 98.5%              |
| <b>Protective Devices</b>  |   |                                    |
| Input-side disconnection point   | DC load break switch  |                                    |
| Output-side disconnection point  | AC circuit breaker  |                                    |
| DC overvoltage protection  | Surge arrester, type I & II   |                                    |
| AC overvoltage protection (optional)   | Surge arrester, class I & II  |                                    |
| Lightning protection (according to IEC 62305-1)  | Lightning Protection Level III  |                                    |
| Ground-fault monitoring / remote ground-fault monitoring   | o / o   |                                    |
| Insulation monitoring  | o   |                                    |
| Degree of protection: electronics / air duct / connection area (as per IEC 60529)                            | IP54 / IP34 / IP34  |                                    |
| <b>General Data</b>  |   |                                    |
| Dimensions (W / H / D)   | 2815 / 2318 / 1588 mm (110.8 / 91.3 / 62.5 inch)  |                                    |
| Weight   | < 3700 kg / < 8158 lb   |                                    |
| Self-consumption (max. <sup>(4)</sup> / partial load <sup>(5)</sup> / average <sup>(6)</sup> )               | < 8100 W / < 1800 W / < 2000 W  |                                    |
| Self-consumption (standby)   | < 370 W   |                                    |
| Internal auxiliary power supply  | o Integrated 8.4 kVA transformer  |                                    |
| Operating temperature range <sup>(1)</sup>   | -25 °C to 60 °C / -13 °F to 140 °F  |                                    |
| Noise emission <sup>(7)</sup>  | 63.0 dB(A)*   |                                    |
| Temperature range (standby)  | -40 °C to 60 °C / -40 °F to 140 °F  |                                    |
| Temperature range (storage)  | -40 °C to 70 °C / -40 °F to 158 °F  |                                    |
| Max. permissible value for relative humidity (condensing / non-condensing)                                   | 95% to 100% (2 month/year) / 0% to 95%  |                                    |
| Maximum operating altitude above MSL <sup>(8)</sup> 1000 m / 2000 m <sup>(11)</sup> / 3000 m <sup>(11)</sup> | • / o / -   |                                    |
| Fresh air consumption  | 6500 m <sup>3</sup> /h  |                                    |
| <b>Features</b>  |   |                                    |
| DC connection  | Terminal lug on each input (without fuse)   |                                    |
| AC connection  | With busbar system (three busbars, one per line conductor)                                      |                                    |
| Communication  | Ethernet, Modbus Master, Modbus Slave   |                                    |
| Enclosure / roof color   | RAL 9016 / RAL 7004   |                                    |
| Supply for external loads  | o (2.5 kVA)   |                                    |
| Standards and directives complied with   | CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, AR-N 4110, IEEE1547, UL 840 Cat. IV, Arrêté du 23/04/08 |                                    |
| EMC standards  | IEC 55011, IEC 61000-6-2, FCC Part 15 Class A   |                                    |
| Quality standards and directives complied with   | VDI/VDE 2862 page 2, DIN EN ISO 9001  |                                    |
| • Standard features o Optional – not available * preliminary   |   |                                    |
| Type designation   | SC 4400 UP  | SC 4600 UP                         |

**Figura 8-3 – Specifiche tecniche inverter SC 4400 UP**

L'inverter è conforme all'All. A.68 del Codice di Rete di Terna, è stato testato e certificato in accordo con la norma CEI 0-16. La somma della potenza nominale apparente degli inverter dell'impianto garantisce il rispetto dei requisiti di Terna di cui all'All. A68 cap. 8.3 relativo alla regolazione della potenza reattiva.



### 8.1.2 Trasformatore BT/36 kV

All'uscita lato a.c. dell'inverter la tensione viene innalzata al valore di 36 kV tramite il trasformatore BT/36 kV. Il collegamento tra le due componenti sarà realizzato tramite sbarre in rame da 2x3x2400 mm<sup>2</sup> di circa 40 cm con percorso ohmico inferiore a 3 μΩ. In Figura 8-4 sono riportati i dati tecnici del trasformatore da 4200 kVA 34,5/0,63 kV, in attesa del lancio sul mercato del trasformatore 36/0,63 kV da parte della casa produttrice.

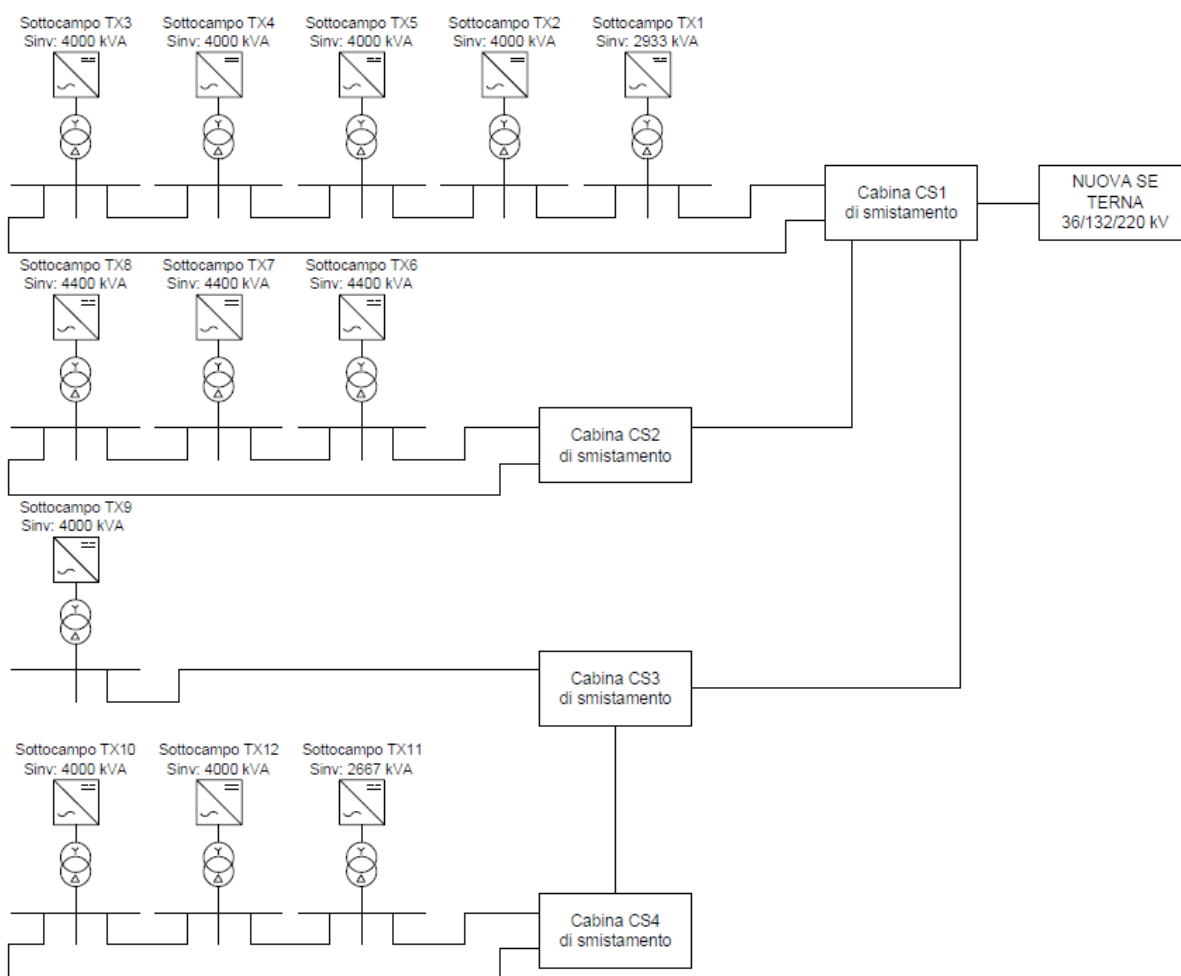
|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| TYPE                                      | Medium-voltage transformer for inverter application  |                                     |
| DESIGN                                    | Three-phase-liquid immersed-transformer hermetically sealed suitable for Q@Night   |                                     |
| RATED POWER @ 50 °C                       | [kVA]  | 3780                                |
| RATED POWER @ 25 °C                       | [kVA]  | 4200                                |
| RATED CURRENT HV/LV @ 50°C                | [A]  | 63 / 3464                           |
| RATED CURRENT HV/LV @ 25 °C               | [A]  | 70 / 3849                           |
| RATED VOLTAGE (HV/LV)                     | [kV/kV]  | 34.5 / 0.630                        |
| TAP CHANGER                               | With   |                                     |
| TAPPING HIGH-VOLTAGE LEVEL                | [%]  | 10%, 7.5%, 5%, 2.5%, 0%, -2.5%, -5% |
| FREQUENCY                                 | [Hz]   | 60                                  |
| VECTOR GROUP                              | Dy11   |                                     |
| NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)         | [W]  | 4000                                |
| LOAD LOSSES (AT 85°C WINDING TEMPERATURE) | [W]  | 39900                               |
| PEAK EFFICIENCY INDEX (PEI)               | [%]  | 99.332                              |
| IMPEDANCE @ 85°C WINDING TEMPERATURE      | [%]  | 6.5 ± 7.5%                          |
| ZERO SEQUENCE IMPEDANCE                   | infinite (no neutral)  |                                     |
| X/R RATIO @ 85°C WINDING TEMPERATURE      | >5 , < 10  |                                     |
| MAX. VOLTAGE FOR EQUIPMENT U <sub>m</sub> | [kV]   | 38                                  |
| TYPE OF LOAD                              | Inverter THDi < 3%   |                                     |
| TYPE OF COOLING                           | KNAN   |                                     |
| MAX. ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL             | [m]  | 2000                                |
| AMBIENT TEMPERATURES (MIN. / MAX.)        | [°C]   | -25 / 50                            |
| MAX. OVER TEMPERATURE (WINDING / LIQUID)  | [K]  | 70 / 75                             |
| SHORT-CIRCUIT DURATION                    | [s]  | 2                                   |
| MANUFACTURERS REGULATION                  | IEC 60076 / IEC 60076-14<br>ANSI C57.12.00 / C57.12.36 / C57.154   |                                     |
| INSULATION                                | Thermally Upgraded Paper   |                                     |
| INSULATION LEVEL (BIL) HV/LV              | [kV]   | 150/30                              |
| HIGH-VOLTAGE BUSHING                      | Outside conical socket-contact 600 A without plug  |                                     |
| LOW-VOLTAGE BUSHING                       | [A]  | 4000                                |
| MAX. DIMENSIONS (LxWxH)                   | [mm]   | 2200 x 1606 x 2210                  |
|   | [in]   | 86.6 x 63.2 x 87.0                  |
| TOTAL WEIGHT (APPROX.)                    | [kg]   | 7000                                |
|   | [lb]   | 15432                               |
| LIQUID WEIGHT (APPROX.)                   | [kg]   | 1780                                |
|   | [lb]   | 3924                                |
| LIQUID TYPE                               | FR3 or MIDEL   |                                     |
| WINDING MATERIAL HV/LV                    | Al / Al  |                                     |
| COATING according to ISO 12944-5          | C3H  |                                     |
| FANS                                      | NO   |                                     |
| ELECTROSTATIC SHIELD WINDING              | NO   |                                     |
| SPECIAL FEATURES                          | NO   |                                     |
| TRANSFORMER PROTECTION                    | Resistance thermometer PT100 for analog liquid temperature measurement<br>Pressure Sensor<br>Fluid Level Switch                    |                                     |
| ACCESSORIES                               | - Liquid filling pipe<br>- Liquid drain valve<br>- Lifting lugs<br>- Earthing terminals<br>- Pressure Relief Device<br>- Nameplate |                                     |

**Figura 8-4 – Scheda tecnica trasformatore da 4200 kVA (34,5 kV)**

Il trasformatore sarà collegato al quadro in alta tensione dove sono collocate le varie protezioni, prima di essere convogliata nella cabina di smistamento tramite un cavo interrato a 36 kV. Il quadro a 36 kV si compone di 3 scomparti: arrivo trasformatore, ingresso linea distribuzione e uscita linea distribuzione.

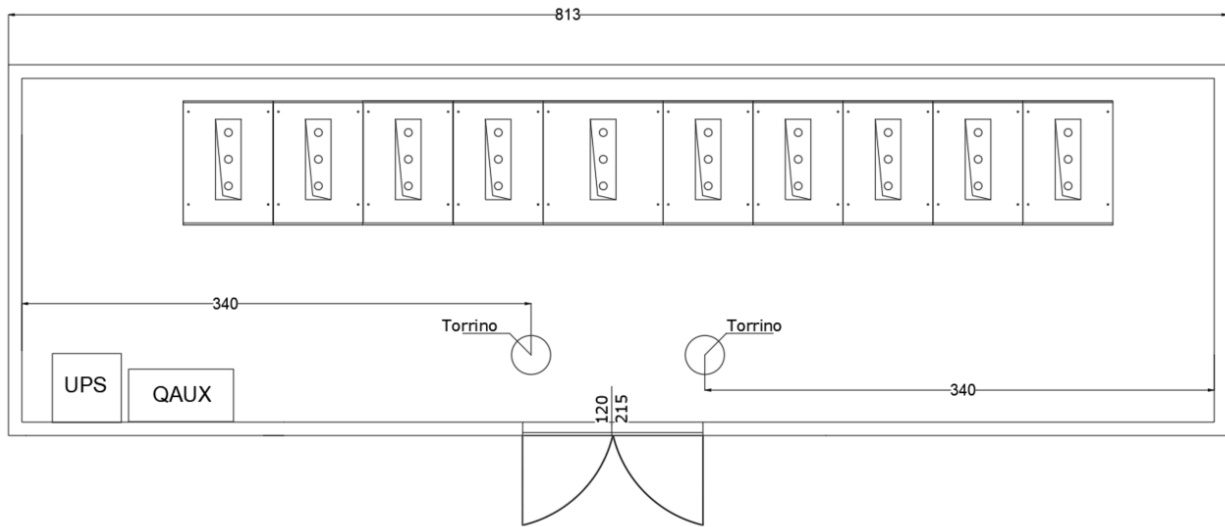
### 8.1.3 Cabine di smistamento

L'impianto sarà composto da n.12 sottocampi collegati ad anello ed eserciti in modalità radiale. E' prevista l'installazione di n.4 cabine di smistamento per il parallelo delle linee provenienti dalle varie stazioni di conversione e trasformazione, come illustrato nello schema in Figura 8-5.



**Figura 8-5 – Schema concettuale centrale fotovoltaica**

Le cabine di smistamento saranno posizionate all'interno dei vari lotti di terreni dell'area di impianto e ospiteranno i quadri collettore delle linee in arrivo dai vari sottocampi. All'interno della cabina CS1 sarà effettuato il parallelo di tutte le linee di distribuzione a 36 kV interne all'area di impianto e ospiterà la partenza del tratto di cavidotto finale verso la nuova SE di Terna.



**Figura 8-6 – Tipologico cabina di smistamento**

Le principali caratteristiche tecniche dei quadri interni alle cabine sono le seguenti:

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Tensione nominale              | 40,5 kV |
| Tensione nominale operativa    | 36 kV   |
| Frequenza nominale             | 50 Hz   |
| Corrente nominale della sbarra | 1250 A  |
| Grado di protezione            | IP65    |

**Tabella 8-2 – Caratteristiche tecniche cabina di smistamento**

Ogni quadro e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

Ciascun quadro elettrico sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d’esercizio secondo IEC 62271-200.

I quadri saranno realizzati in esecuzione protetta e saranno adatti per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

## 8.2 Normativa di riferimento

Tutti i sistemi, le apparecchiature ed i materiali dovranno essere in accordo alle normative vigenti nel paese dove devono essere installati.

In particolare, si farà riferimento al Codice di Rete Nazionale; inoltre, gli inverter da installare saranno dotati di caratteristiche tecniche compatibili con le prescrizioni indicate da Terna con particolare riferimento all'All.A68 relativo alle connessioni degli impianti fotovoltaici in AT.

Al momento dell'utilizzo della suddetta specifica di società, l'Appaltatore/Fornitore dovrà verificare la validità di ogni singola norma (ultima edizione disponibile) ed inoltre dovrà verificare l'eventuale emissione di nuove normative alle quali attenersi.

Riferendosi a condizioni normali di progetto e di installazioni, le normative e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono riportate sotto.

### 8.2.1 Criteri di progetto e documentazione

- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

### 8.2.2 Sicurezza elettrica

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712)- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- CEI EN 60269-2 (CEI 32-4) prescrizioni supplementari per i fusibili per uso da parte di persone addestrate

### **8.2.3 Quadri elettrici**

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di Potenza
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

### **8.2.4 Caratteristiche tecniche inverter**

- CEI EN 50524 Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici
- CEI EN 50530 Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica
- CEI EN 62109-1 Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza - Parte 1: Prescrizioni genera
- CEI EN 62109-2 (Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni particolari per gli inverter

### **8.2.5 Scariche atmosferiche e sovratensioni**

- CEI EN 62561-1 Componenti dei sistemi di protezione contro i fulmini - Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

Dispositivi di potenza:

- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici

### **8.2.6 Compatibilità elettromagnetica**

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione

- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso  $> 16\text{ A}$  e  $\leq 75\text{ A}$  per fase.
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

### **8.2.7 Energia solare**

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici
- Sistemi di misura dell'energia elettrica:
- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura ed umidità elevate

## **9 Servizi Ausiliari**

### **9.1 Specifica tecnica**

La presente specifica tecnica fornisce i requisiti minimi per la fornitura delle apparecchiature per l'impianto in oggetto.

L'Appaltatore dovrà evidenziare nella sua proposta le eventuali deviazioni rispetto a quanto richiesto nella presente specifica.

Eventuali soluzioni migliorative e/o alternative proposte saranno prese in considerazione purché ne venga dimostrata la validità dal punto di vista funzionale e delle prestazioni con quanto richiesto nel presente documento.

La progettazione esecutiva di dettaglio e le relative verifiche tecniche rimangono totali a cura dell'Appaltatore in quanto oggetto della gara d'appalto.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative vigenti ed alla documentazione tecnica.

### **9.2 Normativa di riferimento**

Telecamera:

- CEI EN 62676

Illuminazione:

- Norme CEI 34-1: Apparecchi di illuminazione
- Norme CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori con tensione non superiore a 1000Vca/1500Vcc
- Norme UNI 11248:2007 (sostitutiva della UNI 10439:2001) Costruzioni stradali ed opere civili delle infrastrutture: luce ed illuminazione
- Norme UNI 10012: Fondazioni per sostegni;
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale

Distribuzione ed alimentazione ausiliaria:

- CEI 38-2 Trasformatori per convertitori statici
- CEI 64-8 Norma per impianti elettrici utilizzatori
- CEI 11-1 Impianti a terra
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV



- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma con tensioni nominali da 1 a 30 kV (con V1 e V2)
- CEI 20-35 Prove su cavi sottoposti al fuoco
- CEI 20-22/III Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: prove su fili e cavi disposti a fascio
- CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici

### **9.3 Caratteristiche tecniche**

I servizi ausiliari o impianti speciali includono:

- impianto di illuminazione
- impianto antintrusione
- impianto di videosorveglianza
- impianto rivelazione incendi

Tutti gli impianti citati con parti all'esterno della cabina ausiliari dovranno essere realizzati con modalità di protezione dai contatti indiretti, mediante l'impiego di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente.

L'alimentazione dei servizi ausiliari dell'impianto sarà derivata dal medesimo PoD a cui sarà allacciato l'impianto fotovoltaico, mediante l'installazione di un trasformatore dedicato da 160 kVA 36/0.4 kV situato all'interno della cabina ausiliari. Il quadro di distribuzione dei servizi ausiliari sarà posizionato in un locale dedicato, ubicato in prossimità della cabina di smistamento.

### **9.3.1 Impianto di illuminazione**

L'impianto di illuminazione sarà asservito all'illuminazione ordinaria dei locali tecnici e all'illuminazione esterna. All'interno dei locali tecnici dovrà essere garantito un illuminamento non inferiore a 200 lux. L'impianto di illuminazione esterna invece sarà adatto a consentire il corretto funzionamento delle telecamere di videosorveglianza, garantendo quindi un illuminamento minimo di 2 lux lungo le strade perimetrali che verrà attivato tramite sensori solo in caso di allarme dell'impianto di antintrusione.

Tale impianto sarà realizzato in Classe II o con isolamento equivalente e sarà controllabile in modalità manuale o automatica da remoto.

### **9.3.2 Impianto di antintrusione**

L'impianto antintrusione dovrà essere realizzato in Classe II o con isolamento equivalente. I dispositivi di alimentazione/ripetizione del segnale saranno quindi apparecchi in Classe II, le condutture di alimentazione saranno realizzate con conduttori con  $U_0 = 0,6/1$  kV e le derivazioni saranno effettuate in cassette di derivazione di materiale isolante.

Si prevede l'installazione di un'unità centrale nella cabina ausiliari, in grado di monitorare lo stato dell'impianto ed analizzare gli eventi. Sarà possibile il collegamento ad una o più unità remote.

### **9.3.3 Impianto di videosorveglianza**

L'impianto di videosorveglianza sarà costituito da telecamere collegate ad una postazione centrale di videoregistrazione ed archiviazione delle immagini, ubicata all'interno della cabina ausiliari. L'impianto dovrà essere impostato in modo da garantire una visione completa dell'impianto fotovoltaico. La continuità di funzionamento delle telecamere sarà garantita per almeno 10 ore tramite un alimentatore indipendente.

Le telecamere saranno in Classe II, le condutture di alimentazione saranno realizzate con conduttori con  $U_0 = 0,6/1$  kV e le derivazioni saranno effettuate in cassette di derivazione di materiale isolante.

### **9.3.4 Impianto antincendio**

La protezione dal rischio di incendio verrà effettuata secondo le buone pratiche relative a locali con presenza di apparecchiature elettriche soggette a riscaldamento e a rischi legati alla distribuzione di energia elettrica, quali perdite di isolamento e cortocircuito. Pertanto le power stations saranno equipaggiate di sensori di rivelazione incendi collegati ad una centralina per la supervisione remota ed a un sistema di segnalazione sonora, che verranno definiti con maggior dettaglio in fase di progettazione esecutiva, di un torrino di estrazione aria e griglie di aspirazione, al fine di garantire una buona ventilazione del locale, di un'apertura con maniglione antipánico e di un estintore a polvere o a CO<sub>2</sub>.

L'impianto è dotato di un pulsante di emergenza per lo sgancio rapido localizzato all'interno della cabina di smistamento e verrà effettuato un collegamento con ogni DDG all'interno delle power stations.

### **9.3.5 Impianto di messa a terra**

Il dispersore di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo di 35 mm<sup>2</sup> e 50mm<sup>2</sup> interrata a circa 0,5 m di profondità, disposta lungo il perimetro esterno della stazione di trasformazione e del campo fotovoltaico. Il dispersore sarà dotato di picchetti infissi nel terreno posizionati entro pozzetti ispezionabili. Per garantire la protezione contro i contatti diretti tutte le masse estranee all'impianto, tutte le parti metalliche e i poli di terra delle prese a spina saranno collegate a terra.

I locali tecnici saranno dotati di un proprio collettore di terra principale, costituito da una barratura in rame fissata a parete, alla quale andranno collegati:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersore,
- il conduttore di terra proveniente dai ferri di eventuali armature,
- il centro-stella del trasformatore elevatore BT/36 kV,
- il conduttore di protezione connesso alla carcassa del trasformatore elevatore BT/36 kV,
- i conduttori connessi ai chiusini di eventuali cunicoli portacavi,
- il nodo di terra dei quadri elettrici

## **10 Recinzione, accessi e strade**

### **10.1 Specifica tecnica**

La presente specifica tecnica definisce i materiali, le modalità e le prescrizioni per la realizzazione della viabilità interna, delle recinzioni e dei cancelli di accesso da eseguire sull'area, nell'ambito della realizzazione di un impianto fotovoltaico.

### **10.2 Normative di riferimento**

#### **10.2.1 Norme ASTM**

- ASTM C131 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- ASTM C 136 Standard Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates ASTM C 535 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- ASTM D 422 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
- ASTM D 1241 Standard Specification for Materials for Soil-Aggregate Subbase, Base, and Surface Courses
- ASTM D 1556 Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- ASTM D 1557 Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soils Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>))
- ASTM D 3282 Standard Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- ASTM D 4318 Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

#### **10.2.2 Leggi e decreti**

Per l'esecuzione dei lavori di riporto devono essere seguite le norme legislative in vigore nel paese dove si svolgono i lavori; tali prescrizioni hanno la precedenza su quanto specificato in questo documento.

In particolare, per lavori in Italia si deve far riferimento alle prescrizioni del D.M. dei LL.PP. 11.3.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

### **10.3 Strade interne**

La viabilità interna al sito dovrà essere opportunamente regolarizzata e sistemata mediante le seguenti operazioni:

- livellamento preventivo;
- posa separatore granulometrico;

- formazione sottofondo in misto stabilizzato con spessore di circa 25 cm;
- formazione di uno strato superficiale di granulare stabilizzato di circa 15 cm.

Si dovrà impiegare il materiale proveniente da cava classificabile nella classe A1-a di cui alla norma CNR-UNI10006 verificando che il contenuto di passante al setaccio 200 ASTM (0.075 mm UNI) risulti inferiore al 15%, salvo diverse indicazioni da parte della Direzione dei Lavori.

Nella formazione delle sezioni stradali (sia in rilevato sia allagabili) dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

La manutenzione sino al collaudo dell'opera sarà onere dell'Appaltatore.

### **10.3.1 Prove di qualificazione e accettazione**

Per ogni partita omogenea di materiale fornito in cantiere si dovranno prevedere, prima della posa dello stesso, almeno 2 prove di classificazione completa comprensive di:

- Granulometria per via umida (non aerometria)
- Limiti di Atterberg (se possibile eseguirli)
- Prova di costipamento tipo Proctor modificato

Per ogni partita omogenea di materiale, prima della posa dello stesso, la Direzione dei Lavori si potrebbe riservare di richiedere, a carico dell'Impresa se da essa fornito, un'analisi chimica eseguita ai sensi del D.M 471/99 secondo il seguente protocollo analitico indicativo. I limiti di riferimento saranno comunicati in fase di richiesta dell'analisi.

### **10.3.2 Prove di collaudo**

A discrezione della Direzione dei Lavori, potrebbe essere richiesta l'effettuazione di 1 prova di carico su piastra ogni 300 m lineari su un tratto della nuova viabilità realizzata.

## **10.4 Materiale di recinzione**

L'impresa esecutrice dovrà provvedere all'individuazione del corretto tracciato planimetrico della recinzione che dovrà essere preventivamente determinato in sito mediante l'utilizzo di idoneo strumento di posizionamento GPS, in accordo con quanto previsto negli elaborati grafici di progetto.

La recinzione dovrà essere di tipo modulare e dovrà essere costituita dai seguenti elementi:

- Pannello: rigido in rete elettrosaldata formata da tondini d'acciaio zincati e rivestiti con poliestere (spessore minimo 70 micron), con nervature orizzontali di rinforzo. Maglia della rete: maglia sciolta 16 mm ovvero maglia saldata a filo 75 mm x 12 mm circa o similare da valutare a discrezione della Direzione dei Lavori (larghezza 2.000/2.500 mm ed altezza minima 2.500 mm).
- Piantane: per il sistema di fissaggio sono previste diverse tipologie di piantane tali da rendere agevole e veloce il montaggio della recinzione. In particolare, saranno possibili

anche soluzioni alternative con piantane presentanti sezione a T della medesima efficacia.  
Si riportano due esempi:

Per il sistema di fissaggio sono previste anche saette di controvento in lamiera d'acciaio zincato unite alle piantane a mezzo di bullone e dado zincati.

La recinzione dovrà poggiare a terra con filo anti-sollevamento.

La materia prima dovrà avere almeno le seguenti caratteristiche:

- a) filo zincato crudo da 500 MPA a 950 MPA, BS 1052/80 TABLE 3, UNI EN 10218-2, Prosp. 1 classe 72. Allungamento alla rottura 2%;
- b) nastri zincati per la produzione pali: 1^ scelta (standard) DX51D (FE P02) Z 100. Normativa UNI EN 10327;
- c) tubi in acciaio saldati AD H.F. da nastro zincato prodotti secondo norma EN 10305.3 qualità DX 51DZ275.
- d) Pieghe di rinforzo: la nervatura orizzontale (o piega) di rinforzo conferisce al pannello un'alta rigidità. Su un pannello alto 2025 mm il numero delle pieghe è di n. 4 ed hanno una profondità di 43 mm, idonei a sopportare una spinta dai 40/50 Kg/Mq idonei all'attività del prodotto dove indicato;
- e) Verniciatura: a polvere termoidurente con resine poliestere colore verde muschio RAL 6005 (colore standard) su materiale zincato a caldo (UNI EN 10142:1995).
  - Brillantezza a 60° (UNI EN ISO 2813): 0,55+/-0,05 UNITA';
  - spessore (UNI EN ISO 2808): 0,75+/-0,05 Microns;
  - urto (UNI EN ISO 1520): 0,50;
  - adesione (UNI EN ISO 2409): classe O;
  - mandrino (UNI EN ISO 1519): 05.
  - I materiali dovranno preferibilmente essere trattati in una linea automatica di rivestimento, con un rivestimento della superficie suddiviso in 5 fasi:
    1. sgrassaggio e fosfatazione,
    2. lavaggio con acqua demineralizzata,
    3. passivazione organica (privi di cromo),
    4. essiccazione umida,
    5. applicazione di un rivestimento di spessore medio minimo di 80 micron e successiva polimerizzazione.

Il materiale dovrà essere garantito da un'apposita prova di protezione (ai sensi dello standard DIN 50021) che prevede oltre 800 ore di nebbia salina, equivalente a 10 anni (a seconda della posizione e del grado di conservazione della rete), fino alla comparsa della corrosione del ferro.

La garanzia dovrà coprire qualsiasi difetto nell'esecuzione del processo di verniciatura a decorrere dalla data della sua prima applicazione.

## **10.5 Cannello di accesso**

È prevista l'installazione di un cancello di accesso all'impianto. Il cancello dovrà prevedere due ante ed essere marcati CE. I montanti saranno realizzati con profilati metallici a sezione quadrata di almeno 175x175 mm, con struttura e tamburatura inferiore in profili di adeguata sezione.

Ogni cancello, ad ante contrapposte, dovrà essere azionato manualmente e dovrà presentare una serratura rispondente a norma EN 1303-2005 (cilindro europeo). E' prevista anche la fornitura e posa di un apposito fermo delle ante.

Per il tamponamento è permesso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di recinzione ad eccezione di recinzioni a lamelle.

Il materiale dovrà essere acciaio del tipo S 235 JR UNI EN 10025:2005, dovrà essere rifinito mediante zincatura a caldo UNI EN ISO 1461:1999 e verniciato con polveri poliestere su materiale zincato a caldo secondo norme UNI EN ISO 146:1999.

Il cancello dovrà avere le medesime caratteristiche anti-scavalcamento/effrazione delle recinzioni in cui sono inseriti.

## **10.6 Rilevati e rinterri**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi eseguiti per il cantiere, salvo diversamente indicato.

## **INDICE DELLE FIGURE**

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 5-1 – CONCETTO DI MODULO FOTOVOLTAICO BIFACCIALE (CEI 82-25) .....                     | 7  |
| FIGURA 5-2 – SPECIFICHE TECNICHE MODULI FOTOVOLTAICI .....                                    | 8  |
| FIGURA 6-1 – ESEMPIO DI IMPIANTO CON INSEGUITORI SOLARI MONOASSIALI 2P .....                  | 10 |
| FIGURA 6-2 – CARATTERISTICHE TECNICHE INSEGUITORE SOLARE MONOASSIALE 2P .....                 | 11 |
| FIGURA 7-1 – ESEMPIO CONFIGURAZIONE CAMPO FOTOVOLTAICO DOTATO DI SINGOLO QUADRO DI CAMPO..... | 17 |
| FIGURA 7-2 – SCHEDA TECNICA STRING COMBINER SMA DC-CMB-U15 .....                              | 18 |
| FIGURA 8-1 – UNITÀ DI TRASFORMAZIONE SMA SERIE MVPS .....                                     | 21 |
| FIGURA 8-2 – SCHEDA TECNICA POWER STATION SMA MVPS 4000-S2 .....                              | 22 |
| FIGURA 8-3 – SPECIFICHE TECNICHE INVERTER SC 4400 UP .....                                    | 24 |
| FIGURA 8-4 – SCHEDA TECNICA TRASFORMATORE DA 4200 kVA (34,5 kV).....                          | 25 |
| FIGURA 8-5 – SCHEMA CONCETTUALE CENTRALE FOTOVOLTAICA .....                                   | 26 |
| FIGURA 8-6 – TIPOLOGICO CABINA DI SMISTAMENTO .....   | 27 |

## **INDICE DELLE TABELLE**

|   |    |
|---|----|
| TABELLA 8-1 – DETTAGLIO POTENZE SOTTOCAMPI .....                  | 23 |
| TABELLA 8-2 – CARATTERISTICHE TECNICHE CABINA DI SMISTAMENTO..... | 27 |