



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI CARAPELLE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=36,083 MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto **CAR01**
Comune di Carapelle, Regione Puglia

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: **WPBM6T0**

N° Elaborato: **RT13**



ELABORATO:

RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI

COMMITTENTE:

LT 04 s.r.l.
Anello Nord 25 ,39031 Brunico (BZ)
p.iva: 08527550720

PROGETTISTI:

Ing. Alessandro la Grasta

Ing. Luigi Tattoli



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)
tel: 0803346537
pec: studiotecnico.lt@pec.it

File: WPBM6T0_CalcoliPrelImpianti.pdf

Folder: WPBM6T0_CalcoliPreliminari.zip

| REV. | DATA | SCALA | FORMATO | NOME FILE | DESCRIZIONE REVISIONE |
|------|------------|-------|---------|-----------|-----------------------|
| 00 | 30/04/2024 | | | | PRIMA EMISSIONE |

INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO..... | 2 |
| 1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO..... | 8 |
| 1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E OPERE DI CONNESSIONE | 14 |
| 1.4. INFO E CONTATTI | 18 |
| 2. CARATTERISTICHE COMPONENTI D'IMPIANTO | 20 |
| 2.1. MODULI FOTOVOLTAICI | 20 |
| 2.2. INVERTER DI STRINGA | 22 |
| 2.3. CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/AT (SHELTER)..... | 23 |
| 2.4. CABINE DI SEZIONAMENTO / SMISTAMENTO (“CABINE DI SERVIZIO”) / VANO TECNICO 27 | 27 |
| DM 14/01/08 NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI..... | 36 |
| 2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE | 36 |
| 2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI | 39 |
| 2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO..... | 40 |
| 2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI | 43 |
| 2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE..... | 44 |
| 2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG) | 44 |
| 2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE | 45 |
| 3. CAVI | 46 |
| 3.1. CAVI BT..... | 46 |
| 3.2. CAVI MT/AT | 48 |
| 3.3. INSTALLAZIONE DEI CAVI | 50 |
| 4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE | 52 |
| 5. IMPIANTO DI MESSA A TERRA | 53 |
| 6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE | 55 |
| 6.1. CAVO INTERRATO 36 kV | 55 |
| 6.2. CABINA DI CONSEGNA E AMPLIAMENTO NUOVA SE RTN TERNA DI MANFREDONIA | 56 |
| 7. NORMATIVA | 58 |

1. PREMESSA

1.1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra le specifiche tecniche dei materiali e dei componenti utilizzati per la **realizzazione e gestione di un impianto Agrivoltaico, denominato “CAR01” che si pone l’obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l’attività agronomica consistente nella realizzazione di un oliveto super intensivo.**

L’impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **36,083 MWp** e sarà ubicato nell’agro del **Comune di Carapelle (FG)** in località Bonassisi su una superficie recintata complessiva di circa 47,27 ha.

L’abbinamento dell’attività agricola e della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile nel medesimo luogo presenta un duplice beneficio in quanto, da un lato consentirà la produzione di energia rinnovabile in linea con

a) Il Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC), predisposto da Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, approvato a dicembre 2019 e pubblicato a gennaio 2020 e composto di due sezioni:

- “Sezione A: Piano Nazionale”, in cui viene presentato lo schema generale e il processo di creazione del piano stesso, gli obiettivi nazionali, le politiche e le misure attuate e da attuare per traguardare tali obiettivi;

- “Sezione B: base analitica” in cui viene dapprima descritta la situazione attuale e le proiezioni considerando le politiche e le misure vigenti e poi viene valutato l’impatto

correlato all'attuazione delle politiche e misure previste;

I principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 sono di seguito

riportati:

| | Obiettivi 2020 | | Obiettivi 2030 | |
|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | UE | ITALIA | UE | ITALIA (PNIEC) |
| Energie rinnovabili (FER) | | | | |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia | 20% | 17% | 32% | 30% |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti | 10% | 10% | 14% | 22% |
| Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento | | | +1,3% annuo (indicativo) | +1,3% annuo (indicativo) |
| Efficienza energetica | | | | |
| Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 | -20% | -24% | -32,5% (indicativo) | -43% (indicativo) |
| Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica | -1,5% annuo (senza trasp.) | -1,5% annuo (senza trasp.) | -0,8% annuo (con trasporti) | -0,8% annuo (con trasporti) |
| Emissioni gas serra | | | | |
| Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS | -21% | | -43% | |
| Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS | -10% | -13% | -30% | -33% |
| Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990 | -20% | | -40% | |
| Interconnettività elettrica | | | | |
| Livello di interconnettività elettrica | 10% | 8% | 15% | 10% ¹ |
| Capacità di interconnessione elettrica (MW) | | 9.285 | | 14.375 |

Tabella 1 Obiettivi PNIEC

Ovvero una percentuale di **energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%**.

Al paragrafo 3.1.2 del PNIEC si parla di "Energia rinnovabile" e al paragrafo " *Misure comuni per i grandi e piccoli impianti*" si cita nelle " *Misure comuni per i grandi e piccoli impianti*" che " *L'entità degli obiettivi sulle rinnovabili, unitamente al fatto che gli incrementi di produzione elettrica siano attesi sostanzialmente da eolico e fotovoltaico,*

comporta l'esigenza di significative superfici da adibire a tali impianti..." e ancora al paragrafo "Condivisione degli obiettivi con le Regioni e individuazione delle aree adatte alla realizzazione degli impianti" si specifica che "Il raggiungimento degli obiettivi sulle rinnovabili, in particolare nel settore elettrico, è affidato prevalentemente a eolico e fotovoltaico, per la cui realizzazione occorrono aree e superfici in misura adeguata agli obiettivi stessi" e ancora "la condivisione degli obiettivi nazionali con le Regioni sarà perseguita definendo un quadro regolatorio nazionale che, in coerenza con le esigenze di tutela delle aree agricole e forestali, del patrimonio culturale e del paesaggio, della qualità dell'aria e dei corpi idrici, stabilisca criteri (condivisi con le Regioni) sulla cui base le Regioni stesse procedano alla definizione delle superfici e delle aree idonee e non idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili".

All'uopo si precisa che la Regione Puglia nel R.R. 30/12/2010 n°24 si è dotata di un "Regolamento attuativo del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia" a cui questo progetto si è riferito per la localizzazione delle aree ove realizzare l'impianto;

- b) il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** che alla "Missione 2 – Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica" e più in dettaglio alla **componente M2C2 "Energia Rinnovabile, Idrogeno, Rete e Mobilità"** riporta: "...Per raggiungere la progressiva decarbonizzazione di tutti i settori, nella Componente 2 sono stati previsti interventi – investimenti e riforme – per incrementare decisamente la penetrazione di rinnovabili, tramite soluzioni decentralizzate e utility scale (incluse quelle innovative ed offshore) e rafforzamento delle

reti (più smart e resilienti)” , “.....Il settore agricolo è responsabile del 10 per cento delle emissioni di gas serra in Europa. Con questa iniziativa le tematiche di produzione agricola sostenibile e produzione energetica da fonti rinnovabili vengono affrontate in maniera coordinata con l’obiettivo di diffondere impianti agro-voltaici di medie e grandi dimensioni. La misura di investimento nello specifico prevede: i) l’implementazione di sistemi ibridi agricoltura produzione di energia che non compromettano l’utilizzo dei terreni dedicati all’agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti; ii) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione...”

dall’altro

- a) ostacolerà il consumo e la sottrazione di suolo agricolo in quanto verranno concesse a titolo gratuito, al medesimo coltivatore diretto/imprenditore agricolo e solo in subordine ad un’azienda agricola specializzata, tutte le superficie non occupate da impianti e relativi servizi per l’esercizio dell’attività agricola individuata.
- b) migliorerà nettamente la produttività agricola dei terreni coinvolti sia in termini di reddito netto derivante dall’attività agricola sia in termini di manodopera necessaria.

In termini pratici la superficie destinata all’agricoltura sarà complessivamente pari a 46,67 ha corrispondente alla “Sagricola” par. A.1 delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici. Complessivamente dei 47,27 ha recintati, 44,88 ha saranno coltivati ad oliveto super-intensivo (29,34 ha) fra i tracker e con essenze foraggere azoti

fissatrici (15,54 ha) sotto i moduli fotovoltaici (Vv. "Piano agro-solare e ricadute economiche occupazionali "WPBM6T0 DocumentazioneSpecialistica 42.pdf") e 1,79 ha resteranno ad oliveto, mentre la superficie destinata all'impianto fotovoltaico conta una superficie riflettente pari a 15,54 ha e circa 2,39 ha destinati a viabilità interna, esterna, cabine di servizio, cabine di smistamento, shlelter. Si può pertanto affermare che la superficie destinata all'agricoltura, pari a circa al 98,72% ("Sagricola") della sola superficie interna all'area recintata, sarà nettamente superiore a quella destinata a produzione di energia da fonte rinnovabile e ben oltre il limite del 70% previsto nelle linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Vv. Relazione sulla conformità dell'impianto agrivoltaico alle Linee Guida "WPBM6T0 DocumentazioneSpecialistica 44.pdf").

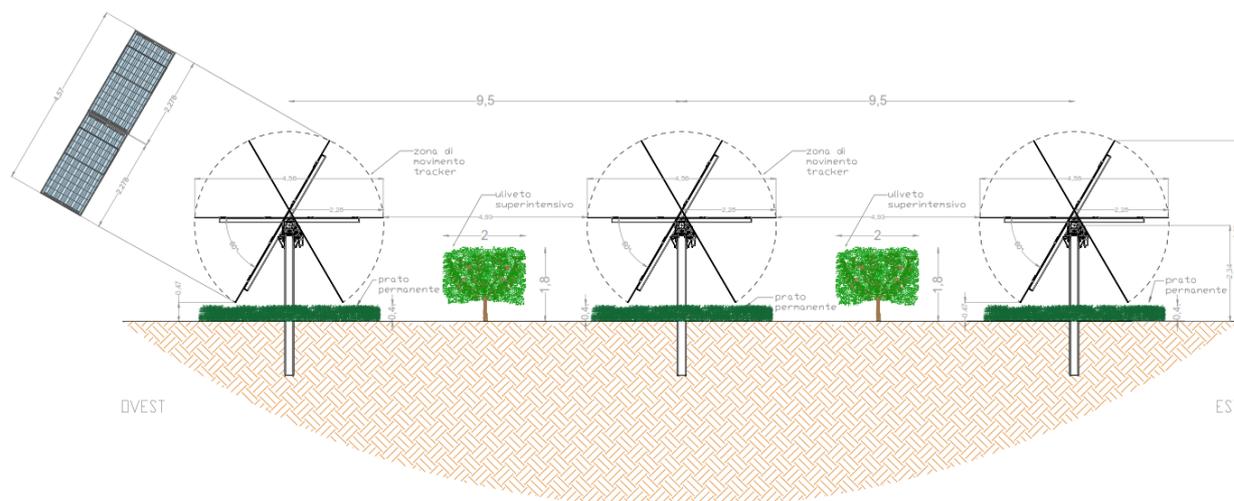


Figura 1 Sistema Agrivoltaico

L'impianto in oggetto ricade nell'ambito di intervento previsto nel:

- **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità (G.U. n. 25 del 31 gennaio 2004 - s.o. n. 17)" **e più in dettaglio ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003** laddove si asserisce che **le opere** per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, **sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come specificato nel medesimo art. 12 del D. LGS. 387/2003 al comma 7.**
- **L. 29 luglio 2021 n°108 Conversione in Legge del, Decreto Legge 31 maggio 2021 n° 77** "Governance del Piano Nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure" e più in dettaglio all'art.18 che recita *"Al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, sono apportate le seguenti modificazioni:*
 - a) all'articolo 7-bis*
 - 1) il comma 2-bis e' sostituito dal seguente: "2-bis. **Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti."***

Sotto il profilo della tutela ambientale, il progetto ricade tra gli **“impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW.”** dell’Allegato II alla Parte Seconda del del D.Lgs. 152/2006 così come sostituito dall’art.31 comma 6 del Decreto Legge n°77/2021.

L’elenco dei componenti e materiali utilizzati nel progetto definitivo dell’impianto fotovoltaico in oggetto sono tra i prodotti più efficienti e performanti attualmente disponibili nel mercato tuttavia, la rapida evoluzione del settore e della tecnologia potrebbe prospettare in sede di progettazione esecutiva nuove tecnologie che potrebbero essere utilizzate in sostituzione di quelle ivi elencate senza che questo però comporti alcuna variazione (maggiorazione) in termini di potenza installata, superficie occupata da moduli fotovoltaici, vani tecnici e/o di conversione comunicati.

1.2. DESCRIZIONE IMPIANTO

L’impianto di produzione da fonte fotovoltaica, installato su tracker monoassiali E-O, avrà una potenza di picco di **36,083 MWp** e sarà ubicato nell’agro del **Comune di Carapelle (FG)** in località Bonassisi su una superficie recintata complessiva di circa 47,27 ha.

Le caratteristiche dimensionali sono di seguito riepilogate:

| CAR01 | |
|--|--------------|
| POTENZA TOTALE [kWp] | 36083 |
| NUMERO DI MODULI | 60138 |
| POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp] | 600 |
| NUMERO DI TRACKER DA 56 MODULI | 1091 |
| NUMERO DI TRACKER DA 28 MODULI | 131 |
| NUMERO DI SHELTER | 5 |
| NUMERO DI INVERTER | 89 |
| NUMERO DI STRINGHE | 2313 |
| SUPERFICIE RIFLETTENTE [Ha] | 15,54 |
| SUPERFICIE TERRENI OPZIONATI [ha] | 60,8690 |
| SUPERFICIE RECINTATA TOTALE [ha] (Stot) | 47,2731 |
| PERIMETRO RECINTATO [m] | 3108 |
| DISTANZA DELLA RECINZIONE DAI CONFINI [m] | 5 |
| DISTANZA IMPIANTO DAI CONFINI [m] | 10 |
| SUPERFICI AGRICOLE | |
| SUPERFICIE DESTINATA A OLIVETO INTERNA ALLA RECINZIONE [ha] | 2,89 |
| SUPERFICIE ESISTENE COLTIVATA A OLIVETO INTERNA ALLA RECINZIONE [ha] | 1,79 |
| SUPERFICIE COLTIVATA AD OLIVETO TRA I FILARI DEI MODULI [ha] | 26,45 |
| SUPERFICIE COLTIVATA A PRATO PERMANENTE ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha] | 15,54 |
| SUPERFICIE TOTALE DESTINATA ALL'AGRICOLTURA ALL'INTERNO DELL'AREA RECINTATA [ha] (Sagricola) | 46,67 |
| NUMERO DI ALBERI | |
| Numero di alberi d'olivo all'interno della superficie recintata | 23474 |
| Numero di alberi(lentisco, ilatro comune e alaterno) disposti parallelamente alla recinzione | 9324 |
| Numero di alberi totale | 32798 |
| SUPERFICIE DELL'IMPIANTO FV (superficie recintata - superficie coltivata) [ha] | 16,14 |
| LUNGHEZZA VIABILITA' PERIMETRALE [m] | 3108 |
| LARGHEZZA VIABILITA' PERIMETRALE [m] | 5 |
| AREA VIABILITA' PERIMETRALE [ha] | 1,554 |
| LUNGHEZZA VIABILITA' INTERNA 5m [m] | 1548 |
| AREA VIABILITA' INTERNA 5m [ha] | 0,774 |
| NUMERO PIAZZALI SHELTER | 5 |
| AREA PER PIAZZALI PER CABINE [ha] | 0,0675 |

Tabella 2 Caratteristiche dimensionali impianto fotovoltaico

Gli elementi tecnici inclusi nella presente relazione riguardano l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica ovvero:

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico consisterà in :

Impianto fotovoltaico

- Moduli fotovoltaici;

- Inverter di stringa
- Quadri di parallelo inverter;
- Shelter pre-assemblati a 36 kV;
- Strutture di sostegno dei moduli (Tracker monoassiali);
- Cabine di Servizio / Vano Tecnico;
- Trasformatore AT/BT;
- Cavidotti BT;
- Cavidotti AT di collegamento alla Cabina di Sezionamento/Smistamento alla SE RTN 36 kV;
- Quadro AT;
- Quadri BT;

e più in dettaglio l'impianto si comporrà di:

- ✓ **60.138 moduli fotovoltaici bifacciali** in silicio cristallino di potenza massima unitaria pari a 600 Wp, installati su tracker monoassiali da 2x26 e 1x26 moduli installati in modalità portrait;
- ✓ **1.222 tracker monoassiali**;
- ✓ **2.313 stringhe** composte da 26 moduli da 600 Wp aventi tensione di stringa 958V @20°C, corrente di stringa 19,64 A;
- ✓ **87 inverter di stringa 320 kW @ 1.500V - 0,8 kV**;
- ✓ **2 inverter di stringa 225 kW @ 1.500V - 0,8 kV**;

- ✓ **5 shelter 20ft pre-assemblati 0,8/36 kV** dotati di quadri di parallelo inverter, sistema di trasformazione MT/BT, trasformatore ausiliari, protezione MT e BT, di potenza complessiva compresa tra 4480 e 6400 kVA
- ✓ **1 Cabina di sezionamento/Smistamento (Cabina "AUX")** in cui a) si convoglia l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico proveniente dai 5 shelter alla SE RTN Terna e b) sarà presente il vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari c) saranno ubicati quadri BT / TLC, vano control room, vano deposito;
- ✓ **1 Cabina di Consegna** in cui vengono installati i misuratori di energia elettrica prima che l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico venga convogliata a Terna;
- ✓ **1 terna AT @36kV** in cavo interrato attraverso cui l'energia prodotta viene trasferita alla SE RTN TERNA;
- ✓ **Apparecchiature elettriche di protezione e controllo** in AT, MT, BT;

| CAMPO FV | | | | | | | AC | | | | | |
|----------|--------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------|--------------------|----------|-----------------------------|------------------------|-----------------|
| S1 | n°di traker da 52 moduli | n°di traker da 26 moduli | Numero di moduli | Potenza modulo FV [Wp] | Numero di stringhe da 26 moduli | Potenza di picco [kWp] | Pn [kW] inverter | Numero di inverter | inverter | N° di stringhe per inverter | Potenza di picco [kWp] | Pac totale [kW] |
| | | 130 | 21 | 7306 | 600 | 281 | 4384 | 320 | 10 | 1 | 27 | 421 |
| 2 | | | | | | | | | | 26 | 406 | |
| 3 | | | | | | | | | | 26 | 406 | |
| 4 | | | | | | | | | | 26 | 406 | |
| 5 | | | | | | | | | | 26 | 406 | |
| 6 | | | | | | | | | | 27 | 421 | |
| 7 | | | | | | | | | | 26 | 406 | |
| 8 | | | | | | | | | | 27 | 421 | |
| 9 | | | | | | | | | | 27 | 421 | |
| 10 | | | | | | | | | | 25 | 390 | |
| 11 | | | | | | | | | | 18 | 281 | |
| | | | | | | | | | | 281 | 4384 | 3425 |

| CAMPO FV | | | | | | | AC | | | | | |
|-----------|-----|----|-------|-----|-----|-------------|-----|----|----|----|-----|-------------|
| S2 | 254 | 18 | 13676 | 600 | 526 | 8206 | 320 | 20 | 1 | 26 | 406 | 6400 |
| | | | | | | | | | 2 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 3 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 4 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 5 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 6 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 7 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 8 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 9 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 10 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 11 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 12 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 13 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 14 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 15 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 16 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 17 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 18 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 19 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 20 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | | | | |

| CAMPO FV | | | | | | | AC | | | | | |
|-----------|-----|----|-------|-----|-----|-------------|-----|----|----|----|-----|-------------|
| S3 | 254 | 14 | 13572 | 600 | 522 | 8143 | 320 | 20 | 1 | 26 | 406 | 6400 |
| | | | | | | | | | 2 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 3 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 4 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 5 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 6 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 7 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 8 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 9 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 10 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 11 | 27 | 421 | |
| | | | | | | | | | 12 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 13 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 14 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 15 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 16 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 17 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 18 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 19 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | 20 | 26 | 406 | |
| | | | | | | | | | | | | |

| S4 | CAMPO FV | | | | | | AC | | | | | | |
|----|----------|----|-------|-----|-----|------|-----|----|----|------------|-------------|-------------|--|
| | 241 | 31 | 13338 | 600 | 513 | 8003 | 320 | 19 | 1 | 26 | 406 | 6305 | |
| | | | | | | | | 2 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 6 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 7 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 8 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 9 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 10 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 11 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 12 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 13 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 14 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 15 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 16 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 17 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 18 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 19 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | 225 | 1 | 20 | 17 | 265 | | |
| | | | | | | | | | | 513 | 8003 | 13 | |

| S5 | CAMPO FV | | | | | | AC | | | | | | |
|----|----------|----|-------|-----|-----|------|-----|----|------------|-------------|-------------|-------------|--|
| | 212 | 47 | 12246 | 600 | 471 | 7348 | 320 | 18 | 1 | 25 | 390 | 5760 | |
| | | | | | | | | 2 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 3 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 4 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 5 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 6 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 7 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 8 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 9 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 10 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 11 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 12 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 13 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 14 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 15 | 27 | 421 | | | |
| | | | | | | | | 16 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | 17 | 25 | 390 | | | |
| | | | | | | | | 18 | 26 | 406 | | | |
| | | | | | | | | | 471 | 7348 | 5760 | | |

Tabella 3 Architettura impianto fotovoltaico

L'energia prodotta verrà convogliata, mediante una terna di cavi AT 36kV interrati su strada

provinciale, strada interpodereale e terreni agricoli privati lungo i confini di proprietà, in modo da non interferire con le pratiche agricole, tramite connessione in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della SE della RTN denominata "Manfredonia" (Codice pratica 202201347).

1.3. UBICAZIONE IMPIANTO E OPERE DI CONNESSIONE

L'impianto fotovoltaico CAR01 sarà ubicato nell'agro del **Comune di Carapelle (FG)** in località Bonassisi su una superficie recintata complessiva di circa 47,27 ha avente destinazione agricola "E" secondo il vigente piano urbanistico.

Le coordinate dell'area d'impianto sono:

Lat. 41.388924

Lon. 15.760411

Elevazione 36 metri



Figura 2 Inquadramento su ortofoto dell'impianto agrivoltaico e delle opere di connessione

Di seguito si riportano i dati principali inerenti le aree agricole interessate dal progetto, nonché la mappa catastale con identificazione delle aree in oggetto:

| FOGLIO | PARTICELLA | SUPERFICIE CATASTALE [ha] | SUPERFICIE TOTALE [ha] | SUPERFICIE RECINTATA [ha] |
|--------|------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 83 | 44,849 | 60,869 | 47,2731 |
| | 84 | | | |
| | 87 | | | |
| | 111 | | | |
| | 192 | | | |
| | 193 | | | |
| | 187 | | | |
| 1 | 16 | 16,02 | 60,869 | 47,2731 |
| | 18 | | | |
| | 87 | | | |
| | 88 | | | |
| | 117 | | | |
| | 118 | | | |

Tabella 4 Informazioni aree oggetto di intervento



Figura 3 Impianto agrivoltaico - layout generale

Il futuro ampliamento della stazione elettrica RTN ("SE") denominata "Manfredonia" per la connessione in antenna a 36 kV, come richiesto da Terna, sarà ubicata nel territorio del Comune di Manfredonia poco distante dalla SE esistente ed è individuato dalle coordinate geografiche Lat. 41°27'3.41"N e Long. 15°45'4.85"E ed è posta a quota 23 m s.l.m.

Il collegamento del cavidotto a 36 kV dall'impianto all'ampliamento della SE RTN

Manfredonia, posato sulla S.P.80, avverrà tramite la realizzazione di un'area avente una superficie di 1.014 mq ove verrà ubicata la cabina di consegna ("CS") avente dimensioni 17,50 x 4,60 m nella quale verranno ubicate le apparecchiature elettromeccaniche di protezione e misura dell'energia prima dell'immissione in rete.

L'accesso alla CS è previsto dalla S.P. 80 mediante la realizzazione di una piazzola di accesso alla CS sulla quale si richiederà una servitù di passaggio che consenta un accesso più agevole mediante compattazione del terreno e posa di uno o più strati, laddove necessario, di pietrame a pezzatura variabile e brecciolino opportunamente costipati.

1.4. INFO E CONTATTI

La società promotrice dell'iniziativa e i progettisti incaricati sono rispettivamente:

LT 04 Srl

39031 Brunico (BZ)

Anello Nord 25

lt04srl@legalmail.it

Ing Alessandro la Grasta

70056 Molfetta (BA)

Via Vittorio Emanuele II 28

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnico@pec.it

Tel: +39 3401706888

Ing Luigi Tattoli

70056 Molfetta (BA)

Via Vittorio Emanuele II 28

Email: info@ltservice.net

Pec: studiotecnicolt@pec.it

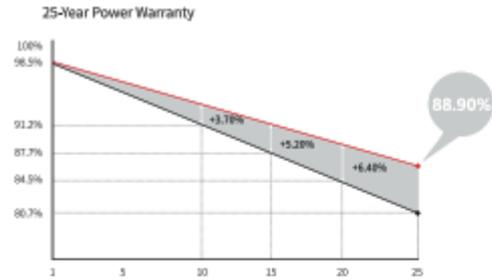
Tel: +39 3403112803

2. CARATTERISTICHE COMPONENTI D'IMPIANTO

2.1. MODULI FOTOVOLTAICI

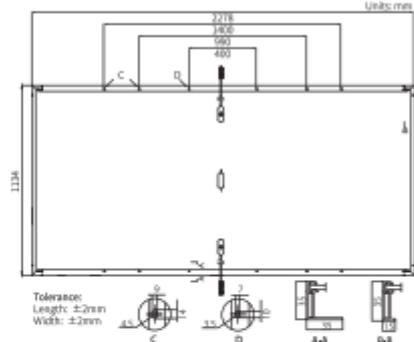
Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli del tipo monocristallino bifacciale con una potenza unitaria pari a 600 Wp le cui caratteristiche tecniche riportate nel data-sheet di seguito allegato, per un totale di 60.138 moduli fotovoltaici.

Additional Value



Mechanical Parameters

| | |
|------------------|---|
| Cell Orientation | 144 (6x24) |
| Junction Box | IP68, three diodes |
| Output Cable | 4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized |
| Glass | Single glass, 3.2mm coated tempered glass |
| Frame | Anodized aluminum alloy frame |
| Weight | 27.5kg |
| Dimension | 2278x1134x35mm |
| Packaging | 31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC |



| Electrical Characteristics | STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C | | NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s | | Test Uncertainty for P _{max} ±3% | |
|---|--------------------------------------|----------------|---|----------------|---|-------|
| | LRS-72HTH-593M | LRS-72HTH-585M | LRS-72HTH-590M | LRS-72HTH-595M | LRS-72HTH-600M | |
| Testing Condition | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (P _{max} /W) | 580 | 433 | 585 | 437 | 560 | 441 |
| Open Circuit Voltage (V _{oc} /V) | 52.21 | 49.02 | 52.36 | 49.16 | 52.51 | 49.30 |
| Short Circuit Current (I _{sc} /A) | 14.20 | 11.47 | 14.27 | 11.52 | 14.33 | 11.57 |
| Voltage at Maximum Power (V _{mp} /V) | 44.06 | 40.20 | 44.21 | 40.34 | 44.36 | 40.48 |
| Current at Maximum Power (I _{mp} /A) | 13.17 | 10.78 | 13.24 | 10.84 | 13.31 | 10.90 |
| Module Efficiency (%) | 22.5 | | 22.6 | | 23.0 | |
| | | | | | 23.2 | |

Operating Parameters

| | |
|---|-------------------------------|
| Operational Temperature | -40°C ~ +85°C |
| Power Output Tolerance | 0 ~ 3% |
| V _{oc} and I _{sc} Tolerance | ±3% |
| Maximum System Voltage | DC1500V (IEC/UL) |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A |
| Nominal Operating Cell Temperature | 45±2°C |
| Protection Class | Class I |
| Fire Rating | UL type 1 or 2 IEC Class C |

Mechanical Loading

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Front Side Maximum Static Loading | 5400Pa |
| Rear Side Maximum Static Loading | 2400Pa |
| Hailstone Test | 25mm Hailstone at the speed of 23m/s |

Temperature Ratings (STC)

| | |
|---|------------|
| Temperature Coefficient of I _{sc} | +0.050%/°C |
| Temperature Coefficient of V _{oc} | -0.230%/°C |
| Temperature Coefficient of P _{max} | -0.290%/°C |

Figura 4 Data Sheet Modulo Fotovoltaico _1

I moduli avranno una struttura superiore in vetro e relativa cornice in alluminio e saranno dotati di scatola di giunzione con diodi di by-pass e connettori di collegamento.

La scelta dei moduli proposti garantisce affidabilità, durata e rendimento anche in funzione delle temperature medie del sito di intervento.

I moduli fotovoltaici scelti saranno dotati di un'etichetta segnaletica contenente nome del fabbricante, numero del modello, potenza in Wp e numero di serie e saranno corredati di cavi del tipo precablati da 4 mmq completi di connettori pre-innestati.

Ogni modulo sarà corredato di diodi bypass per minimizzare la perdita di potenza per fenomeni di ombreggiamento.

2.2. INVERTER DI STRINGA

Il sistema di conversione di energia DC/AC scelto è con inverter di stringa il cui dimensionamento è stato effettuato con l'intento di consentire il massimo rendimento, semplificare il montaggio e le manutenzioni e garantire la durabilità nel tempo.

L'architettura dell'impianto prevede n°2.313 stringhe da 28 moduli cadauna collegate a n°89 inverter di stringa così suddivisi:

CAMPO S1

- ✓ -n°281 stringhe su 10/1 inverter da 320 kW /225 kW @ 800V

CAMPO S2

- ✓ -n°526 stringhe su 20 inverter da 320 kW @ 800V

CAMPO S3

- ✓ -n°522 stringhe su 20 inverter da 320 kW @ 800V

CAMPO S4

- ✓ -n°513 stringhe su 19/1 inverter da 320 kW / 225 kW @ 800V

CAMPO S5

- ✓ -n°471 stringhe su 18 inverter da 320 kW @ 800V



Figura 5 Inverter di stringa

2.3. CABINA DI TRASFORMAZIONE BT/AT (SHELTER)

L'impianto fotovoltaico è organizzato in un unico campo suddiviso, data la sua estensione, in cinque sotto-campi "S1", "S2", "S3", "S4" e "S5".

La corrente alternata in bassa tensione generata dagli inverter di stringa sarà convogliata agli shelter.

I quadri di parallelo in corrente alternata ubicati all'interno degli shelter a loro volta convoglieranno l'energia prodotta alla sezione di trasformazione BT/AT

Da quest'ultima partiranno i cavidotti in alta tensione alla cabina di sezionamento /smistamento.

L'elettrodotto MT 36 kV in uscita dalle suddette cabine trasferirà l'energia prodotta al futuro ampliamento della SE della RTN denominata "Manfredonia"

Gli shelter di trasformazione 0,8kV/36kV oltre a semplificare il montaggio, ridurre i tempi di installazione e agevolare le manutenzioni, hanno un notevole vantaggio in termini di riduzione delle volumetrie da realizzare in quanto i sistemi di conversione DC/AC (inverter di stringa) sono ubicati all'esterno in prossimità dei tracker.



Figura 6 Inverter di stringa

Gli shelter modulari preassemblati e precablati in fabbrica sono composti da quadro di parallelo inverter, trasformatore BT/AT, blocco di protezione AT, monitoraggio da remoto e alimentazione ausiliari.

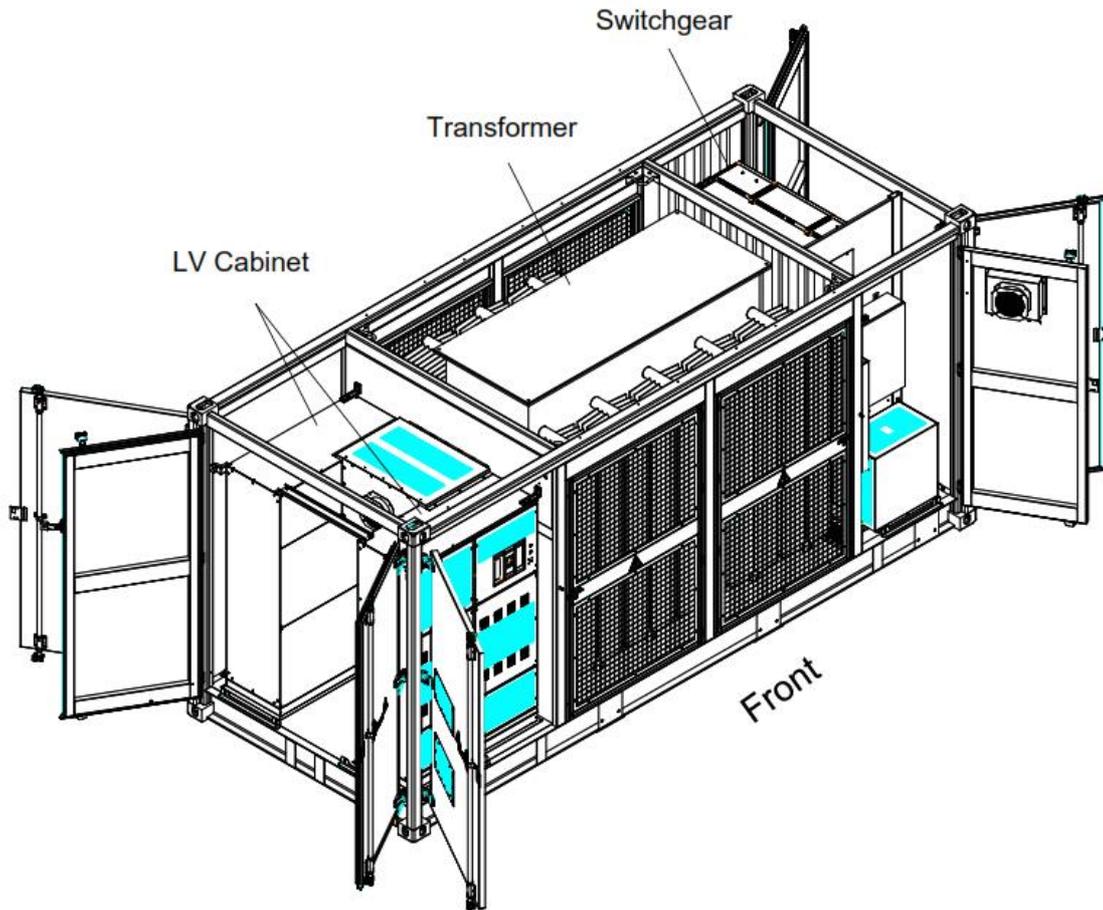


Figura 7 Shelter

La struttura dello shelter è in container standard da 20 piedi, con pareti e telaio in profili di acciaio, che ne semplifica trasporto, installazione e messa in servizio.

Questo andrà posato su n°8 fondazioni in cemento armato aventi dimensioni di 1200*400*300 mm circa con piastra di ancoraggio posta in superficie.

Le principali caratteristiche dei componenti delle cabine di trasformazione sono le seguenti:

➤ **SHELTER**

- Dimensioni 6058*2896*2438 mm
- Range temperatura ambiente -20 / +60 °C

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno

➤ **Quadro MT**

- Grado di protezione IP54 del circuito HV
- Isolamento in gas sigillato ermeticamente
- Tensione di isolamento 40.5kV
- Tenuta al corto circuito 16kA 1sec
- Corrente nominale fino a 630A

➤ **Quadro BT**

- Grado di protezione IP54 dell'involucro esterno
- Corrente nominale fino a 250A @ 800 V I_{cu}=50kA
- Corrente nominale fino a 3200A @ 800 V I_{cu}≥50kA

➤ **Trasformatore MT/BT**

- Rapporto di trasformazione 36/~0,8 (±10%) kV
- Potenza fino a 6300 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz
- Raffreddamento tipo ONAN
- Gruppo di vettoriamento Dy11y11
- Classe ambientale E2
- Classe climatica C2
- Comportamento al fuoco F1
- Temperatura ambiente max 40°C
- Impedenza di corto circuito 7% (+/- 10%)

➤ **Trasformatore servizi ausiliari**

- Rapporto di trasformazione 36/0,40kV
- Potenza 40 kVA
- Frequenza nominale 50 Hz

- Gruppo di vettoriamento Dyn11
 - Impedenza di corto circuito 4%
- **Controllo e monitoraggio**
- Canali di comunicazione RS485+Ethernet Modbus TCP
 - Regolazione /Controllo della potenza AC RS485 o Ethernet
 - Connessione remota

2.4. CABINE DI SEZIONAMENTO / SMISTAMENTO (“CABINE DI SERVIZIO”) / VANO TECNICO

Le cabine di sezionamento/smistamento svolgono la funzione di raggruppamento e protezione delle cabine di trasformazione/conversione (“Shelter”) prima che l’intera potenza venga trasferita mediante due cavidotti interrati a 36 kV alla cabina di consegna, per la misura, e da quest’ultima all’ampliamento della Stazione Elettrica RTN per la sua immissione in rete.

L’energia prodotta sarà consegnata alla rete tramite linea in cavo AT composta da due terne di cavi a spirale visibile, tipo RG7H1R 26/45 (52) kV o similari, posti in uno scavo a sezione ristretta su un letto di terreno vegetale, e ricoperta da uno strato di sabbia.

Il riempimento sarà finito con il medesimo pacchetto stradale esistente, in modo da ripristinare la pavimentazione alla situazione originaria. La terna di cavi su descritta sarà realizzata lungo la viabilità pubblica esistente, percorrendo le banchine stradali, ove presenti, o direttamente la sede stradale, in assenza di dette banchine.

L’impianto fotovoltaico è dotato complessivamente di n°1 cabina di sezionamento / smistamento “Cabina di Servizio”).

La Cabina di smistamento/sezionamento ha dimensioni esterne di 13,13x3,28 (lung. X larg.) con

altezza < 3,00 m. e sono composte da:

- vano quadri AT 40,5kV;
- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.
- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;

E' presente altresì un vano tecnico avente dimensioni esterne di 5,16x3,28 (lung. X larg.) con altezza < 3,00 m. e sono composte da:

- vano per l'alloggiamento dei quadri BT e misura.
- vano quadri BT / TLC;
- vano per l'alloggiamento del trasformatore per i servizi ausiliari;
- vano control room;

L'impianto di terra delle cabine sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm² interrati ad una profondità di almeno 0,7 m.

Più in dettaglio, il percorso del cavidotto interrato di collegamento tra l'impianto fotovoltaico e l'ampliamento della SE RTN a 36 kV si svilupperà su una lunghezza complessiva rispettivamente pari a:

- **Tratto Campo " AUX - Cab Cons "**: singola terna 36 kV di lunghezza complessiva pari a 8,3 km (di cui 0,125 km interna al campo) tra la cabina di sezionamento /smistamento ("AUX") e la cabina di consegna avente potenza complessiva 28,29 MW;

- **Tratto Campo “Cab Cons- SE RTN ”:** singola terna 36 kV di lunghezza complessiva pari a 0,76 km circa tra la cabina di consegna e l’ampliamento della SE RTN avente potenza complessiva di 28,29 MW;

| | ID | POTENZA | TENSIONE | fattore di potenza | CORRENTE lb | LUNGHEZZA LINEA | CAVO RG7H1R 26/45kV FORMATION E n°x mmq | PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO ln | CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7] | CURRENT CARRYING CAPACITIES lz=ln x Kd x Kr x Kp x Ktt x Ks |
|-----|-----------------------|---------|----------|--------------------|-------------|-----------------|---|---------------------------------------|----------------------------|---|
| | | [MW] | [KV] | | [A] | [m] | [mmq] | [A] | n° | [A] |
| L01 | S01-S02 | 3,425 | 36 | 1 | 55 | 283 | 3x1x70 | 255 | 3 | 156 |
| L02 | S02-Cab.Aux | 9,825 | 36 | 1 | 158 | 205 | 3x1x120 | 355 | 3 | 217 |
| L03 | S05-S04 | 6,400 | 36 | 1 | 103 | 363 | 3x1x70 | 255 | 1 | 202 |
| L04 | S04-S03 | 12,705 | 36 | 1 | 204 | 303 | 3x1x120 | 355 | 2 | 245 |
| L05 | S03-Cab.Aux | 18,465 | 36 | 1 | 296 | 470 | 3x1x300 | 570 | 3 | 349 |
| L06 | Cab.Aux-Cab. Consegna | 28,290 | 36 | 1 | 454 | 7500 | 3x1x630 | 835 | 1 | 663 |
| L07 | Cab. Consegna - Terna | 28,290 | 36 | 1 | 454 | 250 | 3x1x630 | 835 | 1 | 663 |

Tabella 5 Tabella dei cavi AT esterna al campo per immissione in rete

Per tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti nella Cabina di Smistamento e di servizio saranno considerate le seguenti condizioni ambientali di progetto:

- ✓ Altitudine d’installazione < 1000 m.s.l.
- ✓ Temperatura ambiente esterna (max. / min.) 40 / -25 °C
- ✓ Temperatura ambiente interna (max. / min.) 40 / -5 °C
- ✓ Umidità relativa massima 90 %
- ✓ Velocità del vento max. 30 m/s
- ✓ Grado di inquinamento (classe IEC 60815-2,-3) c – medio

Al quadro AT della Cabina di Smistamento/Sezionamento si attesteranno due linee 36 kV in cavo provenienti dai campi “S03-S04-S05” e “S01-S02” e una linea 36 kV di collegamento allo scomparto di arrivo della cabina di consegna che poi confluirà al POC

dell'ampliamento a 36 kV della SE RTN Terna.

I quadri MT 36 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 3 scomparti arrivo cavi dai campi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore di collegamento alla rete a 36 kV di Terna;
- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformato servizi ausiliari;
- n. 1 scomparto servizio misura UTF;
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Al quadro AT della Cabina di Consegna si attesteranno una linea 36 kV in cavo proveniente dalla cabina di sezionamento/smistamento e una linea 36 kV di collegamento allo scomparto di arrivo dell'ampliamento a 36 kV della SE RTN Terna.

I quadri AT 36 kV saranno tipo blindato, isolato in aria/gas SF6, composto dai seguenti scomparti:

- n. 2 scomparti arrivo cavi dai campi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore;
- n. 1 scomparto partenza cavi con interruttore 630 A, TA, sezionatore tre posizioni, relè di protezione multi funzionale a microprocessore di collegamento alla rete a 36 kV di Terna;
- n. 1 scomparto partenza cavi al trasformato servizi ausiliari;
- n. 1 scomparto servizio misura UTF;
- n. 1 Sistema Sbarre fino a 1.600 A;

Le principali caratteristiche elettriche dei quadri AT saranno:

- Esecuzione: trifase, blindato, isolato in gas SF6
- Norme di riferimento: CEI EN 62271-1
- Continuità di servizio: LSC 2
- Classe di segregazione: PM
- Qualifica dell'arco: IAC A FL
- Tensione nominale: 40.5 kV
- Tensione di esercizio: 36 kV
- Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50 Hz / 1 min valore efficace: 50 kV
- Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 s valore di picco: 170 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Corrente nominale ammissibile di breve durata : 20 kA
- Corrente nominale sbarre / derivazioni: 1.000 / 630 A
- Corrente nominale di picco: 50 kA
- Potere interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 20 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1 sec

Per quanto concerne il sistema di alimentazione dei servizi ausiliari questo sarà composto per tutti i campi dai seguenti elementi:

- N°1 trasformatore di tensione 36/0,4 kV fino a 400 kVA, isolato in olio minerale e raffreddamento ONAN;
- N°1 quadro BT con
 - o sezione CA 400/230V
 - o Sezione CC 110V
- N°1 contatore statico multifunzionale ad uso UTF

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti fotovoltaici così da

soddisfare i requisiti imposti dalla rete e quindi dal punto di connessione e dai gestori dell'impianto.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che sarà di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

La struttura della cabina è del tipo monoblocco scatolare costituito dal pavimento e quattro pareti con tetto rimovibile e viene realizzata con calcestruzzo confezionato in stabilimento mediante centrale di betonaggio automatica e additivato con idonei fluidificanti e impermeabilizzanti: ciò permette di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità e protezione dall'esterno.

L'armatura è realizzata con rete elettrosaldata a doppia maglia, irrigidita agli angoli da barre a doppio T, onde conferire al manufatto una struttura monolitica e una gabbia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura (gabbia di Faraday).

Lo spessore delle pareti laterali è di 13 cm alla base in prossimità del pavimento e di 10 cm in prossimità del tetto.

Il pavimento, costituito da una soletta piana dello spessore di 12 cm, è dimensionato per sostenere il carico trasmesso dalle apparecchiature elettromeccaniche.

Il tetto costituito da una soletta piana dello spessore di 13 cm, realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato, è impermeabilizzato mediante guaina ardesiata dello spessore di 4mm; lo stesso, ancorato alla struttura mediante delle piastre, è smontabile, quando necessario, per agevolare l'ingresso e l'uscita delle apparecchiature.

Gli elementi costruttivi ed in particolare la copertura e le pareti della cabina risultano conformi ai requisiti di resistenza al fuoco ai sensi del D.M. 16/02/2007, rispettivamente per le classi REI 60 e

REI 30 conservando per 60 e 30 minuti la resistenza meccanica, la tenuta e l'isolamento termico alle fiamme e ai gas caldi in emergenza d'incendio.

Le cabine sono prodotte in serie dichiarata in conformità all'attestato di qualificazione dei prodotti e dello stabilimento di produzione, rilasciata dal MM LL PP servizio tecnico centrale di Roma.

Dati di progetto

- ✓ Classe d'uso: CI II "costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti"
- ✓ Vita Nominale ≥ 50 anni.
- ✓ Azione del vento spirante a 190 daN/m²;
- ✓ Azione sismica valutata per zone di 1^a categoria;
- ✓ Carico neve sulla copertura 480 daN/m²;
- ✓ Carico permanente, uniformemente distribuito di 600 Kg/m²;
- ✓ carico mobile, tale da poter posizionare ovunque un carico di 4500 daN/m² localizzati, comunque distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di lato 1x1m.

Caratteristiche dei materiali da costruzione

- ✓ Calcestruzzo classe C 32/40 Rck 400 kg/cm²
- ✓ Acciaio e rete elettrosaldata B450C .

Dimensioni

Le dimensioni standard sono tali da permettere il trasporto senza scorta né permessi speciali.

L'altezza esterna standard è di m 2,55 e può variare, a seconda delle esigenze, fino a raggiungere l'altezza di m 3,00.

La larghezza è di m 2,50 mentre la lunghezza varia da m 2.38 a m 6.76.

La realizzazione delle cabine di smistamento e di servizio avviene affiancando più box singoli, mediante un idoneo giunto tecnico, aprendo le due pareti adiacenti creando un unico locale.

Come già indicato per le power skids, queste andranno posate su un magrone di sottofondazione in cemento armato con rete elettrosaldato 20x20φ10, previa realizzazione di uno scavo a sezione ampia di profondità che varia dai 60 cm ai 100 cm a seconda delle dimensioni della cabina.

Lo sbancamento sarà eseguito per un'area di 1 m oltre l'ingombro massimo della cabina in tutti i lati, questo per consentire la realizzazione dell'impianto di terra esterno.

Il materiale di risulta dello scavo, sarà destinato al riutilizzo o al conferimento in idonea discarica.

Le cabine sono rifinite, sia internamente che esternamente, e tinteggiate con pitture murali plastiche idrorepellenti costituite da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi, coloranti e additivi, al fine di assicurare il perfetto ancoraggio sul manufatto e la resistenza agli agenti atmosferici, anche in ambienti industriali e marini.

Per il montaggio degli infissi vengono disposti appositi controtelai che garantiscono la collocazione di infissi in vetroresina, alluminio etc.

Il colore standard è definito nella scala RAL:

- ✓ pareti interne: Bianco RAL 9010
- ✓ pareti esterne: Beige Marrone RAL 1011
- ✓ copertura (tetto): Grigio Argento RAL 7001

Infissi

Nelle normali condizioni di funzionamento le cabine sono progettate per garantire un sistema di ventilazione naturale ottenuto con griglie di areazione e aperture sulle porte.

Impianto elettrico e di terra interno alla cabina

Le cabine vengono corredate d'impianto elettrico sfilabile con tubazioni sottotraccia, atto a determinare idonea illuminazione dei locali, illuminazione di emergenza, prese di servizio e collettore di terra; quest'ultimo è costituito da una barra in rame collegata all'intera struttura che garantisce il nodo equipotenziale.

Vasca prefabbricata

La struttura è realizzata in calcestruzzo armato vibrato, avente una resistenza a compressione a 28gg di stagionatura pari a $R_{ck} 40 \text{ kg/cm}^2$, additivato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

Lo spessore del fondo della vasca è di 12 cm mentre le pareti laterali misurano 10/13 cm.

L'armatura della struttura è realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato.

Tale manufatto realizza alla base della cabina, una intercapedine di 60 cm di altezza in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi.

Sulle pareti verticali della vasca di fondazione, vengono predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita tali da poter rendere agevole l'innesto delle canalizzazioni per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica.

Vengono altresì predisposti dei punti prestabiliti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

Riferimenti Normativi

- ✓ CEI EN 62271-202 (17-103) Sottostazioni prefabbricate ad Alta tensione/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 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.

Riferimenti legislativi

- ✓ Testo Unico Sicurezza 81/08;

DM 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni

2.5. SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE

Il progetto prevede l'installazione di 1.222 tracker monoassiali di cui n°1.091 da 56 moduli e n°131 da 28 moduli disposti in configurazione 2P, ovvero due moduli in verticale rispetto all'asse di rotazione della struttura) per un totale complessivo di 60.138 moduli fotovoltaici e quindi una potenza complessiva di generazione di **36.083 kWp**.

| CAR01 | |
|----------------------------------|--------------|
| POTENZA TOTALE [kWp] | 36083 |
| NUMERO DI MODULI | 60138 |
| POTENZA MODULO FOTOVOLTAICO [Wp] | 600 |
| NUMERO DI TRACKER DA 56 MODULI | 1091 |
| NUMERO DI TRACKER DA 28 MODULI | 131 |
| NUMERO DI SHELTER | 5 |
| NUMERO DI INVERTER | 89 |
| NUMERO DI STRINGHE | 2313 |

Tabella 6 Tabella riepilogativa tracker

L'impianto fotovoltaico in progetto prevede il montaggio dei pannelli fotovoltaici della potenza unitaria di 600 Wp su idonee strutture di fissaggio che consentono l'inseguimento del sole lungo una direzione (tracker monoassiali E-O) e che orientano i moduli fotovoltaici in funzione della posizione del sole garantendo così un aumento della producibilità nell'arco della giornata rispetto ai sistemi fissi.

Nei vari sotto campi che costituiscono il parco in oggetto, i tracker monoassiali lavorano singolarmente ed il movimento è regolato da un unico motore (anche del tipo autoalimentato) per tracker dotato di sistema backtracking per la massimizzazione della producibilità del sistema mentre i vari tracker comunicano tra loro con un sistema ibrido radio e RS485.

I tracker monoassiali sono costituiti da strutture a telaio metallico, in acciaio zincato a caldo, costituito da pali infissi nel terreno con una trave di collegamento superiore rotante sulla quale sono fissati i pannelli fotovoltaici.

Il range di rotazione del tracker oscilla tra $+60^\circ$ e -60° mediante controllo software che ottimizza durante l'arco della giornata l'orientamento e massimizza la producibilità.

Il software di gestione include anche il sistema di backtracking che, onde evitare ombreggiamenti reciproci tra file di tracker, interviene riducendo la radiazione solare sulla superficie dei moduli rispetto all'orientamento ottimale ma aumenta comunque l'efficienza complessiva del sistema in quanto per effetto della riduzione dell'ombreggiamento ottimizza la producibilità stessa e quindi l'output complessivo del sistema.

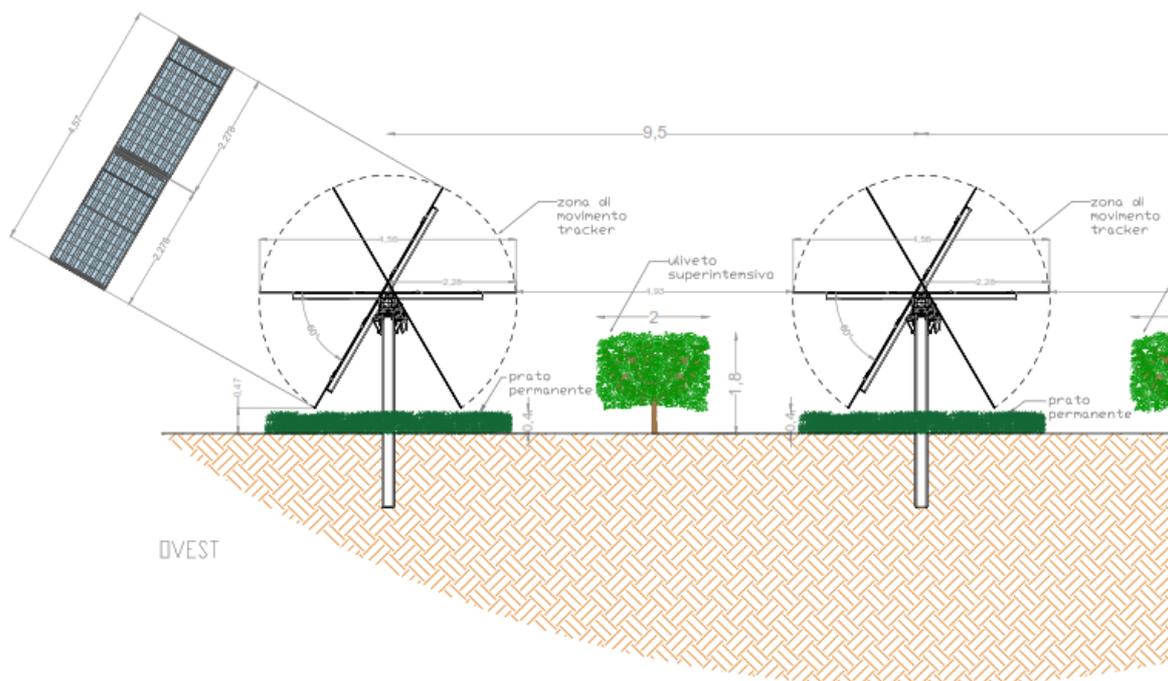


Figura 8 Pitch dei tracker

Dal punto di vista strutturale i tracker resistono a velocità del vento fino a 55 km/h orientando la struttura nella posizione ottimale che minimizza le sollecitazioni dovute all'azione del vento.

L'installazione dei tracker avviene tramite macchinari battipalo che infiggono i pali ad una profondità mediamente pari a 1,5 metri, riducendo le movimentazioni di terra e l'uso di cemento, anche se in fase esecutiva, in funzione delle caratteristiche del terreno e in funzione dei calcoli strutturali, tale profondità potrebbe subire modifiche in termini di profondità di infissione.

MAIN FEATURES

| | | | |
|---------------------------|--|--|--|
| Tracking System | Horizontal Single-Axis with independent rows | | |
| Tracking Range | 120° + | | |
| Drive System | Enclosed Slewing Drive, DC Motor | | |
| Power Supply | AC/DC Universal Input Optional: Self-Powered PV Series | | |
| Tracking Algorithm | Astronomical with TeamTrack Backtracking | | |
| Communication | | | |
| Wire | RS-485 Full Wired | | |
| Optional: Wireless | Hybrid Radio + RS-485 Cable | | |
| Wind Resistance | Per Local Codes | | |
| Land Use Features | | | |
| Independent Rows | YES | | |
| Slope North-South | 17% | | |
| Slope East-West | Unlimited | | |
| Ground Coverage Ratio | Configurable. Typical range: 28-50% | | |
| Foundation | Driven Pile Ground Screw Concrete | | |
| Temperature Range | | | |
| Standard | - 4°F to +131°F -20°C to +55°C | | |
| Extended | -40°F to +131°F -40°C to +55°C | | |
| Availability | >99% | | |
| Modules | Standard: 72 cells Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others); Bifacial | | |

MODULE CONFIGURATIONS

| 1000V | Length | Height | Width | 1500V | Length | Height | Width |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 2x38 | 38.1 m (124' 12") | 3.95 m (12' 12") | 3.92 m (12' 12") | 2x42 | 42.1 m (138' 12") | 3.95 m (12' 12") | 3.92 m (12' 10") |
| | 2x40 | | | 40.1 m (131' 7") | 2x43.5 | | |
| | | | 2x45 | 45.1 m (147' 12") | | | |

Tabella 7 Caratteristiche tecniche tracker

I componenti principali del sistema sono:

- ✓ pali infissi nel terreno;
- ✓ travi orizzontali;
- ✓ giunti di rotazione;
- ✓ elementi vari di collegamento travi;
- ✓ elementi di supporto e di fissaggio dei moduli fotovoltaici

Le strutture sono dimensionate per supportare i carichi trasmessi dai pannelli e le sollecitazioni esterne a cui sono sottoposti (vento, neve, etc.) secondo le normative vigenti (Eurocodici, Norme ISO, ecc).

2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Per la determinazione della portata di cavi con posa interrata si fa riferimento alla norma CEI64-8/5; la portata espressa in Ampere di un cavo interrato è pari a:

$$I_Z = I_0 K_1 K_2 K_3 K_4$$

Dove I_0 è la portata del cavo in Ampere a una determinata sezione a un certo tipo di isolante e a un determinato modo di installazione; essa è pari a I_Z quando tutti i fattori di correzione sono unitari ossia quando:

- K_1 : coeff. di temperatura: vale 1 quando la temp. del terreno è 20° C
- K_2 : coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari
- K_3 : coeff. di profondità: vale 1 quando la profondità di posa è 0,8 m
- K_4 : coeff. del terreno: vale 1 quando la resistività termica del terreno è 1,5 K m/W

Dalla tabella riportata nella norma CEI-UNEL 35026, scegliendo una certa sezione per il conduttore, si ricava la sua portata I_0 .

Moltiplicando quest'ultima per i fattori di correzione si ottiene la I_z .

Per considerare accettabile la sezione del conduttore scelta, la I_z risultante dovrà essere maggiore della corrente I_b di impiego che è solita transitare nella conduttura.

Se la I_z dovesse risultare minore della corrente di impiego è necessario selezionare una sezione di cavo superiore e ripetere la stessa verifica.

Lo stesso metodo di calcolo si applica anche per i cavi alloggiati in canalina metallica in aria libera dove però i fattori ambientali sono:

K1: coeff. di temperatura: vale 1 quando la temperatura ambiente è 20°C

K2: coeff. di raggruppamento: vale 1 quando è installato un solo circuito formato da cavi unipolari

Con le sezioni stabilite in base alla corretta dissipazione termica è stato verificato che lungo le tratte non vi siano cadute di tensione maggiori del 3% della tensione di esercizio.

In particolare abbiamo utilizzato il metodo della "caduta di tensione unitaria" e, facendo riferimento alla tabella CEI-Unel 35023, abbiamo assunto che la caduta di tensione ΔV sul tratto in corrente alternata e sul tratto in corrente continua non superi in nessun caso il 3%.

2.7. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO E IL CORTOCIRCUITO

I cavi di alimentazione sono protetti contro il sovraccarico mediante interruttori automatici opportunamente dimensionati.

In particolare gli interruttori verranno scelti e regolati come di seguito:

- il dispositivo non interverrà per valori minori della corrente di impiego e la sua corrente nominale sarà inferiore alla portata del cavo;
- il massimo sovraccarico ammissibile sarà pari al 45% per un tempo t_c pari ad 1 h (tempo caratteristico di intervento del relé termico del dispositivo).

Le condizioni sopra descritte sono sintetizzate dalle seguenti disuguaglianze:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

dove:

I_b : corrente di impiego nel circuito;

I_z : portata in regime permanente della conduttura;

I_n : corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f : corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

In generale si sceglieranno dispositivi per i quali

$$I_f \leq 1,45 \times I_n$$

In modo che rispettando la disuguaglianza "a" sarà automaticamente verificata la "b". In particolare, per la parte in bassa tensione c.c. si regolerà I_f pari a $1,05 \times I_n$, mentre per la parte in bassa tensione c.a. si regolerà I_f pari a $1,10 \times I_n$.

La protezione delle condutture contro il corto circuito è garantita grazie ad interruttori automatici.

Tali dispositivi sono installati all'inizio della conduttura da proteggere in modo tale da interrompere, in un tempo inferiore a quello che porterebbe i conduttori alla temperatura limite ammissibile, tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito.

Nel caso di impianti attivi è sempre necessario considerare che l'eventuale corto circuito su una conduttura dell'impianto stesso non viene alimentato solo dalla rete alla quale si è connessi ma viene alimentato anche dai generatori che costituiscono l'impianto di produzione elettrica.

Essendo però il generatore fotovoltaico schematizzabile come generatore di corrente piuttosto che come generatore di tensione il contributo alla corrente di corto circuito che esso è in grado di dare risulta di modesta entità.

La massima quantità di corrente che il generatore è in grado di erogare è limitata dalla natura stessa del componente fotovoltaico ed è stimabile in un 10% in più della sua corrente nominale.

In uscita all'inverter il contributo alla corrente di corto circuito è comunque fissato dal costruttore ed è pari al 50% in più della corrente nominale.

Essendo tali valori trascurabili rispetto ai valori di corrente erogati dalla rete in caso di guasto dimensioneremo le protezioni considerando solo questi ultimi.

Premesso ciò, i dispositivi di protezione verranno scelti in modo da limitare l'energia termica passante a valori tollerabili dal cavo. Operativamente occorre rispettare la seguente disuguaglianza:

$$\int i^2 dt \leq K^2 S^2 \quad \text{per } I_a \leq I_{cc} \leq I_b$$

Ovvero, si confronterà la caratteristica dell'energia specifica passante del dispositivo in funzione della corrente presunta di corto circuito con il termine $K^2 S^2$ (energia specifica tollerabile dal cavo).

In generale tale disuguaglianza è valida solo per un certo range di valori della corrente presunta di corto circuito e pertanto, si verificherà che la corrente di guasto trifase a inizio linea (caso di corto circuito più gravoso) e la corrente di guasto monofase a fine linea (caso di corto circuito meno gravoso) siano comprese in tale range:

I_{cc} caso di corto circuito più gravoso $\leq I_a$ (potere di interruzione massimo);

I_{cc} caso di corto circuito meno gravoso $\geq I_b$ (potere di interruzione minimo).

Per la determinazione della corrente di corto circuito si useranno le seguenti formule:

corto circuito trifase: $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-fase: $I_{cc} = \sqrt{3}/2 \times E_0 / \sqrt{(R_R + R_F)^2 + (X_R + X_F)^2}$

corto circuito fase-neutro: $I_{cc} = E_0 / \sqrt{(R_R + R_F + R_N)^2 + (X_R + X_F + X_N)^2}$

dove

E_0 è la tensione di fase;

R_R e X_R sono la resistenza e la reattanza della rete a monte, considerata come un generatore di tensione equivalente di forza elettromotrice E_0 ;

R_F e X_F sono la resistenza e la reattanza del conduttore di fase fino al punto di corto circuito;

R_N e X_N sono la resistenza e la reattanza del conduttore di neutro fino al punto di corto circuito.

Il calcolo effettivo delle correnti di guasto e la verifica delle protezioni attraverso le loro curve caratteristiche viene rimandata, come suggerito dalla CEI 0-2, in fase di progettazione esecutiva poiché attualmente non si dispone del valore dell'impedenza di rete nel punto di consegna.

Si consideri però che tali verifiche sono del tutto formali poiché le attuali protezioni in commercio sono in grado di individuare e interrompere le comuni correnti di corto circuito che usualmente assumono valori compresi tra 4,5 e i 50 kA.

2.8. DESCRIZIONE DELLE MISURE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

Per quanto riguarda la protezione dei contatti diretti, sono isolate a regola d'arte tutte le parti attive, al fine di impedire che le persone possano venire accidentalmente in contatto con il circuito elettrico.

I moduli fotovoltaici, pur essendo componenti in Classe II si considerano sotto tensione anche quando il sistema risulta distaccato dal lato in corrente alternata.

Per quanto riguarda i contatti indiretti, tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico, non in tensione, ma che vi si potrebbero trovare in caso di scariche sulle carcasse o per difetto di isolamento, sono poste a terra mediante un impianto di terra coordinato con dispositivi di protezione differenziali.

Relativamente ai contatti accidentali sul lato c.c., essendo questi pericolosi in quanto le tensioni raggiunte dai moduli fotovoltaico sono particolarmente elevate, si gestisce il sistema se fosse IT ovvero come un sistema flottante.

In tal modo, il lato ac del sistema di produzione è garantito tramite la presenza di un trasformatore MT/BT mentre sul lato cc un contatto accidentale con un solo polo non genera conseguenze salvo che l'altra polarità non sia accidentalmente in contatto con una massa.

Al fine di prevenire eventuali conseguenze pericoloso, gli inverter sono muniti di dispositivi di controllo che segnalano la presenza di anomalie, interrompono la produzione e generano segnali di allarme.

2.9. PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Il campo fotovoltaico in oggetto non altera la morfologia del sito nel quale è installato, e non altera l'indice ceraunico del sito pertanto, si può ritenere che l'impianto possa ritenersi auto protetto. Verrà pertanto realizzato solo un collegamento equipotenziale generale di tutte le strutture metalliche presenti e verranno utilizzati dei limitatori di sovratensione a protezione delle apparecchiature sensibili.

2.10. DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG)

Ogni generatore è dotato di un suo dispositivo di generatore in modo da essere sezionato in modo indipendente dal resto dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto è coordinato in maniera che, in caso di corto circuito o di dispersione verso terra, intervenga la protezione subito a monte del guasto.

Così facendo, in caso di guasto, viene scollegata solo la parte di impianto dove il problema si presenta, lasciando il resto del sistema in mobilità normale.

2.11. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle condizioni di cui all'articolo 4, comma 4, del DM 28 luglio 2005:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / ISTC$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

ISTC pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Le prove saranno effettuate in condizioni $I > 600 W/m^2$.

3. CAVI

3.1. CAVI BT

I cavi utilizzati per il cablaggio delle stringhe, per il collegamento delle stringhe al quadro di parallelo stringhe (string box) e tra le string box e le sezioni di ingresso degli inverter centralizzati sono conduttori a doppio isolamento o equivalente idonei all'uso per campi fotovoltaici del tipo H1Z2Z2-K le cui caratteristiche tecniche sono di seguito elencate:

-Descrizione

Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

Isolamento: mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H)

Guaina: mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H)

Colore: nero, rosso, blu LS0H = Low Smoke Zero Halogen

-Normativa di riferimento

CEI EN 50618

EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016

Resistenza raggi UV: HD 605-A1

Resistenza ozono: CEI EN 50396

Resistenza alla sollecitazione termica: CEI EN 60216-1

Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3)

-Caratteristiche funzionali

Tensione nominale U_0 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione nominale U 1000V(AC) 1500V(DC)

Tensione di prova 6500 V AC

Tensione massima U_m 1200V(AC) 1800V(DC Anche verso Terra)

Temperatura massima di esercizio +90°C +120°C sul conduttore

Temperatura massima di corto circuito +250°C/5s

Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -40°C

Temperatura minima di installazione e maneggio -40°C to +90°C

-Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine

(Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216-1)

La sezione dei cavi prevista per i vari collegamenti sarà calcolata:

- in modo da ridurre al minimo la caduta di tensione;

- in modo tale che gli effetti termici sugli isolamenti in condizioni ordinarie di esercizio consentano una vita prolungata dei conduttori;

-in modo tale che la portata del cavo sia maggiore della corrente di corto circuito delle stringhe.

| Numero conduttori | Sezione nominale | Diametro indicativo conduttore | Spessore medio isolante | Diametro esterno Massimo | Peso indicativo del cavo | Resistenza elettrica a 20°C | Portata di Corrente ammissibile a 60°C | Portate di corrente in CC interrato a 20°C |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|--|
| Cores number | Nominal Section | Approx conductor diameter | Insulation medium thickness | Maximum external diameter | Approx cable weight | Electric resistance at 20°C | Current carrying capacities 60°C | Current carrying buried 20°C |
| (N°) | (mm²) | (mm) | (mm) | (mm) | (kg/km) | (Ohm/km) | (A) | (A) |
| Unipolare / Single core | | | | | | | | |
| 1x | 2.5 | 2.0 | 0.7 | 5.4 | 42.5 | 8.21 | 41 | 32 |
| 1x | 4 # | 2.5 | 0.7 | 6.6 | 58.2 | 5.09 | 55 | 41 |
| 1x | 6 # | 3.0 | 0.7 | 7.4 | 79.4 | 3.39 | 70 | 52 |
| 1x | 10 # | 3.9 | 0.7 | 8.8 | 128.4 | 1.95 | 98 | 70 |
| 1x | 16 # | 5.0 | 0.7 | 10.1 | 184.5 | 1.24 | 132 | 91 |
| 1x | 25 | 6.4 | 0.9 | 12.5 | 276.8 | 0.795 | 176 | 118 |
| 1x | 35 | 7.7 | 0.9 | 14.0 | 368.8 | 0.565 | 218 | 144 |
| 1x | 50 | 9.2 | 1.0 | 16.3 | 557 | 0.393 | 276 | 178 |
| 1x | 70 | 11.0 | 1.1 | 18.7 | 767 | 0.277 | 347 | 218 |
| 1x | 95 | 12.5 | 1.1 | 20.8 | 989.6 | 0.210 | 416 | 258 |
| 1x | 120 | 14.2 | 1.2 | 22.8 | 1232.8 | 0.164 | 488 | 298 |
| 1x | 150 | 15.8 | 1.4 | 25.5 | 1540 | 0.132 | 566 | 386 |
| 1x | 185 | 17.5 | 1.6 | 28.5 | 1833 | 0.108 | 644 | 515 |
| 1x | 240 | 20.1 | 1.7 | 32.1 | 2450 | 0.0817 | 775 | 620 |

Tabella 8 Tabella sezioni cavi

3.2. CAVI MT/AT

I cavi in media/alta tensione verranno utilizzati per il collegamento dei trasformatori degli shelter alle cabine di smistamento e sezionamento di ciascun blocco e per il trasporto dell'energia dalle cabine di smistamento e sezionamento all'ampliamento della SE RTN a 36 kV.

| | ID | POTENZA | TENSIONE | fattore di potenza | CORRENTE lb | LUNGHEZZA LINEA | CAVO RG7H1R 26/45kV FORMATION E n°x mmq | PORTATA CAVO INTERRATO A TRIFOGLIO In | CAVI AFFIANCATI [D5-D6-D7] | CURRENT CARRYING CAPACITIES I _z =I _n x K _d x K _r x K _p x K _{tt} x K _s |
|-----|-----------------------|---------|----------|--------------------|-------------|-----------------|---|---------------------------------------|----------------------------|--|
| | | [MW] | [KV] | | [A] | [m] | [mmq] | [A] | n° | [A] |
| L01 | S01-S02 | 3,425 | 36 | 1 | 55 | 283 | 3x1x70 | 255 | 3 | 156 |
| L02 | S02-Cab.Aux | 9,825 | 36 | 1 | 158 | 205 | 3x1x120 | 355 | 3 | 217 |
| L03 | S05-S04 | 6,400 | 36 | 1 | 103 | 363 | 3x1x70 | 255 | 1 | 202 |
| L04 | S04-S03 | 12,705 | 36 | 1 | 204 | 303 | 3x1x120 | 355 | 2 | 245 |
| L05 | S03-Cab.Aux | 18,465 | 36 | 1 | 296 | 470 | 3x1x300 | 570 | 3 | 349 |
| L06 | Cab.Aux-Cab. Consegna | 28,290 | 36 | 1 | 454 | 7500 | 3x1x630 | 835 | 1 | 663 |
| L07 | Cab. Consegna - Terna | 28,290 | 36 | 1 | 454 | 250 | 3x1x630 | 835 | 1 | 663 |

Tabella 9 Tabella dei cavi 36kV interni ed esterni ai blocchi

I cavi utilizzati sono del tipo RG7H1R 26/45kV o simili ovvero cavi a 36 kV unipolare con isolamento in gomma HEPR di qualità G7.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 52 kV

| Formazione Size | Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø | Spessore medio isolante Average insulation thickness | Ø esterno max Max outer Ø | Peso indicativo cavo Approx. cable weight | Portata di corrente Current rating | | | |
|--------------------|---|---|------------------------------|--|---------------------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | | | | | A | | | |
| | | | | | in aria In air | | interrato* buried* | |
| n° x mm² | mm | mm | mm | kg/km | a trifoglio trefoil | in piano flat | a trifoglio trefoil | in piano flat |
| 1 x 70 | 9,7 | 10,3 | 41,9 | 2150,0 | 280,0 | 315,0 | 255,0 | 260,0 |
| 1 x 95 | 11,4 | 10,3 | 43,8 | 2490,0 | 340,0 | 380,0 | 300,0 | 310,0 |
| 1 x 120 | 12,9 | 10,0 | 44,8 | 2735,0 | 395,0 | 440,0 | 355,0 | 365,0 |
| 1 x 150 | 14,3 | 9,5 | 45,1 | 3020,0 | 445,0 | 495,0 | 385,0 | 395,0 |
| 1 x 185 | 16,0 | 9,3 | 47,1 | 3395,0 | 510,0 | 570,0 | 440,0 | 450,0 |
| 1 x 240 | 18,3 | 9,3 | 49,2 | 4025,0 | 600,0 | 665,0 | 510,0 | 520,0 |
| 1 x 300 | 21,0 | 9,0 | 52,2 | 4725,0 | 695,0 | 760,0 | 570,0 | 580,0 |
| 1 x 400 | 23,2 | 9,0 | 54,8 | 5635,0 | 800,0 | 875,0 | 650,0 | 655,0 |
| 1 x 500 | 26,1 | 9,0 | 58,6 | 6825,0 | 930,0 | 1010,0 | 735,0 | 740,0 |
| 1 x 630 | 30,3 | 9,0 | 62,7 | 8260,0 | 1070,0 | 1180,0 | 835,0 | 845,0 |

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Tab. 13 Caratteristiche cavo

| RG7HIR 1.8/3 kV - 26/45 kV | | |
|--|--|---|
| COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION | | |
|  | CONDUTTORE Materiale: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2 | CONDUCTOR Material: Plain copper, compact stranded wire, class 2 |
|  | STRATO SEMICONDOTTORE Materiale: Estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV) | SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded (only cables $U_0/U \geq 6/10$ kV) |
|  | ISOLAMENTO Materiale: Gomma HEPR, qualità G7, SENZA PIOMBO (HD 620 DHI 2) | INSULATION Material: : HEPR rubber, G7 quality, LEAD FREE (HD 620 DHI 2) |
|  | STRATO SEMICONDOTTORE Materiale: Estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV) | SEMICONDUCTOR LAYER Material: Extruded, cold stripping (only cables $U_0/U \geq 6/10$ kV) |
|  | SCHERMO Tipo: Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale | SCREEN Type: Plain copper wires with helically wounded copper tape |
|  | GUAINA ESTERNA Materiale: Miscela a base di PVC, qualità Rz Colore: Rosso | OUTER SHEATH Material: PVC based compound, Rz quality Colour: Red |

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad etica visibile. In tal caso la sigla di designazione diventa RG7HIRX seguita dalla tensione nominale di esercizio.
N.B. The cable can be built in the three-pole version with helically wound cores. In this case, the initials becomes RG7HIRX, followed by rated voltage.

Tabella 10 Caratteristiche cavo

Il cavo sarà interrato alla profondità di circa 1,50 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà ancora in piano ma ogni fase risulterà distanziata dalla attigua di almeno 25 cm.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

3.3. INSTALLAZIONE DEI CAVI

Le linee sotterranee di alimentazione saranno realizzate in cavo unipolare / multipolare con guaina rigida / flessibile in rame ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, non propagante l'incendio a norme CEI 20-22 II e marchio IMQ a contenuta emissione di gas tossici o corrosivi a norme CEI 20-37 I

L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17 e i raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 10 volte il diametro degli stessi.

La stessa norma prescrive che la profondità minima di posa è rispettivamente:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,5 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato la profondità può essere ridotta a 1,2m)

Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti.

Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi, se richiesta la protezione meccanica, una fila continua di mattoni disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea.

Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli interventi futuri.

Durante la posa l'Appaltatore dovrà verificare che i cavi non mostrino danneggiamenti e dovrà posarli con la cura necessaria a non rovinare il letto di posa predisposto.

Nel caso in cui risultino essere presenti opere sotterranee di altri cavi elettrici, telefonici, tubazioni acqua, metanodotti, ecc. o laddove l'ubicazione delle suddette opere risulti incerta, lo scavo entro un raggio di 3 m sarà eseguito a mano fino al reperimento dell'opera stessa.

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare.

Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato in progetto e saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 60 cm sotto il livello del terreno.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante e un filo pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Eventuali pozzetti di infilaggio saranno realizzati sul posto o preferibilmente prefabbricati.

I chiusini dovranno adattarsi ai telai perfettamente.

I pozzetti che saranno installati in sedi stradali o comunque carrabili avranno chiusini in ghisa con un carico di rottura minimo di 40 tonnellate.

4. ILLUMINAZIONE, VIDEOSORVEGLIANZA E ANTINTRUSIONE

È prevista la realizzazione di idoneo sistema di illuminazione costituito da lampioni con pali in acciaio zincato aventi altezza fuori terra fino a 4 metri, completi di testa-palo in acciaio zincato, posizionati su plinto prefabbricato in calcestruzzo Rck non inferiore a 25 N/mm².

Essi saranno disposti ogni 40/50 metri circa di recinzione in modo tale da garantire una buona distribuzione luminosa mediante l'uso di lampade del tipo a led di potenza pari a 60 W (la cui potenza potrà subire variazioni in funzione dell'illuminamento medio desiderato) e verranno utilizzati anche per l'implementazione del sistema di videosorveglianza e antiintrusione.

L'impianto fotovoltaico sarà sorvegliato da un impianto di videosorveglianza/antintrusione installato sui medesimi pali predisposti per l'impianto di illuminazione e sarà composto da:

- telecamere TVCC di tipo Day-Night con illuminatore IR e sensore di movimento per la registrazione di oggetti/persone in movimento all'interno dell'area di impianto;
- badge di sicurezza a tastierino per l'accesso alla cabina per l'accesso al solo personale autorizzato;
- centralina di sicurezza integrata installata in cabina di servizio per il collegamento e controllo di tutti i sistemi di sicurezza e per l'invio di segnalazioni / chiamate ai soggetti preposti al controllo/vigilanza dell'impianto.

Gli impianti innanzi citati saranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nella cabina servizi.

5. MPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di messa a terra a tensione nominale ≤ 1000 V corrente alternata e ≤ 1500 V corrente continua dovrà essere realizzato secondo le norme vigenti.

All'impianto dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto nonché la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti, il centro stella dei trasformatori, l'impianto contro i fulmini, ecc).

L'esecuzione dell'impianto di terra andrà correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche.

Per quanto riguarda gli impianti a tensione nominale > 1000 V corrente alternata, le norme di riferimento sono CEI EN50522 e CEI EN 61936 e ss.mm.ii.

L'impianto di terra sarà composto dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettore o nodo principale di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra dovrà essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione posti a monte dell'impianto elettrico, atti a interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto in caso di eccessiva tensione di contatto.

L'impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

In ogni impianto dovrà essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, nel locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore dovrà avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Nel dettaglio l'impianto di terra dovrà comprendere

- Maglie interrato attorno alle cabine con picchetti dispersori a croce in acciaio zincato pari ad almeno 1,5 metri con relativi pozzetti di ispezione;
- Rete di terra realizzata con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 50 mm² interrata ad una profondità compresa tra 0,5 e 1 metro;
- Collegamenti a terra delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici con corda di rame nudo di sezione almeno pari a 25 mm²;
- Collegamento parti metalliche dei convertitori a centro stella del trasformatore MT/BT con cavo giallo/verde di sezione almeno pari a 35 mm²;
- Collegamento quadro di parallelo stringhe con cavo giallo/verde secondo norma;
- Picchetti dispersori collegati tra loro con corda di rame nudo da 50 mm²;

6. OPERE ELETTRICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE

Le principali infrastrutture elettriche per la connessione in rete dell'impianto di produzione sono composte da :

- ✓ Linee interrate a 36 kV che convogliano l'energia prodotta alla cabina di consegna e da quest'ultima all'ampliamento della SE RTN Terna;
- ✓ Ampliamento SE RTN Terna di Manfredonia;

6.1. CAVO INTERRATO 36 KV

Le opere di connessione saranno realizzate mediante cavo interrato a 36 kV composto da una terna di circuiti interrati, il cui tracciato planimetrico è mostrato nelle tavole di progetto.

Nelle parti del percorso che insistono su strada esistente l'esatta posizione del cavidotto rispetto alla carreggiata verrà opportunamente definita in sede di sopralluogo in funzione di tutte le esigenze del gestore della strada, delle infrastrutture esistenti o in corso di installazione e pertanto, il percorso su strada indicato negli elaborati progettuali è da intendersi indicativo rispetto alla posizione della carreggiata.

La rete a 36 kV sarà realizzata per mezzo di cavi utilizzati sono del tipo RG7H1R 26/45kV o similari ovvero cavi a 36 kV unipolare con isolamento in gomma HEPR di qualità G7.

Dove necessario si procederà alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare così come per i tubi 450 o 750, mentre i tubi 250 dovranno essere posati almeno a 0,6 m con una protezione meccanica.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la corda di terra e la fibra ottica necessaria

per la comunicazione.

I cavidotti interrati saranno dotati di pozzetti di ispezione dislocati lungo il percorso.

Per i tratti su carreggiate stradali esistenti, la posa e ogni altra lavorazione complementare saranno eseguite nel rispetto delle prescrizioni degli Enti gestori del tratto di strada interessato e comunque sarà disposta un'opportuna segnalazione a mezzo nastro segnalatore all'interno dello scavo.

Il percorso del cavidotto è stato scelto in modo da limitare la lunghezza complessiva del percorso e l'impatto in quanto verrà prevalentemente realizzato lungo la viabilità esistente, a bordo o lungo la strada ed utilizzando mezzi per la posa con limitate quantità di terreno da smaltire in quanto prevalentemente riutilizzabile per il rinterro.

6.2. CABINA DI CONSEGNA E AMPLIAMENTO NUOVA SE RTN TERNA DI MANFREDONIA

L'ampliamento della SE RTN TERNA sarà funzionale a più impianti fotovoltaici .

Ogni produttore avrà una corrispondente sezione AT all'interno dell'ampliamento della SE RTN a 36 kV così come previsto nella soluzione tecnica elaborata da TERNA al fine di razionalizzare le infrastrutture di connessione in quanto non sarà più necessario realizzare una sottostazione utente 30/150 kV.

Il collegamento del cavidotto a 36 kV dall'impianto all'ampliamento della SE RTN Manfredonia, posato sulla S.P.80, avverrà tramite la realizzazione di un'area avente una superficie di 1.014 mq ove verrà ubicata la cabina di consegna ("CS") avente dimensioni 17,50 x 4,60 m nella quale verranno ubicate le apparecchiature elettromeccaniche di protezione e misura dell'energia prima dell'immissione in rete.

L'accesso alla CS è previsto dalla S.P. 80 mediante la realizzazione di una piazzola di

accesso alla CS sulla quale si richiederà una servitù di passaggio che consenta un accesso più agevole mediante compattazione del terreno e posa di uno o più strati, laddove necessario, di pietrame a pezzatura variabile e brecciolino opportunamente costipati.

7. **NORMATIVA**

Il presente progetto è redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, sia nazionale che regionale, con particolare riferimento a:

- D.Lgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza
- D.M. 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti
- DM 19/05/2010: Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37
- DPR 151/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- Norma 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;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;

Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;

- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali

Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- CEI 0-16: Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica.

Linee in cavo

- CEI 88-1: Parte 1: Prescrizioni di progettazione
- CEI 88-4: Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione dell'energia elettrica
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa

tensione (quadri BT)

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): 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 EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 60909-0 (CEI 11-25): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
- 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 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)
- CEI EN 62271-200 (CEI 17-6): Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali

- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Molfetta

I tecnici

Dott. Ing. Alessandro la Grasta

Dott. Ing. Luigi Tattoli