

# DSIT6

ottobre 2023

**BON\_PG\_0401**

Impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica denominato "Bonorva", con potenza di picco di 72,66 MWp e potenza in immissione 60,2 MW da realizzare nel comune di Bonorva (SS), e relative opere di connessione alla RTN

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI**

**DS ITALIA 6 SRL**

**Gruppo di lavoro:**

| <b>Nome e cognome</b> | <b>Ruolo nel gruppo di lavoro</b>              |
|-----------------------|--|
| Alessandra Sulis      | Coordinamento Progettazione Civile e Idraulica |
| Sara Tonini           | Coordinamento Studi Ambientali                 |
| Matteo Bertoneri      | Ingegnere Ambientale                           |
| Igor Carpita          | Progettazione elettrica impianto               |
| Gabriele Castè        | Progettazione elettrica impianto               |
| Salvatore Mastinu     | Progettazione elettrica impianto               |
| Alessandro Deiana     | Progettazione elettrica impianto               |
| Luca Corsini          | Ingegnere Strutturista                         |
| Fabrizio Brozzi       | Architetto                                     |
| Emanuele Roveccio     | Paesaggista                                    |
| Greta Madrignani      | Rendering                                      |
| Loredana Frongia      | Esperta Ambientale                             |
| Luca Menconi          | Aspetti ambientali                             |
| Denise Morabito       | Aspetti ambientali                             |
| Nicola Ambrosini      | Tecnico competente in acustica                 |
| Alberto Dazzi         | Agronomo                                       |
| Debora Bedini         | Faunista                                       |
| Remigio Franzini      | Esperto CAD e GIS                              |
| Marcella Palmas       | Esperto CAD e GIS                              |
| Carlotta Viridis      | Esperto CAD e GIS                              |
| Daniele Melis         | Esperto CAD e GIS                              |
| Alessia Sirigu        | Esperto CAD e GIS                              |
| Emanuele Licheri      | Esperto Idraulica                              |
| Matteo Meloni         | Esperto Idraulica                              |
| Claudia Corda         | Esperta Ambientale                             |
| Monica Melis          | Esperta Ambientale                             |
| Alessia Aritzu        | Esperta Ambientale                             |

## INDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1      | PREMESSA .....   | 6  |
| 2      | INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO .....                               | 7  |
| 3      | DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO .....   | 9  |
| 3.1    | Descrizione tecnica dei componenti dell'impianto .....                                     | 9  |
| 3.1.1  | Descrizione delle opere .....  | 9  |
| 4      | SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE .....   | 10 |
| 4.1    | Descrizione centrale fotovoltaica .....  | 11 |
| 4.2    | Power station.....   | 11 |
| 4.2.1  | Cabine di campo o PowerStation .....   | 11 |
| 4.3    | Inverter di stringa .....  | 15 |
| 4.4    | Moduli fv.....   | 18 |
| 4.4.1  | Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico .....                               | 18 |
| 4.4.2  | Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi .....   | 18 |
| 4.4.3  | Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.....                                  | 19 |
| 4.4.4  | Quadro in bassa tensione tra inverter e Trasformatori AT/BT.....                           | 22 |
| 4.5    | Quadri bt e at cabina principale di impianto .....   | 23 |
| 4.5.1  | Quadro servizi ausiliari .....   | 24 |
| 4.6    | Trasformatore bt/at per l'alimentazione degli ausiliari della cabina principale.....       | 24 |
| 4.7    | Cavi di potenza at e bt .....  | 25 |
| 4.8    | Performance impianto e misure di irraggiamento .....                                       | 30 |
| 4.8.1  | Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto . | 31 |
| 4.8.2  | Valutazione delle prestazioni in energia .....   | 31 |
| 4.8.3  | Valutazione delle prestazioni in potenza.....  | 31 |
| 4.9    | Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici.....                 | 32 |
| 4.10   | Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico.....         | 32 |
| 4.10.1 | Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli .....            | 33 |
| 4.11   | Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico .....                                  | 33 |
| 4.11.1 | Sovratensioni .....  | 35 |
| 4.12   | Architettura e caratteristiche scada e telecontrollo .....                                 | 35 |
| 4.12.1 | Cavi di controllo e TLC .....  | 36 |
| 4.12.2 | Monitoraggio ambientale.....   | 36 |
| 4.13   | Sistema di sicurezza e antintrusione .....   | 37 |
| 4.13.1 | Impianti di illuminazione .....  | 37 |
| 5      | DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO .....                                  | 39 |
| 6      | SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI.....   | 40 |
| 6.1    | Allestimento cantiere.....   | 40 |
| 6.2    | Movimenti terra.....   | 41 |
| 6.3    | Fondazioni e strutture di supporto moduli.....   | 41 |
| 6.4    | Fondazioni cabine .....  | 42 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.5   | Calcestruzzo .....                            | 43 |
| 6.5.1 | Acciaio per calcestruzzo .....                | 43 |
| 6.5.2 | Acciaio per calcestruzzo armato .....         | 43 |
| 6.5.3 | Acciaio strutturale .....                     | 43 |
| 6.5.4 | Acciaio strutturale per unioni bullonate..... | 44 |
| 6.5.5 | Copriferro .....                              | 44 |
| 6.6   | Recinzione.....                               | 44 |
| 6.6.1 | Cancello di accesso .....                     | 45 |
| 6.7   | Viabilità interna di servizio.....            | 45 |
| 7     | RIFERIMENTI NORMATIVI .....                   | 46 |

## Indice delle Figure

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figura 2-1: area di impianto.....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>Figura 4-1: power station tipo: Huawei STS-3000K-H1 con inverter di stringa.....</i>     | <i>13</i> |
| <i>Figura 4-2: datasheet Power Station tipo: Huawei STS-3000K-H1.....</i>                   | <i>14</i> |
| <i>Figura 4-3: inverter di stringa tipo SUN2000-215KTL-H3 della HUAWEI.....</i>             | <i>16</i> |
| <i>Figura 4-4: datasheet inverter di stringa.....</i>                                       | <i>17</i> |
| <i>Figura 4-5: modulo fotovoltaico tipo: Trinasolar Vertex TSM-DEG21C.20 da 670 Wp.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Figura 4-6: dati costruttivi moduli fotovoltaici.....</i>                                | <i>21</i> |
| <i>Figura 4-7: scheda tecnica delle terminazioni.....</i>                                   | <i>27</i> |
| <i>Figura 4-8: data sheet cavi BT (segue).....</i>  | <i>29</i> |
| <i>Figura 4-9: data sheet cavi BT.....</i>  | <i>30</i> |
| <i>Figura 5-1: Collegamento AT alla Nuova SE.....</i>                                       | <i>39</i> |
| <i>Figura 6-1: tipica recinzione.....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Figura 6-2: tipico accesso.....</i>  | <i>45</i> |

## Indice delle Tabelle

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Tabella 4-1: dati tecnici quadri in alta tensione.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabella 6-1: tipologia CLS.....</i>                        | <i>43</i> |

## 1 PREMESSA

DS Italia 6 s.r.l. è una società italiana del Gruppo DVP Solar. Il gruppo, con sede legale e generale operativa in Spagna, ha uffici attivi in Italia, Francia, Germania e Colombia. In DVP Solar siamo impegnati nell'uso della tecnologia fotovoltaica come vettore di crescita socioeconomica nonché come una soluzione alle gravi sfide climatiche del nostro pianeta. Siamo convinti che l'energia fotovoltaica, insieme alle soluzioni di accumulo, diventi una componente essenziale della matrice energetica su scala globale. Per perseguire questi obiettivi, siamo attivi nella progettazione e la realizzazione di impianti di medie e grandi dimensioni per la produzione di energia da campi fotovoltaici in Europa e in America Latina; operando in proprio e su mandato di investitori istituzionali, come Everwood Capital, che sta registrando una solida crescita, concentrando gli investimenti in diversi progetti con interessanti profili di rischio-rendimento e rispettando i più elevati standard di investimento nell'ambito dei criteri ESG.

Il progetto in oggetto sarà eseguito in regime Agrivoltaico mediante la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

In riferimento a quanto previsto dalle **Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 giugno 2022**, il presente progetto è definito come impianto agrivoltaico avanzato. **meritevole, ai sensi dell'art.65, co. 1-quater e 1-quinquies del D.L. 24 gennaio 2012, n.1, dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.** in quanto rispondente ai requisiti A (A.1 e A.2), B (B.1 e B.2), C e D, come dettagliato nelle succitate Linee Guida.

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. È stato considerato un pitch pari a 7,5 metri per consentire il pascolo e garantire la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto fotovoltaico in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto. Entrando nel merito, la superficie complessiva dell'area catastale è pari a ca. 128,32 ha, dei quali la superficie utile sede dell'impianto di progetto è pari a ca. 91,53 ha. La scelta operata da parte della Società proponente di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime Agrivoltaico, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte rinnovabile con quelle di minimizzazione della copertura del suolo. Allorché tutte le aree lasciate libere dalle opere e le aree non utilizzabili a causa della geologia, della morfologia e, in quota parte, dei vincoli di natura paesaggistica saranno disponibili per fini agricoli. Infatti, come dettagliato nell'elaborato di progetto "BON\_SA\_1201\_0\_Relazione pedo-agronomica" a cui si rimanda, per i terreni di cui dispone la Società proponente è stato elaborato il seguente progetto.

L'impianto agrivoltaico sarà installato su un'area con vocazione zootecnica, pertanto, la scelta gestionale del soprassuolo sarà mantenuta a pascolo.

Infine, l'impianto fotovoltaico sarà tecnicamente connesso in antenna a 36 kV sulla futura SE 220/36 kV RTN denominata "Bonorva", ubicata nel Comune di Bonorva (SS).

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA E DEL TERRITORIO DI INTERVENTO

Il progetto in esame è ubicato nell'area extraurbana del comune di Bonorva in Provincia di Sassari e risulta essere inserito in un contesto agricolo a 5,5 km a Nord-Est dalla stessa città e a 36 km dalla costa ovest della Sardegna.

L'area deputata all'installazione degli impianti fotovoltaici si suddivide in 3 macroaree, come visibile in Figura 2-1. Queste risultano essere adatte allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo raggiungibili ed accessibili attraverso le vie di comunicazione esistenti.



Figura 2-1: area di impianto.

L'area sede dell'impianto fotovoltaico, di potenza nominale di 72,66 MWp risulta essere pari ad oltre 128,32 ha di cui circa 91,53 ha utili per l'installazione del campo fotovoltaico, ove saranno installate altresì le Power Station (o cabine di campo) che avranno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) a alta (AT) e una cabina di interfaccia che avrà la funzione di connessione dell'impianto all'area SSE che avverrà, quindi, mediante cavo interrato AT che si estenderà per un percorso di circa 0,24 km. L'allaccio alla stazione elettrica avverrà in antenna a 36 kV a una nuova Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 220 kV da inserire in entra – esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Ottana".

Le coordinate delle tre macroaree sono:

- Area 1: 40° 28' 18.65" N; 8° 49' 19.61" E.
- Area 2: 40° 28' 06.58" N; 8° 50' 23.67" E.
- Area 3: 40° 26' 20.12" N; 8° 50' 29.63" E.

La rete stradale che interessa l'area di impianto è costituita da:

- SP21 che si estende a su ovest dell'area impianto 1 proseguendo sino ad estendersi ad est dell'area impianto 3;
- SP83 che si estende a est dell'area impianto 1;
- Strada vicinale che si estende a sud est dell'area impianto 2;
- SP43 che si estende a sud-est dell'area impianto 3.



## 3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

### 3.1 Descrizione tecnica dei componenti dell'impianto

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 72,66 MW (in condizioni standard 1000W/m<sup>2</sup>).

L'impianto è così costituito:

- n. **1 cabina di raccolta e di consegna AT** posizionata all'interno dell'area impianto (vedi planimetria). All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160kVA 36.000/400V, le apparecchiature di protezione dei rami radiali verso tutte le PS, e gli apparati SCADA e telecontrollo, ed il Controllore Centrale dell'Impianto, così come previsto nella variante 2 della norma CEI 0-16 (V2 del 06/2021) allegato T. (cabina "0" nelle tavole grafiche).
- n. **29 Power Station (PS) o cabine di campo da 3250 KVA**, collegate in modo radiale e ad anello, aventi la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 800 V ad alta tensione (AT) 36.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla cabina di consegna;
- n. **344 inverter di stringa da 200 kW** (SUN2000-215KTL-H3 della HUAWEI) con massimo 5 ingressi in parallelo per ognuno dei 3 MPPT. La tensione di uscita a 800 Vac ed un isolamento a 1.500 Vdc consente di far lavorare l'impianto con tensioni più alte e di conseguenza con correnti AC più basse e, quindi, ridurre le cadute di tensione ma, soprattutto, la dispersione di energia sui cavi dovuta all'effetto joule. Il numero dei pannelli con la loro suddivisione negli ingressi degli inverter consentono la gestione ed il monitoraggio delle 3625 stringhe (ognuna con 30 moduli fotovoltaici) in modo assolutamente puntuale e dettagliato.
- n. **108.450 moduli fotovoltaici** installati su apposite strutture metalliche fisse con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;
- n. **3615 strutture fisse +23°** in grado di gestire stringhe da 30 pannelli in configurazione 2P Portrait.

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà essere in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad es.: quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da un generatore temporaneo di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere le power station, la cabina di consegna AT, gli uffici e il magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso.

#### 3.1.1 Descrizione delle opere

A servizio dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/AT;

- Impianto di connessione alla rete elettrica AT;
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in media tensione provenienti dal campo fotovoltaico, Distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;
- Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta tramite UPS;
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

Più specificatamente l'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere:

- Realizzazione di una cabina di interfaccia di consegna interna al campo fotovoltaico in alta tensione 36 kV;
- Realizzazione delle n. 29 cabine di campo Power Station;
- Posa in opera, all'interno del locale trasformatore di ogni cabina elettrica di campo, di trasformatori;
- Posa in opera dei quadri generali in AT;
- Posa in opera dei quadri elettrici in AT e BT;
- Posa in opera degli inverter di stringa da 200 kW;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1.500 V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti autoalimentati, e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da una corda di rame nudo posizionato dentro tutti gli scavi dei cavidotti e delle linee AT;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- Realizzazione di un sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

## 4 SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in alta tensione. Nel suo complesso è costituito da un insediamento di strutture di sostegno dei moduli e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua connessione alla rete.

L'impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione "trifase in alta tensione".

## 4.1 Descrizione centrale fotovoltaica

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- cabina elettrica principale di distribuzione, denominata cabina di raccolta e di consegna AT;
- Power Station (PS), costituite a loro volta da:
  - quadro ausiliari BT di cabina;
  - trasformatore BT/AT;
  - quadro AT con almeno 3 celle di alta tensione 36 kV;
  - impianti elettrici di distribuzione a 36kV;
- inverter di stringa;
- trasformatori per i carichi elettrici ausiliari;
- dispositivi di sezionamento, celle e cavi isolati fino a 45 kV (36 kV di esercizio);
- quadri elettrici in corrente alternata (quadri di potenza, comando, misure, protezioni, segnalazione, ausiliari e controllo, eccetera);
- quadro di distribuzione rami in Alta Tensione 36 kV nella cabina AT;
- quadri di bassa tensione;
- impianti luce e FM nelle Cabine (AT e PS);
- impianto di illuminazione delle principali aree esterne, cabine ed accessi;
- impianto di illuminazione di emergenza interna alle cabine;
- linee elettriche di bassa tensione;
- sistemi di supervisione, telegestione e controllo e impianti in fibra ottica;
- impianto di ventilazione e/o condizionamento della cabina AT e delle cabine di campo PS;
- impianto di rivelazione incendio in tutti i locali;
- cavedi e canalizzazioni;
- impianto di terra;
- accessori (segnaletica antinfortunistica, estintori, ecc.);
- impianti SCADA e plant controller.

## 4.2 Power station

### 4.2.1 Cabine di campo o PowerStation

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la funzione di elevare la tensione da bassa (BT) ad alta tensione (AT). Le cabine sono costituite da un package precablato che non può essere costruito in opera. Saranno progettate per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. L'apparato avrà le dimensioni indicative riportate negli elaborati grafici e sarà posato su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni.

Le cabine saranno collegate tra di loro in configurazione radiale e in posizione più possibile baricentrica rispetto ai sottocampi fotovoltaici in cui saranno convogliati i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie.

Per ognuna delle cabine è indicativamente prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione naturale che utilizzerà un sistema di griglie posizionate nelle pareti in due differenti livelli e un impianto di condizionamento

e/o di ventilazione forzata adeguato allo smaltimento dei carichi termici introdotti nel locale dalle apparecchiature che entrerà in funzione nel periodo di massima temperatura estiva.

All'interno del sistema saranno presenti:

- Trasformatore BT/AT;
- Quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore;
- Interruttori di media tensione;
- Quadri servizi ausiliari;
- Sistema di dissipazione del calore;
- Dotazioni di sicurezza;
- UPS per servizi ausiliari;
- Rilevatore di fumo;
- Sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET.

La tipologia scelta per questo progetto è indicata come: STS-3000K-H1 o similare. Per il prospetto indicativo si veda la figura sotto riportata e per i dettagli tecnici si rimanda all'elaborato di dettaglio.

STS-3000K-H1  
 Smart Transformer Station



**Simple**

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite  
 Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



**Efficient**

High Efficiency Transformer for Higher Yields  
 Lower Self-consumption for Higher Yields



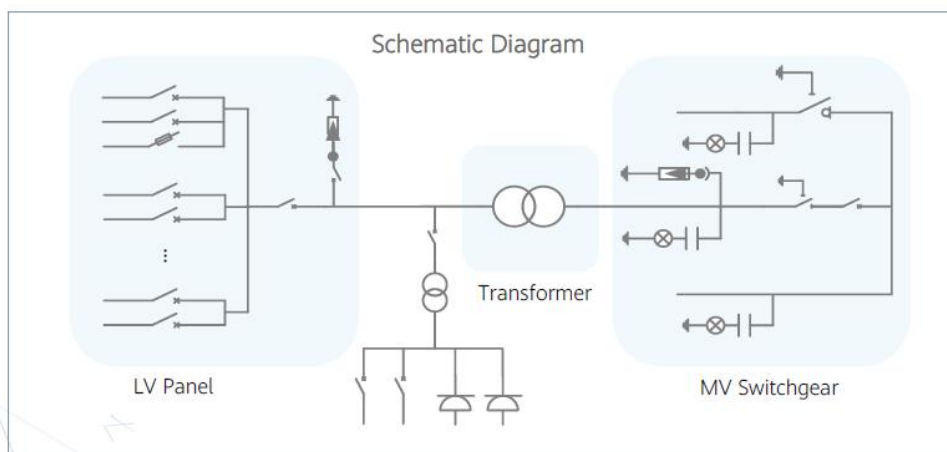
**Smart**

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and MV Switchgear  
 0.2% High Precision Sensor of LV Electricity Parameters  
 Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



**Reliable**

Robust Design against Harsh Environments  
 Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M  
 Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 4-1: power station tipo: Huawei STS-3000K-H1 con inverter di stringa.

STS-3000K-H1  
 Technical Specifications

| Input  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
| Available Inverters  | SUN2000-200KTL-H2 / SUN2000-215KTL-H0  |                               |
| AC Power   | 3,250 kVA @40°C / 2,960 kVA @50°C <sup>1</sup>   |                               |
| Max. Inverters Quantity  | 16   |                               |
| Rated Input Voltage  | 800 V  |                               |
| Max. Input Current at Nominal Voltage  | 2,482.7 A  |                               |
| LV Main Switches   | ACB (2900 A / 800 V / 3P, 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 16 pcs)  |                               |
| Output   |  |                               |
| Rated Output Voltage   | 10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV <sup>2</sup>   | 13.8 kV, 34.5 kV <sup>2</sup> |
| Frequency  | 50 Hz  | 60 Hz                         |
| Transformer Type   | Oil-immersed, Conservator Type   |                               |
| Transformer Tappings   | ± 2 x 2.5%   |                               |
| Transformer Oil Type   | Mineral Oil (PCB Free)   |                               |
| Transformer Vector Group   | Dy11   |                               |
| Transformer Min. Peak Efficiency Index   | In accordance with EN 50588-1  |                               |
| Transformer Load Losses  | 30.1 kW  |                               |
| Transformer No-load Losses   | 2.51 kW  |                               |
| Impedance (HV-LV1, LV2)  | 7% (0 ~ +10%) @3,250 kVA   |                               |
| MV Switchgear Type   | SF6 Gas Insulated, 3 Units   |                               |
| MV Switchgear Configuration  | 1 Transformer Unit with Circuit Breaker<br>1 Cable Unit with Load Breaker Switch<br>1 Cable Direct Connection Unit |                               |
| Auxiliary Transformer  | Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11   |                               |
| Output Voltage of Auxiliary Transformer  | 400 / 230 Vac  | 220 / 127 Vac                 |
| Protection   |  |                               |
| Transformer Monitoring & Protection  | Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz  |                               |
| Protection Degree of MV & LV Room  | IP 54  |                               |
| Internal Arcing Fault MV Switchgear  | IAC A 20 kA 1s   |                               |
| MV Relay Protection  | 50/51, 50N/51N   |                               |
| MV Surge Arrester for MV Circuit Breaker   | Equipped   |                               |
| LV Overvoltage Protection  | Type I+II  |                               |
| General  |  |                               |
| Dimensions (W x H x D)   | 6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)  |                               |
| Weight   | < 15 t (33,069 lb.)  |                               |
| Operating Temperature Range  | -25°C ~ 60°C <sup>3</sup> (-13°F ~ 140°F)  |                               |
| Relative Humidity  | 0% ~ 95%   |                               |
| Max. Operating Altitude  | 2,000 m (6,562 ft.)  | 2,500 m (8,202 ft.)           |
| Enclosure Color  | RAL 9003   |                               |
| Communication  | Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B  |                               |
| Applicable Standards   | IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1   |                               |
| Features   |  |                               |
| Auxiliary Transformer (50 kVA, Dyn11)  | Optional <sup>4</sup>  |                               |
| 1.5 kVA UPS  | Optional <sup>4</sup>  |                               |
| MV Switchgear Updated to:<br>1 transformer unit with circuit breaker<br>2 cable units with load breaker switch | Optional <sup>4</sup>  |                               |
| Updated to 25kA 1s MV Switchgear   | Optional <sup>4</sup>  |                               |
| IMD  | Optional <sup>4</sup>  |                               |
| STS Interlocking   | Optional <sup>4</sup>  |                               |

- 1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
- 2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request
- 3 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.
- 4 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 4-2: datasheet Power Station tipo: Huawei STS-3000K-H1.

### 4.3 Inverter di stringa

Gli inverter hanno la funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC).

Tali elementi atti alla conversione della corrente continua in corrente alternata (costituiti da uno o più inverter in parallelo), agendo come generatore di corrente, attuano il condizionamento e il controllo della potenza trasferita.

I gruppi di conversione sono basati su inverter statici a commutazione forzata (con tecnica PWM) ed in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto caratteristico della curva di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

L'inverter deve essere progettato in modo da evitare, così come nei quadri elettrici, che la condensa si formi nell'involucro IP31 minimo; questo in genere è garantito da una corretta progettazione delle distanze fra le schede elettroniche.

Gli inverter devono essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.

Gli inverter descritti in questa specifica dovranno essere tutti dello stesso tipo in termini di potenza e caratteristiche per consentire l'intercambiabilità tra loro.

Vengono collegati a stringhe di pannelli consentendo di non inficiare l'utilizzo delle altre in caso di ombreggiamenti ai pannelli di una stringa. Inoltre, tale configurazione indipendente, consente una settorializzazione totale dell'impianto utile per manutenzione e riparazioni. Si prevede di impiegare inverter tipo SUN2000-215KTL-H3 della HUAWEI o similare che saranno integrati all'interno delle strutture dei basamenti contenenti le power station.

SUN2000-215KTL-H3  
 Smart String Inverter



- 

100A  
Per MPPT
- 

Max. Efficiency  
≥99.0%
- 

Smart String-Level  
Disconnecter
- 

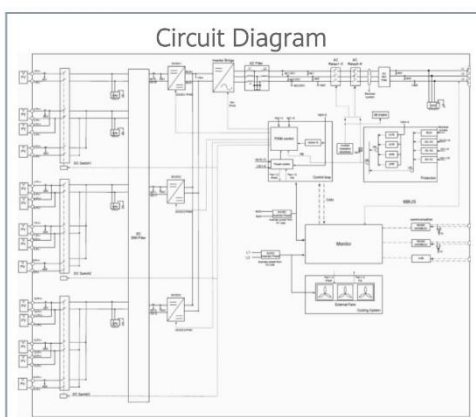
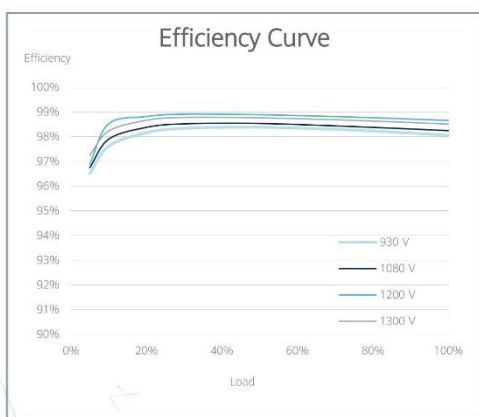
Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported
- 

MBUS  
Supported
- 

Fuse Free  
Design
- 

Surge Arresters for  
DC & AC
- 

IP66  
Protection



SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 4-3: inverter di stringa tipo SUN2000-215KTL-H3 della HUAWEI.



SUN2000-215KTL-H3  
**Technical Specifications**

| Efficiency                               |  |
|--|--|
| Max. Efficiency                          | ≥99.0%   |
| European Efficiency                      | ≥98.8%   |
| Input                                    |  |
| Max. Input Voltage                       | 1,500 V  |
| Number of MPP Trackers                   | 3  |
| Max. Current per MPPT                    | 100A/100A/100A                                 |
| Max. PV Inputs per MPPT                  | 4/5/5  |
| Start Voltage                            | 550 V  |
| MPPT Operating Voltage Range             | 500 V ~ 1,500 V                                |
| Nominal Input Voltage                    | 1,080 V  |
| Output                                   |  |
| Nominal AC Active Power                  | 200,000 W                                      |
| Max. AC Apparent Power                   | 215,000 VA                                     |
| Max. AC Active Power (cosφ=1)            | 215,000 W                                      |
| Nominal Output Voltage                   | 800 V, 3W + PE                                 |
| Rated AC Grid Frequency                  | 50 Hz / 60 Hz                                  |
| Nominal Output Current                   | 144.4 A  |
| Max. Output Current                      | 155.2 A  |
| Adjustable Power Factor Range            | 0.8 LG ... 0.8 LD                              |
| Max. Total Harmonic Distortion           | < 1%   |
| Protection                               |  |
| Input-side Disconnection Device          | Yes  |
| Anti-islanding Protection                | Yes  |
| AC Overcurrent Protection                | Yes  |
| DC Reverse-polarity Protection           | Yes  |
| PV-array String Fault Monitoring         | Yes  |
| DC Surge Arrester                        | Type II  |
| AC Surge Arrester                        | Type II  |
| DC Insulation Resistance Detection       | Yes  |
| Residual Current Monitoring Unit         | Yes  |
| Communication                            |  |
| Display                                  | LED Indicators, WLAN + APP                     |
| USB                                      | Yes  |
| MBUS                                     | Yes  |
| RS485                                    | Yes  |
| General                                  |  |
| Dimensions (W x H x D)                   | 1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch) |
| Weight (with mounting plate)             | ≤86 kg (191.8 lb.)                             |
| Operating Temperature Range              | -25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)                   |
| Cooling Method                           | Smart Air Cooling                              |
| Max. Operating Altitude without Derating | 4,000 m (13,123 ft.)                           |
| Relative Humidity                        | 0 ~ 100%                                       |
| DC Connector                             | Staubli MC4 EVO2                               |
| AC Connector                             | Waterproof Connector + OT/DT Terminal          |
| Protection Degree                        | IP66   |
| Topology                                 | Transformerless                                |

SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 4-4: datasheet inverter di stringa.

## 4.4 Moduli fv

### 4.4.1 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza pari a circa 72,66 MWp, verrà realizzato mediante l'installazione dei moduli fotovoltaici, con tecnologia bifacciale, su strutture fisse Est-Ovest.

I pannelli fotovoltaici saranno raggruppati in stringhe in parallelo gestite da *inverter di stringa* capaci di convertire l'energia elettrica da corrente continua (DC) a corrente alternata (AC) e farla convogliare alle Cabine di Campo (Power Station). L'impianto verrà strutturato in 29 sottocampi, ciascuno servito da una Power Station con il compito di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 36 kV per la successiva distribuzione AT fino alla cabina di raccolta.

### 4.4.2 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi

I moduli fotovoltaici utilizzati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima scelta, del tipo silicio monocristallino a 132 (2x66) celle con tecnologia bifacciale, indicativamente della potenza di 670 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione.

I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

La tecnologia di moduli fotovoltaici bifacciali utilizzata è progettata appositamente per impianti di grande taglia connessi alla rete elettrica. È realizzata assemblando, in sequenza, diversi strati racchiusi da una cornice in alluminio anodizzato, come di seguito descritto:

- vetro frontale temperato 2 mm, rivestimento antiriflesso, alta trasmissione, basso contenuto di ferro;
- telaio in lega di alluminio anodizzato;
- celle FV in silicio monocristallino.

Il modulo selezionato è provvisto di:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP68 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, posto sopra il modulo fotovoltaico, che riportano le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e a permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

#### 4.4.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

I moduli identificati in progetto sono di nuova generazione adatti per connessioni in serie fino ad una tensione di stringa di 1500V. I moduli di nuova generazione sono in grado di fornire una maggiore potenza per unità di superficie. Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- 12 anni di garanzia sul funzionamento ordinario del prodotto;
- 30 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 85%;
- attenuazione annuale della potenza dello 0,45%;
- degrado del 2% nel primo anno;
- resistente ad ambienti rigidi come zone ad alta temperatura e umidità, ecc.;
- vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- certificati: IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716;
- certificati: ISO 9001, ISO 14001, ISO 14064, ISO 45001;
- marcatura CE.

I moduli saranno connessi in serie per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame in modo tale da formare le stringhe che, a loro volta verranno collegate alle cassette di parallelo o string box (SB) e quindi agli inverter di stringa prima di essere indirizzati verso le Cabine di Campo (Power Station) distribuite per i sottocampi. È stato previsto un sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi antieffrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli e dei dispositivi posti sul campo.

Mono Multi Solutions

# Vertex N

BIFACIAL DUAL GLASS MODULE

PRODUCT: TSM-NEG21C.20

PRODUCT RANGE: 670-690W

**690W**

MAXIMUM POWER OUTPUT

**0~+5W**

POSITIVE POWER TOLERANCE

**22.2%**

MAXIMUM EFFICIENCY



### High customer value

- Lower LCOE (levelized cost of energy), reduced BOS (balance of system) cost, shorter payback time
- Guaranteed first year and annual degradation
- High module power; high string power and low voltage design



### High power up to 690W

- Up to 22.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



### High reliability

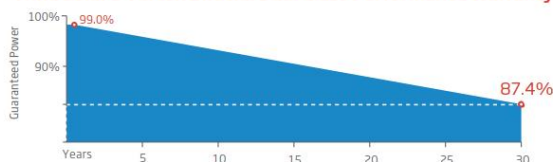
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



### High energy yield

- Excellent product bifaciality and low irradiation performance, validated by 3rd party
- Extremely low 1% first year degradation and 0.4% annual power attenuation
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.30%) and operating temperature
- Up to 30% additional power gain from back side depending on albedo

### Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



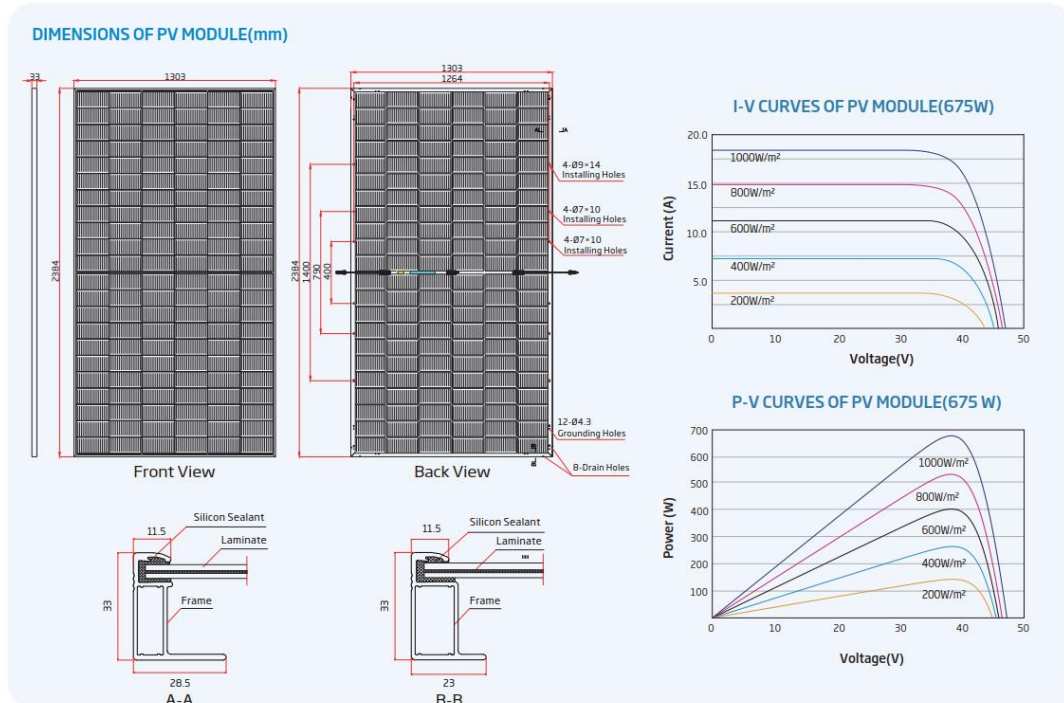
### Comprehensive Products and System Certificates



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

**TrinaSolar**

Figura 4-5: modulo fotovoltaico tipo: Trinasolar Vertex TSM-NEG21C.20 da 670 Wp.



**ELECTRICAL DATA (STC)**

|  |       |       |        |       |       |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|
| Peak Power Watts - P <sub>MAX</sub> (Wp)*    | 670   | 675   | 680    | 685   | 690   |
| Power Tolerance - P <sub>MAX</sub> (W)       |       |       | 0 ~ +5 |       |       |
| Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V) | 39.2  | 39.4  | 39.6   | 39.8  | 40.1  |
| Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A) | 17.09 | 17.12 | 17.16  | 17.19 | 17.23 |
| Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)   | 47.0  | 47.2  | 47.4   | 47.7  | 47.9  |
| Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (A)  | 18.10 | 18.14 | 18.18  | 18.21 | 18.25 |
| Module Efficiency η <sub>m</sub> (%)         | 21.6  | 21.7  | 21.9   | 22.1  | 22.2  |

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%.

**Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)**

|  |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total Equivalent power - P <sub>MAX</sub> (Wp) | 724   | 729   | 734   | 740   | 745   |
| Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V)   | 39.2  | 39.4  | 39.6  | 39.8  | 40.1  |
| Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A)   | 18.46 | 18.49 | 18.53 | 18.57 | 18.61 |
| Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)     | 47.0  | 47.2  | 47.4  | 47.7  | 47.9  |
| Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (A)    | 19.55 | 19.59 | 19.63 | 19.67 | 19.71 |
| Irradiance ratio (rear/front)                  |       |       | 10%   |       |       |

**ELECTRICAL DATA (NOCT)**

|  |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power - P <sub>MAX</sub> (Wp)        | 510   | 514   | 517   | 521   | 526   |
| Maximum Power Voltage - V <sub>MPP</sub> (V) | 36.8  | 37.0  | 37.2  | 37.3  | 37.7  |
| Maximum Power Current - I <sub>MPP</sub> (A) | 13.86 | 13.89 | 13.91 | 13.94 | 13.96 |
| Open Circuit Voltage - V <sub>OC</sub> (V)   | 44.5  | 44.7  | 44.9  | 45.2  | 45.4  |
| Short Circuit Current - I <sub>SC</sub> (A)  | 14.59 | 14.62 | 14.65 | 14.67 | 14.71 |

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

**MECHANICAL DATA**

|                      |  |
|----------------------|--|
| Solar Cells          | Monocrystalline  |
| No. of cells         | 132 cells  |
| Module Dimensions    | 2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)  |
| Weight               | 38.3 kg (84.4 lb)  |
| Front Glass          | 2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass   |
| Encapsulant material | EVA/POE  |
| Back Glass           | 2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)   |
| Frame                | 33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy   |
| J-Box                | IP 68 rated  |
| Cables               | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ),<br>Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches)<br>Length can be customized |
| Connector            | MC4 EVO2 / TS4*  |

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>TEMPERATURE RATINGS</b>                  | <b>MAXIMUM RATINGS</b> |
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)   | 43°C (±2°C)            |
| Operational Temperature                     | -40 ~ +85°C            |
| Temperature Coefficient of P <sub>MAX</sub> | -0.30%/°C              |
| Maximum System Voltage                      | 1500V DC (IEC)         |
| Temperature Coefficient of V <sub>OC</sub>  | -0.24%/°C              |
| Max Series Fuse Rating                      | 35A                    |
| Temperature Coefficient of I <sub>SC</sub>  | 0.04%/°C               |

**WARRANTY**

|                                      |
|--------------------------------------|
| 12 year Product Workmanship Warranty |
| 30 year Power Warranty               |
| 1% first year degradation            |
| 0.4% Annual Power Attenuation        |

(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

|                                       |
|---------------------------------------|
| Modules per box: 33 pieces            |
| Modules per 40' container: 594 pieces |



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2021 Trina Solar Limited, All rights reserved, Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM\_EN\_2022\_A

www.trinasolar.com

Figura 4-6: dati costruttivi moduli fotovoltaici.

#### 4.4.4 Quadro in bassa tensione tra inverter e Trasformatori AT/BT

Il quadro di potenza che permette una semplice connessione degli inverter al trasformatore elevatore BT/AT comprende al suo interno i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta. Gli interruttori da installare saranno provvisti di idonee caratteristiche già indicate nelle specifiche tecniche dedicate.

Dotazioni minime:

- Interruttore automatico indicativamente da 800 a 2000 A per singolo inverter, completo di Bobina di sgancio);
- Monitoraggio e comando remoto via RS485;
- Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura energia prodotta.

Le cabine utilizzate (dimensioni indicative 6,1 x 2,4 x 2,9 m) sono del tipo monolitiche auto-portanti prefabbricate in sandwich d'acciaio o calcestruzzo, trasportabili su camion in un unico blocco già assemblate ed allestite delle apparecchiature elettromeccaniche di serie. Si appoggia a basamenti di tipo prefabbricato e sono totalmente recuperabili. Sono realizzate con pannellature e strutture in acciaio zincato a caldo, con finiture esterne che garantiscono la minima manutenzione per tutta la vita utile del cabinato. L'elemento di copertura sarà munito di impermeabilizzazione e con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.

La PS sarà dotata principalmente di uno o due quadri in CA, un quadro in BT, il trasformatore BT/AT con rapporto di trasformazione 0,8kV/36kV (o diverso valore del secondario in funzione del livello di tensione di uscita dell'inverter) e gli interruttori in AT fino 36 kV. Nel seguito si riporta il datasheet della Power Station scelta.

All'interno del sistema sono inclusi:

- quadro di parallelo in corrente continua fino a 1500 Vdc per il collegamento in parallelo degli inverter, dotato di sezionatore generale ad apertura automatica in caso di emergenza;
- trasformatore BT/AT con tensione fino a 36 kV con isolamento in olio, con potenze di 3250 kVA;
- celle di alta tensione fino a 36 kV;
- quadro servizi ausiliari in BT 0,4 kV;
- sistema di dissipazione del calore tramite ventilatori;
- Impianto elettrico completo (cavi di alimentazione, illuminazione, prese elettriche, messa a terra della rete, etc);
- dotazioni di sicurezza;
- trasformatore di isolamento BT/BT a secco per alimentazione quadro servizi ausiliari BT-AUX;
- UPS per i servizi ausiliari e relative batterie.
- sistema centralizzato di comunicazione con interfacce RS485/USB/ETHERNET;
- unità RTU per connessione a SCADA e Plant controller.

Tali sistemi elettrici saranno dotati di interfacce di connessione con il sistema di comunicazione e collegati al sistema di supervisione. Al fine di garantire la continuità di servizio per i circuiti ausiliari delle apparecchiature installate nella Power Station, si prevede l'installazione di un gruppo statico di continuità indicativamente da 5 kVA; con riserva di carica per la specifica gestione del riarmo delle bobine di minima tensione, inserite nelle celle di Alta tensione, così come prescritto dalla Normativa CEI- 0/16. In particolare, si riportano di seguito le descrizioni dei trasformatori AT/BT e degli interruttori in MT quali principali componenti delle PS.



#### 4.5 Quadri bt e at cabina principale di impianto

Premessa: la tensione di esercizio dell'intero impianto sarà di 36kV e, come tale, rientra nella classificazione della "Alta Tensione" in quanto la "Media Tensione" ha come limite 30kV. Tutte le apparecchiature impiegate benché poco dissimili dagli impianti in MT avranno un isolamento non inferiore a 45 kV.

All'interno della cabina principale di impianto saranno presenti i quadri AT e BT necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per la alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto.

Di seguito si riporta una sintesi delle caratteristiche tecniche principali dei quadri in Alta e Bassa Tensione impiegati nell'impianto fotovoltaico.

Anche nel caso delle apparecchiature in AT installate nella cabina principale il quadro di alta tensione sarà a semplice sistema di sbarre, dovrà essere esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo.

Sarà in esecuzione tripolare, protetto in carpenteria metallica e isolato in gas. Il quadro sarà conforme alla Norma/Standard IEC 62271-200.

La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di Alta sarà in atmosfera SF6; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo Standard IEC [sealed pressure system according to IEC 62271-1 clause 3.6.6.4]. Essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina principale dovranno colloquiare con le protezioni presenti in AT interno al campo. Nei particolari il Quadro di Alta Tensione fino a 36 kV sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata alle celle AT.

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Alta Tensione QMT1 della cabina raccolta e consegna AT sono elencate nella seguente tabella:

| <b>TENSIONI</b>   |        |
|---|--------|
| Tensione nominale [Rated voltage]   | 36 kV  |
| Tensione massima d'esercizio [Operating voltage]  | 45 kV  |
| Tensione ad impulso [Rated lightning impulse withstand voltage]   | 75kV   |
| Frequenza nominale [Rated frequency]  | 50 Hz  |
| <b>CORRENTI DI CORTOCIRCUITO</b>  |        |
| Corrente di cortocircuito [Rated short- time withstand current] I <sub>k</sub>                          | 20 kA  |
| Durata del cortocircuito [Rated duration of short-circuit]  | 3 s    |
| Corrente di cortocircuito di picco [Rated peak withstand current] I <sub>p</sub>                        | 63 kA  |
| <b>CORRENTE NOMINALE</b>  |        |
| Corrente nominale degli interruttori  | 630 A  |
| Corrente nominale delle sbarre [Rated normal current of the busbar]                                     | 1250 A |
| <b>(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore</b> |        |

Tabella 4-1: dati tecnici quadri in alta tensione.

#### 4.5.1 Quadro servizi ausiliari

Nelle cabine AT e PS sarà previsto il quadro servizi ausiliari BT-AUX che provvede a tutte quelle esigenze necessarie al funzionamento ed al mantenimento delle apparecchiature interne;

Dotazioni minime:

- interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione trackers di orientamento moduli fotovoltaici;
- interruttore magnetotermico generale;
- scaricatori di sovratensione classe II con cartuccia estraibile;
- alimentatore AC/DC di tensione adeguata per circuiti ausiliari strumentazione e monitoraggio;
- interruttori e relativi contattori per l'alimentazione del sistema di ventilazione;
- interruttori per alimentazione ausiliari comparto BT;
- interruttori per alimentazione servizi ausiliari comparto Inverter;
- interruttori per alimentazione ausiliari comparto celle AT;
- interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci interne e presa di servizio;
- interruttore magnetotermico differenziale per alimentazione luci esterne;
- interruttori per alimentazione UPS;
- interruttori per alimentazione circuiti privilegiati;
- interruttori per alimentazione sistema di monitoraggio;
- trasformatore di isolamento BT/BT per alimentazione quadro servizi ausiliari;
- predisposizione per centralina termometrica per trasformatore a doppio secondario.

#### 4.6 Trasformatore bt/at per l'alimentazione degli ausiliari della cabina principale

Nella scelta dei trasformatori di potenza è stato prescelto l'uso del tipo con isolante e raffreddamento in resina costruiti in conformità alle seguenti Norme:

- IEC 726 / CEI 14-8;
- CENELEC HD 464 e HD 528;
- DIN 42 523.

La classe dei trasformatori sarà essere inferiore a:

- E2 (classe ambientale);
- C2 (classe climatica);
- F1 (classe di comportamento al fuoco).

I trasformatori saranno del tipo a basse perdite e pertanto sono costruiti secondo la norma EN 50588-1 e conformi con quanto previsto dal regolamento 548/2014 della Commissione Europea, recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE.

Questi trasformatori, grazie all'elevata qualità dei materiali costruttivi, garantiscono una consistente riduzione dei consumi di energia, favorendo un notevole risparmio economico e la riduzione di emissioni di CO2 nell'atmosfera.

Le taglie dei trasformatori saranno le seguenti:

- indicativamente 100/160 kVA dedicato agli ausiliari della cabina di connessione alla rete di distribuzione.



I trasformatori saranno specifici per installazioni fotovoltaiche (es. elevato contributo armonico) essendo destinati all'alimentazione di raddrizzatori, impianti UPS.

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguento e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi.

L'avvolgimento di alta tensione sarà realizzato in nastri di alluminio e il suo isolamento ottenuto colando sottovuoto una miscela di resine epossidiche e silicio. L'avvolgimento di bassa tensione, realizzato in un unico foglio di alluminio e incapsulato in materiale isolante di classe F, risulterà impermeabile all'umidità.

La temperatura minima di messa in servizio a freddo del trasformatore sarà -25°C. I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C senza accorgimenti.

Le apparecchiature saranno installate all'interno delle cabine.

I trasformatori dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

|   |               |
|---|---------------|
| • Montaggio:  | Interno       |
| • Altitudine di installazione dal livello del mare: | max 1000 m    |
| • Temperatura ambiente massima:                     | 40 °C         |
| • Sovratemperatura lato AT:                         | 80 °C         |
| • Sovratemperatura lato BT:                         | 100 °C        |
| • Classe di isolamento lato AT:                     | F             |
| • Classe di isolamento lato BT:                     | F             |
| • Frequenza nominale:                               | 50 Hz         |
| • Tipo di funzionamento:                            | Continuo      |
| • Tipo di raffreddamento:                           | Aria naturale |
| • Protezione:                                       | IP 00         |
| • Simbolo di collegamento                           | Dyn11         |

Sarà previsto il controllo della temperatura interna dei locali in cui saranno ubicati tutte le apparecchiature, e quindi dei trasformatori, attraverso un sistema di ventole centrifughe e/o torrioni di estrazione comandate da una serie di sonde interne ed esterne che rilevano la temperatura ambiente.

L'aria in entrata viene filtrata attraverso speciali griglie montate nella parte inferiore delle pareti delle Cabine.

La portata d'aria minima sarà almeno di 6000 m<sup>3</sup>/h e comunque calcolata in funzione della potenza del trasformatore.

#### 4.7 Cavi di potenza at e bt

La connessione delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico avverrà tramite linee in cavo in AT e BT. Tali cavi saranno, posati in canalizzazioni protettive adeguate al tipo di posa o in alternativa direttamente interrati, ad esclusione dei cavi di distribuzione in CC (cavi di collegamento dai moduli FV alle SB) che saranno posizionati all'interno di tubi protettivi fissati all'interno delle strutture metalliche di supporto dei moduli.

In particolare, per le linee in AT a 36 kV i cavi saranno di tipo tripolare a spirale visibile con isolamento XLPE/EPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68.

Il cavo sarà provvisto di una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora notevolmente la resistenza allo schiacciamento e all'impatto. Esso sarà progettato per tutte quelle situazioni dove è fondamentale la protezione contro i danneggiamenti.

Il cavo sarà opportunamente marcato con le indicazioni sulle caratteristiche tecniche principali: unipolare/tripolare; tensione nominale; anno di costruzione; marcatura metrica.

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 25-30°C
- Resistività termica del terreno: 1 m\*K/W
- Profondità di posa: 0,8-1,5 m
- Posa direttamente interrata con cavi disposti a trifoglio.

I cavi saranno del tipo armato adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 26/45 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| • Materiale del conduttore:                            | Alluminio;                         |
| • Tipo di conduttore:                                  | Corda rotonda compatta classe2;    |
| • Materiale del semi-conduttore interno:               | Mescola semiconduttrice;           |
| • Isolamento:  | XLPE/EPR;                          |
| • Materiale del semi-conduttore esterno:               | Mescola semiconduttrice;           |
| • Materiale per la tenuta dell'acqua:                  | Semiconductingswelling tape;       |
| • Schermo:   | Nastro di alluminio longitudinale; |
| • Guaina esterna:                                      | PE;                                |
| • Colore guaina esterna:                               | Rosso;                             |
| • Caratteristiche d'utilizzo:                          |                                    |
| ○ Massima forza di tiro durante la posa:               | 50.0 N/mm <sup>2</sup> ;           |
| ○ Temperatura massima di servizio del conduttore:      | 90 °C;                             |
| ○ Temperatura massima di cortocircuito del conduttore: | 250 °C;                            |
| ○ Temperatura d'installazione minima:                  | -20 °C;                            |
| ○ Fattore di curvatura durante l'installazione:        | 20 (xD);                           |
| ○ Fattore di curvatura per installazione fissa:        | 15 (xD);                           |
| ○ Tenuta d'acqua radiale:                              | SI;                                |
| ○ Tenuta d'acqua longitudinale:                        | SI.                                |

Per le connessioni dei cavi di potenza di alta tensione si adopereranno terminali a compressione bimetallici.

I terminali potranno essere del tipo unipolare per interno, del tipo termorestringente, oppure del tipo "per esterno"; dovranno essere idonei per i cavi AT impiegati.

La testa cavo realizzata dovrà essere opportunamente amarrata ai dispositivi di serraggio disponibili.

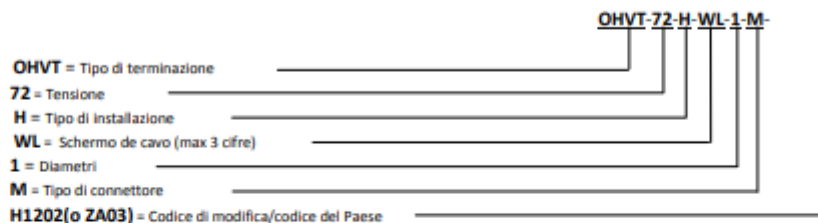
In particolare, i terminali necessari per i collegamenti dei cavi di alta tensione avranno le seguenti caratteristiche:

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. U<sub>o</sub>/U 26/45 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o

fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 26/45 kV. Norma CEI 20-24.

- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di alta tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Norma IEC 71,540 – VDE 0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

### Terminazione termorestringente per cavi ad isolamento estruso fino a 72 kV



| Posizione   | Descrizione |  |  |
|---|-------------|--|--|
| Tipo di terminazione                              | <b>OHVT</b> | Terminazioni di alta tensione per esterno  |  |
|   | <b>IHVT</b> | Terminazioni di alta tensione per interno  |  |
|   | <b>LHVT</b> | Terminazioni di alta tensione con linea di fuga più lunga (72kV)   |  |
| Tensione  | <b>52</b>   | kV   |  |
|   | <b>72</b>   | kV   |  |
| Tipo di installazione                             | <b>H</b>    | Termorestringente  |  |
|   | <b>S</b>    | A freddo - slip on   |  |
| Schermo del cavo<br>(combinazione di max 3 cifre) | <b>A</b>    | Schermo a fili alluminio   |  |
|   | <b>B</b>    | Schermo a nastri di alluminio  |  |
|   | <b>C</b>    | Gualina corrugata di alluminio   |  |
|   | <b>D</b>    | Schermo a nastri di ottone   |  |
|   | <b>E</b>    | Schermo a fili metallici   |  |
|   | <b>F</b>    | Armatura di fili d'acciaio   |  |
|   | <b>G</b>    | Armatura di nastri d'acciaio   |  |
|   | <b>H</b>    | Armatura a nastri di alluminio   |  |
|   | <b>L</b>    | Gualina in piombo  |  |
|   | <b>S</b>    | Gualina corrugata in rame  |  |
|   | <b>T</b>    | Schermo a nastri di rame   |  |
| Formato   | <b>W</b>    | Schermo a fili di rame   |  |
|   |             | Diametro al di sopra del cavo di isolamento  | Diametro al di sopra del fodero del cavo |
|   | <b>1</b>    | 30 - 45 mm   | ≤ 60 mm                                  |
|   | <b>2</b>    | 38 - 55 mm   | ≤ 70 mm                                  |
|   | <b>3</b>    | 48 - 65 mm   | ≤ 80 mm                                  |
| Tipo di connettore                                | <b>4</b>    | 58 - 77 mm   | ≤ 100 mm                                 |
|   | <b>M</b>    | Connettore meccanico (e.g. EPPA-050)   |  |
|   | <b>C</b>    | Connettore a punzonatura   |  |
|   | <b>W</b>    | Salvato  |  |
| Codice modifica                                   | <b>N</b>    | Nessun connettore  |  |
|   |             | Codice del modello EPPA 050 XX/YY HXXXX di Connettore o Terminazione con il cod. del Paese (max 5 cifre) |  |



Figura 4-7: scheda tecnica delle terminazioni.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP-839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- tipo FG16(O)R16 per tensioni 0.6/1 kV unipolari e multipolari;
- temperatura di funzionamento 90°C;
- temperatura di cortocircuito 250°C;
- assenza di piombo;
- conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- condizioni di posa;
- temperatura minima di posa 0° C;
- in tubo o canalina in aria;
- in aria libera e protezione in tubo e manufatto in calcestruzzo.

In particolare, per i cavi in BT di connessione delle stringhe verranno impiegati cavi unipolari flessibili stagnati per collegamenti di impianti fotovoltaici. Isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = LowSmoke Zero Halogen
- Guaina esterna: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 V in corrente continua e isolamento a 1800V.

Inoltre, nei tratti in esterno, i conduttori saranno protetti attraverso la posa all'interno di specifica canalizzazione di protezione.

I cavi come detto saranno unipolari per incrementare la sicurezza contro eventuali cortocircuiti e rendere più agevole la posa.

Il collegamento tra i moduli in serie per la realizzazione delle stringhe avverrà con l'utilizzo di sistemi di collegamento rapido a spine.

I conduttori di stringa andranno ad attestarsi ai relativi STRING BOX di parallelo da cui partono le dorsali in corrente continua verso gli inverter di stringa posizionati nella cabina PS della sezione d'impianto corrispondente.

I cavi di collegamento in corrente alternata saranno del tipo FG16(O)R16.

CPR (UE) n°305/11  
 C<sub>ca</sub> - s3, d1, a3

Regolamento Prodotti da Costruzione/Construction Products Regulation  
 Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014  
 Class according to standards EN 50575:2014 + A1:2016 and EN 13501-6:2014

DoP n°1021/17

CEI 20-13 - CEI UNEL 35318  
 CEI EN 60332-1-2  
 2014/35/UE  
 2011/65/CE  
 CA01.00755

Costruzione e requisiti/Construction and specifications  
 Propagazione fiamma/Flame propagation  
 Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive  
 Direttiva RoHS/RoHS Directive  
 Certificato IMQ-EFP/IMQ-EFP Certificate



#### DESCRIZIONE

Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

#### Conduttore

Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5

#### Isolante

Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16

#### Riempitivo

Mescola di materiale non igroscopico

#### Guaina esterna

Mescola di PVC di qualità R16

#### Colore anime

Normativa HD 308

#### Colore guaina

Grigio

#### Marcatura a inchiostro

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (sez)  
 Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (anno) (m) (tracciabilità)

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -15°C  
 (in assenza di sollecitazioni meccaniche)

Temperatura minima di posa: 0°C

Temperatura massima di corto circuito:  
 250°C fino alla sezione 240 mm<sup>2</sup>, oltre 220°C

Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm<sup>2</sup>

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

#### Condizioni di impiego

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata. (rif. CEI 20-67)

#### DESCRIPTION

Multi-core power cable HEPR insulated (G16 quality), PVC sheathed, with special fire reaction characteristics according to Construction Products Regulation (CPR).

#### Conductor

Plain copper flexible wire, class 5

#### Insulation

Rubber HEPR compound, G16 quality

#### Filler

Non-hygroscopic compound

#### Outer sheath

PVC compound, R16 quality

#### Cores colour

HD 308 Standard

#### Sheath colour

Grey

#### Inkjet marking

BALDASSARI CAVI REPERO® FG16OR16 0,6/1 kV (section)  
 Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP (year) (m) (traceability)

#### TECHNICAL CHARACTERISTICS

Nominal voltage U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV

Maximum operating temperature: 90°C

Minimum operating temperature: -15°C  
 (without mechanical stress)

Minimum installation temperature: 0°C

Maximum short circuit temperature:  
 250°C up to 240 mm<sup>2</sup> section, over 220°C

Maximum tensile stress: 50 N/mm<sup>2</sup>

Minimum bending radius: 4 x maximum external diameter

#### Use and installation

Cables suitable for electrical power system in constructions and other civil engineering works in order to limit fire spread and smoke emission. Suitable to be used indoor or outdoor, even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures, free in air, inside pipes or similar systems. Suitable also for laying underground. (ref. CEI 20-67)

Figura 4-8: data sheet cavi BT (segue).



Bassa Tensione  
 Low Voltage

# FG16OR16 0,6/1 kV Repero®

Energia  
 Power

| Formazione<br>Formation | Ø<br>indicativo<br>conduttore<br>Approx.<br>conductor<br>Ø | Spessore<br>medio<br>isolante<br>Average<br>insulation<br>thickness | Spessore<br>medio<br>guaina<br>Average<br>sheath<br>thickness | Ø<br>indicativo<br>produzione<br>Approx.<br>production<br>Ø | Peso<br>indicativo<br>cavo<br>Approx.<br>cable<br>weight | Resistenza<br>elettrica<br>max a 20°C<br>Max. electrical<br>resistance<br>at 20°C | Portata di corrente<br>Current rating     |  |
|-------------------------|--|---|---|---|--|---|---|--|
|                         |  |   |   |   |  |   | In tubo in aria<br>In pipe in air<br>30°C | In tubo interrato<br>Underground in pipe<br>20°C |
| n° x mm²                | mm   | mm  | mm  | mm  | kg/km  | ohm/ km   | A   | A  |
| 2 x 1,5                 | 1,6  | 0,7   | 1,8   | 9,4   | 127  | 13,3  | 22  | 23   |
| 2 x 2,5                 | 1,9  | 0,7   | 1,8   | 10,3  | 160  | 7,98  | 30  | 30   |
| 2 x 4                   | 2,5  | 0,7   | 1,8   | 11,3  | 207  | 4,95  | 40  | 39   |
| 2 x 6                   | 3,0  | 0,7   | 1,8   | 12,5  | 266  | 3,30  | 51  | 49   |
| 2 x 10                  | 4,0  | 0,7   | 1,8   | 14,4  | 388  | 1,91  | 69  | 66   |
| 2 x 16                  | 5,0  | 0,7   | 1,8   | 16,6  | 542  | 1,21  | 91  | 86   |
| 2 x 25                  | 6,2  | 0,9   | 1,8   | 20,8  | 827  | 0,780   | 119                                       | 111  |
| 2 x 35                  | 7,6  | 0,9   | 1,8   | 23,0  | 1073   | 0,554   | 146                                       | 136  |
| 2 x 50                  | 8,9  | 1,0   | 1,8   | 27,0  | 1498   | 175   | 168                                       | 168  |
| 2 x 70                  | 10,5   | 1,1   | 1,8   | 29,9  | 1975   | 0,272   | 221                                       | 207  |
| 2 x 95                  | 12,5   | 1,1   | 2,0   | 33,7  | 2560   | 0,206   | 265                                       | 245  |
| 2 x 120                 | 13,7   | 1,2   | 2,0   | 37,8  | 3280   | 0,161   | 305                                       | 284  |
| 2 x 150                 | 15,0   | 1,4   | 2,2   | 42,4  | 4130   | 0,129   | 334                                       | 324  |
| 3 x 1,5                 | 1,6  | 0,7   | 1,8   | 9,9   | 141  | 13,3  | 19,5                                      | 19   |
| 3 x 2,5                 | 1,9  | 0,7   | 1,8   | 10,8  | 182  | 7,98  | 26  | 25   |
| 3 x 4                   | 2,5  | 0,7   | 1,8   | 11,9  | 242  | 4,95  | 35  | 32   |
| 3 x 6                   | 3,0  | 0,7   | 1,8   | 13,2  | 316  | 3,30  | 44  | 41   |
| 3 x 10                  | 4,0  | 0,7   | 1,8   | 15,3  | 472  | 1,91  | 60  | 55   |
| 3 x 16                  | 5,0  | 0,7   | 1,8   | 17,6  | 666  | 1,21  | 80  | 72   |
| 3 x 25                  | 6,2  | 0,9   | 1,8   | 22,1  | 1023   | 0,780   | 105                                       | 93   |
| 3 x 35                  | 7,6  | 0,9   | 1,8   | 24,5  | 1373   | 0,554   | 128                                       | 114  |
| 3 x 50                  | 8,9  | 1,0   | 1,8   | 28,1  | 1904   | 0,386   | 154                                       | 141  |
| 3 x 70                  | 10,5   | 1,1   | 1,9   | 32,1  | 2530   | 0,272   | 194                                       | 174  |
| 3 x 95                  | 12,5   | 1,1   | 2,0   | 36,6  | 3340   | 0,206   | 233                                       | 206  |
| 3 x 120                 | 13,7   | 1,2   | 2,1   | 39,8  | 4205   | 0,161   | 268                                       | 238  |
| 3 x 150                 | 15,0   | 1,4   | 2,3   | 44,4  | 5257   | 0,129   | 300                                       | 272  |
| 3 x 185                 | 17,7   | 1,6   | 2,4   | 51,2  | 6587   | 0,106   | 340                                       | 306  |
| 3 x 240                 | 19,9   | 1,7   | 2,6   | 58,5  | 8570   | 0,0801  | 398                                       | 360  |
| 3 x 300                 | 22,4   | 1,8   | 2,8   | 66,1  | 10800  | 0,0641  | 455                                       | -  |

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.

Figura 4-9: data sheet cavi BT.

## 4.8 Performance impianto e misure di irraggiamento

L'impianto sarà dotato di sistemi di misura al fine di rilevare:

- l'energia elettrica prelevata dalla rete;
- l'energia elettrica immessa in rete;
- l'energia prodotta da ogni singolo sottocampo del generatore;
- l'energia complessiva prodotta dal generatore.

La misura dell'energia scambiata con la rete e in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore M1 che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare, si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

#### 4.8.1 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

#### 4.8.2 Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione PR (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PRe come segue:

$$PRe = Eca / Eca\_producibile\_ (Hi, Pn, Tcel)$$

dove:

Eca\_producibile\_(Hi, Pn,Tcel) è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (Hi), della potenza nominale dell'impianto (Pn) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (Tcel).

#### 4.8.3 Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione, la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRp = Pca / Pca\_producibile\_ (Gp, Pn, Tcel) = Pca / (Rfv2 \times Gp / Gstc \times Pn) > 0,78 \text{ se } Pinv \leq 20 \text{ kW}$$
$$0,80 \text{ se } Pinv > 20 \text{ kW}$$

Dove:

- Rfv2 è calcolato secondo l'espressione;
- Pinv è la potenza nominale dell'inverter.

Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (Gp) superiore a 600 W/m<sup>2</sup>;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter (Pinv > 20 kW o Pinv ≤ 20 kW);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga Tcel).

#### 4.9 Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PRcc, Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua.

L'indice di prestazione PRcc evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PRcc = PccGstc / Pn / Gp$$

#### 4.10 Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico

In analogia a quanto definito precedentemente si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PRcce = Ecc / ( Rfv2 \times Hi / Gstc \times Pn )$$

$$PRccp = Pcc / ( Rfv2 \times Gp / Gstc \times Pn )$$



Gli indici PR<sub>cc</sub>e e PR<sub>cc</sub>p evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, in fase di avvio dell'impianto, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

PR<sub>cc</sub>e > 0,85

PR<sub>cc</sub>p > 0,85

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PR<sub>cc</sub> possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

#### 4.10.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica di PR o di PR<sub>cc</sub> o di PR<sub>e</sub> o di PR<sub>p</sub> o di PR<sub>cc</sub>e o di PR<sub>cc</sub>p, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli (G<sub>p</sub>) sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso l'impianto fotovoltaico risulta installato in area di ampia estensione, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m<sup>2</sup>) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di G<sub>p</sub>.

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904- 4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

La temperatura della cella fotovoltaica T<sub>cel</sub> sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T<sub>cel</sub> secondo la Norma CEI EN 60904-5.
- misura della temperatura ambiente T<sub>amb</sub> e calcolo della corrispondente T<sub>cel</sub> secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T<sub>ce</sub> viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

#### 4.11 Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico

L'impianto di terra sarà realizzato in ossequio alle disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare l'impianto di terra interno al campo fotovoltaico sarà costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa impedenza.

Al fine di verificare il dimensionamento del futuro impianto di terra, si è proceduto alla analisi della corrente massima di guasto verso terra generato dal contributo al guasto verso terra generato dalla componente capacitiva delle linee AT dato dall'impianto fotovoltaico. Quest'ultima considerando la lunghezza complessiva delle reti AT 20,5 km, genererà una corrente di guasto in una misura assunta pari a circa 147,6 A.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 35 mm<sup>2</sup>. Per la posa dei "dispersori lineari" verrà sfruttato il passaggio cavi interno all'impianto; con una lunghezza di circa 13,5 km la rete di terra risulterà così magliata e distribuita in tutto l'impianto.

In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra. In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze fossero inferiori ai 1000 Ohm allora sarà necessario collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

Le protezioni dai contatti indiretti avranno come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ( $U_T > 50$  V), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

La protezione contro i contatti indiretti, pur essendo eseguibile mediante impiego di dispositivi a massima corrente in quanto gli impianti sono realizzati con tipologia distributiva TN-S verrà comunque realizzata - al fine di rendere ancora più tempestivi gli interventi delle protezioni - mediante l'installazione di dispositivi a corrente differenziale installati a monte delle linee terminali e la connessione all'impianto di terra esistente. I conduttori di protezione saranno collegati all'impianto di terra globale mediante installazione di un conduttore PE che dalle barre di terra dei quadri collegherà tali masse e le masse estranee ivi presenti al collettore di terra generale di cabina.

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.

Nella distribuzione DC (dal modulo fino all'inverter) è previsto un sistema con entrambi i poli flottanti (sistema isolato); il primo guasto verso terra è conseguentemente a corrente nulla. Nel caso in cui il primo guasto non fosse rilevato e si verificasse un secondo guasto verso terra, si creerebbero correnti di guasto verso terra dell'ordine di svariati kA, non risolvibili dall'impianto di terra in quanto sarebbe necessaria una resistenza di terra MT molto bassa, difficilmente raggiungibile.

Pertanto, al fine di proteggere il sistema e limitare le tensioni di contatto (indicate nella CEI EN 50522) entrambi i poli DC di tutte le stringhe verranno monitorati costantemente attraverso un controllo dell'isolamento verso terra.

#### 4.11.1 Sovratensioni

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che sarà dimensionato in fase di progettazione esecutiva. In particolare, si avrà:

- Protezione linea AT: dovrà essere installata la cella dotata di scaricatore sulla linea entrante;
- Protezione dei circuiti di potenza BT: quadri generali: dovranno essere utilizzati limitatori che avranno il compito di limitare in pochi microsecondi, le sovratensioni ad alto potenziale e, pertanto, saranno ad alta energia di scarica. Tali limitatori dovranno essere installati nei quadri principali (power center e quadri di primo livello) all'ingresso delle linee di alimentazione.

#### 4.12 Architettura e caratteristiche scada e telecontrollo

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva.

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

Inoltre, dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti AT mediante il variatore sottocarico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative:

- variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra AT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata;
- scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori AT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione “plant controller” che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

#### 4.12.1 Cavi di controllo e TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

#### 4.12.2 Monitoraggio ambientale

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare di dati climatici e di dati di irraggiamento sul campo fotovoltaico.

I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e, abbinati alle specifiche tecniche del campo FTV, contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto FTV.

I dati monitorati verranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA.

Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione, di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

I dati ambientali monitorati saranno:

- dati di irraggiamento;
- dati ambientali;
- temperature moduli.

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale

installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema fotovoltaico.

#### 4.13 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e antintrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi anti-effrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy. Il sistema TVCC verrà affiancato a un sistema di sicurezza perimetrale in fibra ottica. La fibra ottica può essere installata sulle recinzioni, sia rigide che elastiche, per la protezione del perimetro dai tentativi di sfondamento. La posa di un solo cavo di fibra al centro della recinzione è sufficiente a offrire un elevato grado di sicurezza fino a 3 m di altezza del recinto.

Il fissaggio avviene direttamente sulle maglie con fascette o con supporti in acciaio, posizionata in linea retta; è anche possibile attrezzare anche i cancelli con la stessa tecnologia. Il principio di funzionamento sfrutta l'elevata sensibilità delle fibre di vetro: lo sfondamento genera pieghe o rotture della fibra che vengono percepite dalle schede di analisi delle rotture (posizionate ogni 200 m ca. lungo il cavo) che inviano il segnale alla centralina che fa azionare il conseguente allarme. Tanto le centraline che i rilevatori di rottura vengono tarati in maniera tale da evitare allarmi impropri secondo livelli di sensibilità scalabili. La gestione può avvenire sia da centrale in loco o da remoto.

##### 4.13.1 Impianti di illuminazione

Alcune aree di impianto verranno illuminate in periodo notturno al fine di minimizzare il rischio di furti e permettere un sicuro accesso al sito da parte del personale di impianto.

In particolare, è stata prevista l'illuminazione in prossimità dei seguenti manufatti: Cabina Uffici, Cabina Magazzino, Cabina BT/AT, Power Station, Cancelli, mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per l'illuminazione esterna ubicati all'esterno sulle pareti dei manufatti. Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

## 5 DESCRIZIONE TECNICA DELLA CONNESSIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà connesso in parallelo alla rete di distribuzione pubblica e saranno rispettate le seguenti condizioni (CEI 0-16):

- il parallelo non deve causare perturbazioni alla continuità e qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per gli altri utenti connessi;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione della rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti;
- l'impianto di produzione non deve connettersi o la connessione in regime di parallelo deve interrompersi immediatamente ed automaticamente se il valore di squilibrio della potenza generata da impianti trifase realizzati con generatori monofase non sia compreso entro il valor massimo consentito per gli allacciamenti monofase.

Ciò al fine di evitare che (CEI 0-16):

- in caso di mancanza di tensione in rete, l'utente attivo connesso possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea AT, la rete stessa possa essere alimentata dall'impianto fotovoltaico ad essa connesso,
- in caso di richiusura automatica o manuale di interruttori della rete di distribuzione, il generatore fotovoltaico possa trovarsi in discordanza di fase con la tensione di rete, con possibile danneggiamento del generatore stesso.

L'impianto sarà inoltre provvisto dei sistemi di regolazione e controllo necessari per il rispetto dei parametri elettrici secondo quanto previsto nel regolamento di esercizio, da sottoscrivere con il gestore della rete alla messa in esercizio dell'impianto.

L'impianto fotovoltaico, in base alla STMG rilasciata da Terna SpA, con CP 202002665, si conatterà in antenna a 36 kV sulla futura SE 220/36 kV RTN denominata "Bonorva", ubicata nel Comune di Bonorva (SS).



Figura 5-1: Collegamento AT alla Nuova SE

## 6 SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

### 6.1 Allestimento cantiere

Il lotto oggetto del presente intervento sarà dotato di recinzione in rete zincata fissata a paletti in acciaio poggiati su plinti in calcestruzzo. Tale recinzione sarà utilizzata per delimitare il campo fotovoltaico e dovrà essere ultimata con i tratti previsti a progetto come da elaborati grafici progettuali, prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Considerata l'estensione dell'area di intervento sono state previste tre aree di cantiere attrezzata, in prossimità degli ingressi del campo FV. Per facilitare le lavorazioni sono state previste anche delle aree di stoccaggio giornaliero in posizioni strategiche rispetto allo sviluppo piano-altimetrico delle aree interessate.

L'area di cantiere dovrà essere delimitata con recinzione la cui altezza della recinzione dovrà essere di mt. 2,00. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 8 mt [due parti da 4 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti. L'area [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] sarà distinta in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. Tutta l'area dovrà presentare una pavimentazione in spaccato di ghiaia da realizzare dopo uno scavo di scotico e la posa di un tessuto non tessuto per fondazioni stradali. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro]. L'impresa appaltatrice principale dovrà provvedere allo smaltimento prevedendo il conferimento dei rifiuti alle pubbliche discariche a seconda della tipologia di rifiuto.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

Le aree destinate alle baracche ed allo stoccaggio dei materiali e dei rifiuti verranno installati come da tavola di cantierizzazione.

Dall'analisi del cronoprogramma, allegato al presente documento, si ipotizza che il numero massimo di lavoratori presenti contemporaneamente nelle tre aree di impianto sia pari a 150.

A servizio degli addetti alle lavorazioni si prevedono i seguenti baraccamenti, dimensionati ed attrezzati tenendo conto del numero massimo di lavoratori contemporaneamente presenti in cantiere:

- **Uffici direzione lavori:** saranno collocati in cabine prefabbricate;
- **Spogliatoi:** i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.



- **Refettorio e locale ricovero:** i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- **Servizi igienico assistenziali:** la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti. Entrambi i locali servizi saranno dotati di kit primo soccorso e di un Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);

Per l'alimentazione elettrica si prevede l'utilizzo di un apposito generatore o dell'impianto esistente previo accordo con la Committenza, per l'acqua necessaria a docce si prevede l'utilizzo di acqua di servizio. Per i servizi igienici si prevede l'utilizzo di bagni chimici. In tutti i locali è vietato fumare ed è necessario predisporre l'apposito cartello con indicato il divieto.

Dovranno essere predisposti allacciamenti a forniture e scarichi o in alternativa prevedere idonee forniture e impianto di scarico con trattamento in loco.

Date le dimensioni notevoli dell'area di cantiere si prevede di disporre all'interno dei lotti in progetto un adeguato numero di bagni chimici, di idonee dimensioni al numero di persone operanti in esse.

Non si prevede l'illuminazione notturna delle aree di lavoro né dell'area di stoccaggio dei materiali e dei baraccamenti.

Vista la posizione del cantiere all'interno di un'area isolata si prescrive l'obbligo di garantire un servizio di guardiania continuo [diurno e notturno].

## 6.2 Movimenti terra

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da:

- Movimenti superficiali di pulizia generale dell'area con rimozione pietrame, taglio della vegetazione in sito dove presente, adeguamento altimetrico delle pendenze;
- Realizzazione di viabilità interna: la viabilità interna alla centrale fotovoltaica sarà costituita da tratti esistenti e da tratti di strada di nuova realizzazione in terra battuta tutti inseriti nelle aree contrattualizzate;
- Scavi a sezione ristretta per posa cavi quali BT e AT;
- Scavi a sezione obbligata e riprofilatura per realizzazione di sistema di gestione acque meteoriche.

## 6.3 Fondazioni e strutture di supporto moduli

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture tipo fisso.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico-costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto.

Per i dettagli si fa riferimento alla relazione di calcolo preliminare strutture e fondazioni.

Nell'ipotesi di struttura di tipo fissa è stata considerata una soluzione tecnologica a palo infisso in acciaio zincato. Durante la fase esecutiva, sulla base della struttura fissa scelta saranno definite le opere e le soluzioni tecnologiche più adatte.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo, secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anti-corrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle infrastrutture, Servizio tecnico centrale.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- Modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità trasversale  $G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
- Coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$  (per temperature fino a  $100^\circ\text{C}$ )
- Densità  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$ .

Tutta la carpenteria metallica, dove espressamente indicato negli elaborati progettuali, dovrà essere fornita in cantiere già zincata a caldo.

Il fissaggio meccanico dei moduli alle strutture di sostegno sarà eseguito con sistemi antisvitamento con bulloni di sicurezza o altri sistemi meccanici analoghi.

## 6.4 Fondazioni cabine

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

La profondità del piano di posa deve essere scelta in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni da raggiungere della struttura in elevato, alle caratteristiche dei terreni e alle condizioni geologico- idrogeologiche.

Il piano di fondazione deve essere posto al di fuori del campo di variazioni significative di contenuto d'acqua del terreno e essere sempre posto a profondità tale da non risentire di fenomeno di erosione o scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

Saranno previsti rinterrati di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

## 6.5 Calcestruzzo

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

|                                 | CLASSE DI RESISTENZA<br>MINIMA A COMPRESSIONE | CLASSE DI ESPOSIZIONE<br>AMBIENTALE | CLASSE DI<br>CONSISTENZA | D <sub>MAX</sub><br>(mm) |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Tutte le opera<br/>in CA</b> | <b>C20/25</b>                                 | <b>XC4, XA2 e XS1</b>               | <b>S4</b>                | <b>20</b>                |

Tabella 6-1: tipologia CLS.

A tale classe di esposizione corrispondono le seguenti proprietà:

- rapporto massimo a/c pari a 0.50;
- contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/m<sup>3</sup>.

**NOTA:** nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri la classe di esposizione deve essere adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

Deve essere opportunamente valutata l'eventuale necessità di usare cemento resistente ai solfati per la Classe di Esposizione XA2.

### 6.5.1 Acciaio per calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C (ex Fe B 44 k)

|  |   |
|--|---|
| Tipo di acciaio  | Fe B 44 k   |
| Peso specifico   | $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$                   |
| Modulo di elasticità:                                      | $E = 210000 \text{ N/mm}^2$                       |
| Tensione caratteristica di snervamento:                    | $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$                     |
| Tensione di snervamento di progetto ( $\gamma_s = 1,15$ ): | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$ |
| Massima tensione di esercizio:                             | $\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$      |

### 6.5.2 Acciaio per calcestruzzo armato

Si prevede l'impiego di acciaio B450C.

Relativamente ai profili HEB100 Fe360.

### 6.5.3 Acciaio strutturale

Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.

### 6.5.4 Acciaio strutturale per unioni bullonate

Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza  $\geq 8.8$ .

Per tutti gli elementi strutturali di acciaio deve essere prevista un'adeguata protezione contro la corrosione, ad esempio zincatura a caldo come da norma UNI -EN-ISO 14713.

### 6.5.5 Copriferro

Si considerano i seguenti valori di copriferro:

- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso e/o con acqua 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.

## 6.6 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica a pali con plinti.

Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto. Per non ostacolare il passaggio della fauna locale, la recinzione verrà sollevata da terra di 20 cm.

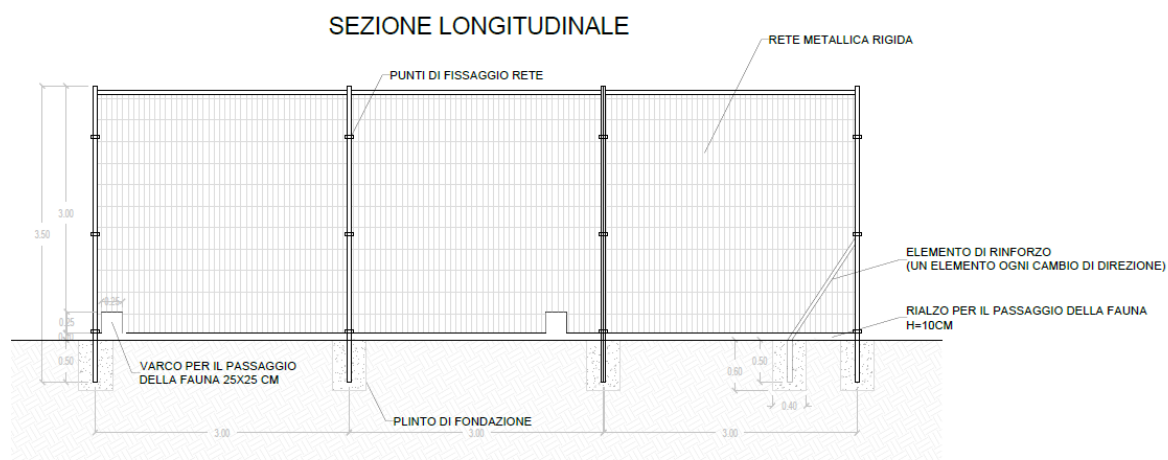


Figura 6-1: tipica recinzione.

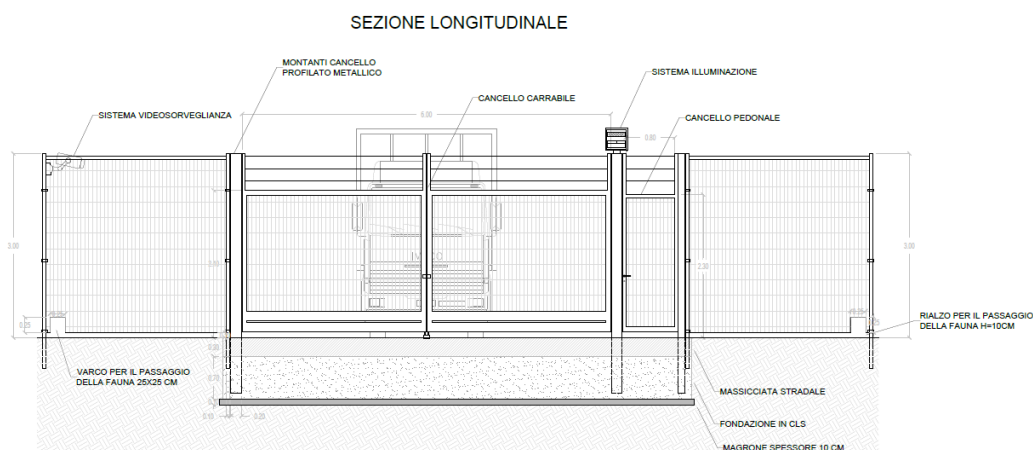


Figura 6-2: tipico accesso.

### 6.6.1 Cannello di accesso

È previsto un cancello di accesso all'impianto di nuova installazione, costituito da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 6 m di larghezza e 3,0 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,90 m e altezza 3,0 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

### 6.7 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta di ca. 3 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno, per uno spessore adeguato, dalla fornitura e posa in opera di geosintetico tessuto non tessuto (se necessario) ed infine dalla fornitura e posa in opera di pacchetto stradale in misto granulometrico di idonea pezzatura e caratteristiche geotecniche costituito da uno strato di fondo e uno superficiale.

Durante la fase esecutiva sarà dettagliato il pacchetto stradale definendo la soluzione ingegneristica più adatta.

## 7 RIFERIMENTI NORMATIVI

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

### Leggi e decreti

*Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2008, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC" di cui al DM 14/01/2008, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27*

### Eurocodici

*UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.*

*UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.*

*UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo. UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.*

*UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.*

### Altri documenti

*Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:*

*CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;*

*CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione; NR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.*

*CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".*

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

1. Leggi e regolamenti Italiani;
2. Leggi e regolamenti comunitari (EU); Documento in oggetto;
3. Specifiche di società (ove applicabili); Normative internazionali.

### Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

*Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";*

*Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione norme tecniche per le costruzioni";*

*Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);*

*CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).*

### Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

*D. Lgs. 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i.. (Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).*

*CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici) CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)*

*CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)*

*CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione)*

*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 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*

#### 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*

#### Parte fotovoltaica

*ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels*

*IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici*

*CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione*

*CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*

*CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove*

*CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento*

*CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione*

*CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento*

*CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento*

*CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento -Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura*

*CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto*

*CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici*

*CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico*

*CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari*

*CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda*

*CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida*

*CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo*

*CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo*

*CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida*

*CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)*

*CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza*

*CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)*

*CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*

*CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete*

*CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*

*CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*



*CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V*

*CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*

*CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo*

#### Quadri elettrici

*CEI EN 60439-1 (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 60439-3 (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.*

#### Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

*CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*

*CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo*

*CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria*

*CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante*

*CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori*

*CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici*

*CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica*

#### Cavi, cavidotti e accessori

*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 EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali*

*CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati*

*CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche*

*CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori*

*CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali*

*CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori*

*CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori*

*CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori*

#### Conversione della Potenza

*CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione*

*CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali*

*CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori*

*CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza*

#### Scariche atmosferiche e sovratensioni

*CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – 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*

#### 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*