

| | | |
|---|---|--|
| COMUNE DI SALICE SALENTINO  | COMUNE DI GUAGNANO  | COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO  |
| PROVINCIA DI LECCE  | | PROVINCIA DI BRINDISI  |
| REGIONE PUGLIA  | | |

REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA

Denominazione Impianto:

AGROSOLAR ENERGY QUATTRO

Ubicazione:

Comuni di Salice Salentino (LE), Guagnano (LE) e San Pancrazio Salentino (BR)
Loc. Strada per Avetrana

ELABORATO
020134

RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI

Cod. Doc.: SPN20-020134-R_Rel-Calc-Prel-Impianti



Project - Commissioning – Consulting

Viale Regina Margherita, 176
00176 Roma (RM)
P.IVA 02010470439

Scala: --

Data:
15/10/2022

PROGETTO

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Proponente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.

Via Sebastian Altmann, 9
39100 Bolzano
P.IVA 03004310219

Tecnici e Professionisti:

*Ing. Luca Ferracuti Pompa:
Iscritto al n. A344 dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Fermo*


| Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Approvato | Autorizzato |
|-----------|------------|---------------------|---------|-----------|-------------|
| 01 | 15/12/2020 | Progetto Definitivo | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 02 | 14/12/2021 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 03 | 15/04/2022 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |
| 04 | 15/10/2022 | Revisione | F.P.L. | F.P.L. | F.P.L. |

Il Tecnico:
Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa




Il Richiedente:

SOLAR ENERGY QUATTRO S.r.l.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

SOMMARIO

| | |
|--|----|
| 1. OGGETTO | 3 |
| 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE | 4 |
| 3. RIFERIMENTI NORMATIVI | 5 |
| 4. MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE..... | 12 |
| 4.1 Protezione dai contatti diretti | 12 |
| 4.2 Protezione dai contatti indiretti | 13 |
| 4.3 Protezione dalle sovracorrenti | 13 |
| 4.4 Sezionamento | 14 |
| 5. QUALITÀ DEI MATERIALI | 14 |
| 6. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO..... | 15 |
| 6.1 Opere Connesse – Impianti di Connessione alla Rete..... | 15 |
| 7. COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | 17 |
| 7.1 Moduli Fotovoltaici | 17 |
| 7.2 Power Stations e Cabine Elettriche | 18 |
| 7.3 Inverter..... | 20 |
| 8. CAVIDOTTI | 23 |
| 8.1 Tubazioni | 23 |
| 9. CAVI ELETTRICI | 23 |
| 10. CONNESSIONI E DERIVAZIONI..... | 26 |
| 11. IMPIANTO DI TERRA | 27 |
| PARTE II: RELAZIONE DEI CALCOLI ELETTRICI | 28 |
| 12. RIFERIMENTI NORMATIVI | 28 |
| 13. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI | 29 |
| 14. DETERMINAZIONE DELLE CORRENTI DI IMPIEGO | 29 |
| 15. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI | 30 |
| 16. INTEGRALE DI JOULE | 31 |
| 17. CADUTE DI TENSIONE | 32 |
| 18. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO..... | 33 |
| 19. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE | 33 |
| 20. CALCOLO DEI GUASTI | 34 |
| 21. CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTO CIRCUITO | 34 |
| 22. SCELTA DELLE PROTEZIONI | 37 |
| 23. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE | 37 |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 3 di 37 |

1. OGGETTO

Il presente documento è redatto quale allegato alla documentazione relativa all'istanza per il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ministeriale, ai sensi dell'art. 23 del D. Lgs. 152/06, finalizzata all'ottenimento dell'Autorizzazione Unica presso la Regione Puglia per la costruzione e l'esercizio in conformità alle vigenti disposizioni di legge di un **PARCO AGROVOLTAICO** costituito da:

- un **generatore di energia elettrica** da fonte rinnovabile solare potenza di picco pari a **42.334,24 kW** e potenza massima in immissione pari **40.000,00 kW** (grid-connected);
- un **sistema culturale diversificato** che prevede la coltivazione di **olivo**, per la produzione di oliva da olio, con uno specifico programma di ripiantumazione per sostituzione di esemplari pre-esistenti colpiti dal batterio della *Xylella fastidiosa*, e **foraggio** ad uso zootecnico

da realizzarsi nei Comuni di **San Pancrazio Salentino (BR), Guagnano (LE) e Salice Salentino (LE)**

- una Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) da realizzarsi nel Comune di **Erchie (BR)**;
- un elettrodotto interrato in media tensione a **30 kV** con tracciato di lunghezza pari a circa **6,8 km**


Il soggetto proponente, responsabile della costruzione e dell'esercizio del generatore fotovoltaico, è la ditta:

"SOLAR ENERGY QUATTRO S.R.L.", avente sede legale in Via Sebastian Altmann, 9 - 39100 Bolzano (BZ) – p. IVA 03004310219, la quale dispone dei titoli di disponibilità dell'area di progetto dell'impianto.

Il soggetto responsabile della conduzione dell'azienda che gestirà la coltivazione e la distribuzione dei prodotti agricoli secondo il piano agronomico facente parte integrante del presente progetto è la ditta:

"FRATELLI FUNIATI SOCIETÀ AGRICOLA S.N.C di Gesù Manuel Funiati & C." con sede legale in via Botticelli, 2 - 72020 Erchie (BR) – p. IVA 02520880747.

La denominazione del parco agrovoltaiico è **"AGROSOLAR ENERGY QUATTRO"**.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |


2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

A servizio dell'impianto fotovoltaico è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

1. Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica (le cui caratteristiche sono dettagliatamente descritte nell'elaborato tecnico dedicato);
2. Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT (Attraverso Power Station appositamente Dedicato);
3. Distribuzione elettrica BT;
4. Distribuzione elettrica in MT;
5. Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta;
6. Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
7. Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione ed antincendio) e videosorveglianza;
8. Impianto di terra;
9. Opere civili quali, recinzione perimetrale, mitigazione ambientale, posa cabine elettriche (Power Station, Cabine di Parallelo, Vani Tecnici e Control Room).
10. Realizzazione della Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.);

Più specificatamente la realizzazione dell'impianto comprenderà la realizzazione delle seguenti opere per le quali si richiede l'autorizzazione:

- a. Preparazione del sito con la rimozione delle piante di ulivo;
- b. Scotico e Livellamento del terreno;
- c. Realizzazione Recinzione perimetrale e posa dei cancelli di ingresso;
- d. Picchettamento del terreno per la posa dei pali battuti di fondazione;
- e. Posa dei pali battuti di fondazione con apposita macchina operatrice battipalo;
- f. Posa in opera degli Inseguitori Solari (strutture metalliche) sui pali di fondazione (Pali ad Infissione);
- g. Posa in opera dei Moduli Fotovoltaici;
- h. Cablaggio dei moduli fotovoltaici;
- i. Posa in opera degli Inverter sulle strutture metalliche (inseguitori solari);
- j. Predisposizione dei getti di Magrone per la posa delle cabine elettriche;
 - n.3 cabine di Parallelo, dotate delle rispettive apparecchiature di Sezionamento e Protezione.
 - n.1 Control Room;
 - n.20 Vani Tecnici
 - n.10 Power Stations ognuna comprensiva di:
 - ✓ n.1 Quadro MT (QMT);


| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

- ✓ n. 1 Quadro BT (QBT) di Parallelo delle Linee Provenienti dai Quadri Elettrici di Campo;
- ✓ n°1 Trasformatore di potenza pari a 3.500 kVA con rapporto di Trasformazione 30/0,515 kV, n.1 Quadro Elettrico Ausiliari BT, n.1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari, il tutto montato e cablato su apposito Skid Predisposto.
- k. scavi, rinterrati e ripristini per la posa delle condutture di alimentazione principali BT ed MT interne al campo fotovoltaico, dei cavidotti energia, segnali e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- l. realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica per l'alimentazione dei sistemi ausiliari b.t.;
- m. realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da una corda di rame interrata lungo il perimetro dell'edificio ed integrata con picchetti, dai collettori di terra, dai conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- n. realizzazione di impianto antintrusione comprensivo della centrale allarmi, delle barriere e delle condutture ad essi relativi;
- o. Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;
- p. Realizzazione della condotta interrata in MT (Cavidotto Interrato) dall'impianto fotovoltaico fino alla Stazione di Elevazione di Utenza;
- q. Realizzazione di Nuova S.E.U.;

La designazione dettagliata delle opere, le loro caratteristiche e dimensioni sono desumibili dagli elaborati grafici di progetto.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI


L'impianto elettrico oggetto del presente progetto sarà realizzato in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali si segnalano le seguenti principali:

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

| Leggi e Decreti |
|--|
| Direttiva Macchine 2006/42/CE. |
| “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018” indicate dal DM del 17 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018, in vigore dal 22 marzo 2018, con nota n. 3187 del Consiglio superiore dei Lavori pubblici (Cslpp) del 21 marzo 2018 e relative circolari applicative della norma. |


| 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 UNI EN ISO/IEC 17025: | 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 |

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |


| | |
|-------------------------|---|
| 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 |

| Normativa Fotovoltaica | |
|---|--|
| ANSI/UL 1703:2002 | Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels |
| IEC/TS 61836 | Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols |
| CEI 82-25 | “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione” |
| 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 |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRIZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

| | |
|--|---|
| 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) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del 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

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

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


| 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 |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

| | |
|------------------------------|---|
| | 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 20-67 | 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 |
|--|

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

| | |
|------------------------------|---|
| 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 |

| Dispositivi di Potenza | |
|---------------------------------------|--|
| CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) | Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua |
| CEI EN 50178 (CEI 22-15) | Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza |
| CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) |) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata |
| CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) | Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua |
| CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) | Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali |
| CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) | Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici |
| CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) | Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici |

| Compatibilità Elettromagnetica | |
|---------------------------------------|---|
| CEI 110-26 | Guida alle norme generiche EMC |
| CEI EN 50263 (CEI 95-9) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione |
| CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) | Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni |
| CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

| | |
|--------------------------------|--|
| CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali |
| CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase) |
| CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione |
| CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase |
| CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera |
| CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali |
| CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera |
| CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali |

4. MISURE DI PROTEZIONE ADOTTATE

Gli impianti oggetto dell'appalto saranno realizzati al fine di assicurare:


la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti dal loro utilizzo nelle condizioni che possono ragionevolmente essere previste;

il loro corretto funzionamento per l'uso previsto;

Per raggiungere tali obiettivi saranno adottate le seguenti misure di protezione:

4.1 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

- Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:
- isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio
- involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal dito di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova)

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

A tal fine saranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni saranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo. Come protezione addizionale saranno installati a capo di tutti i circuiti terminali destinati all'alimentazione di prese F.M., interruttori differenziali con soglia di intervento 0,03 A

4.2 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, da realizzare mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della Norma CEI 64-8, collegando all'impianto generale di terra dell'edificio tutte le masse presenti negli ambienti considerati ed impiegando interruttori automatici di tipo magnetotermico differenziale, il tutto coordinato in modo da soddisfare in tutti i punti la condizione di cui all'art. 413.1.3.3 della Norma CEI stessa:

$$Z_s \bullet I_a \leq U_o$$

dove:

Z_s = impedenza dell'anello di guasto

I_a = corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo stabilito


U_o = tensione nominale del circuito

E' noto che, nel caso di utilizzo di dispositivi a corrente differenziale, la suddetta relazione è sempre verificata, indipendentemente dal valore di impedenza di guasto riscontrabile nei circuiti da essa derivati.

Limitatamente ai circuiti alimentanti apparecchi illuminanti a doppio isolamento (corridoi, esterni ed impianto di sicurezza), la protezione dai contatti indiretti sarà realizzata utilizzando componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente (condutture e corpi illuminanti) in accordo al paragrafo 413.2 delle Norme CEI 64-8.

4.3 PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

Protezione contro il riscaldamento anomalo degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di sovraccarico o di cortocircuito, da realizzare mediante dispositivi unici di interruzione di tipo magnetotermico installati all'origine di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez. 473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei cavi in regime permanente.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

A tal fine ogni dispositivo, oltre a possedere un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel suo punto di installazione, risponderà alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito (Ampère)

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Ampère)

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (Ampère)

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite (Ampère)

4.4 SEZIONAMENTO


Sul lato M.T., l'impianto sarà sezionabile in più punti mediante dispositivi omipolari costituiti dagli stessi interruttori/sezionatori utilizzati per il comando e la protezione delle linee (Quadro MT in dotazione sulle Cabine di Trasformazione, Quadri Mt posti nelle Cabine Utente e di Consegna).

Per il sezionamento dell'impianto di distribuzione in b.t. potranno venire impiegati tutti i dispositivi omipolari di protezione e comando posti nei vari quadri elettrici a partire dagli interruttori generali b.t. a bordo Inverter per arrivare infine a tutti gli interruttori generali di quadro o agli interruttori divisionali per l'alimentazione dei circuiti terminali destinati alle varie utenze.

5. QUALITÀ DEI MATERIALI

Gli impianti in oggetto sono stati progettati con riferimento a materia-li/componenti di Fornitori primari, dotati di Marchio di Qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore attestanti la costruzione a regola d'arte secondo la Normativa tecnica e la Legislazione vigente.

Tutti i materiali/componenti rientranti nel campo di applicazione delle Direttive 73/23/CEE ("Bassa Tensione") e 89/336/CEE ("Compatibilità Elettromagnetica") e successive modifiche/aggiornamenti saranno conformi ai requisiti essenziali in esse contenute e saranno contrassegnati dalla marcatura CE.

| | | |
|---|---|-----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 15 di 37 |

Tutti i materiali/componenti presenteranno caratteristiche idonee alle condizioni ambientali e lavorative dei luoghi in cui risulteranno installati.

6. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

6.1 OPERE CONNESSE – IMPIANTI DI CONNESSIONE ALLA RETE

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione, sarà connesso alla rete con le modalità previste dal preventivo di connessione redatto da **TERNA S.p.A.** codice pratica STMG **201900363** il quale prevede il collegamento in Antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150kV di "ERCHIE". L'area per la realizzazione della nuova S.E.U. Utente è stata scelta in modo da ridurre il più possibile la distanza dall'attuale Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150kV di "ERCHIE" e quindi rendere il più corti possibile i relativi raccordi in AT.


L'area che è stata scelta per l'ubicazione della Nuova S.E. Terna è quella posta nei comuni di Erchie al Foglio 29 particelle 302.

Ai fini della connessione alla rete dovrà infine essere realizzato un cavidotto interrato in Media Tensione della Lunghezza di 6,8 km (la maggior parte dei quali su Strada Pubblica) per la connessione dell'impianto fotovoltaico alla nuova Stazione di Elevazione di Utenza.

L'ubicazione del sito è stata individuata come la più idonea tenendo conto delle esigenze tecniche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza dei raccordi. L'accesso alla stazione avverrà direttamente dalla viabilità locale che costeggia il sito a ovest.

Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza (S.E.U.) avente lo scopo di elevare la tensione di impianto al livello di 150 kV, per il successivo collegamento alla nuova stazione di rete 150 kV. La stazione di utenza sarà ubicata nel Comune di Erchie (BR), immediatamente a OVEST dell'area occupata dalla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE).

La stazione sarà costituita da una sezione in MT a 30 kV e da una sezione a 150 kV con isolamento in aria. Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati negli elaborati progettuali allegati.

| | | |
|---|---|-----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 16 di 37 |

| CODICE APPREZZAMENTO | DESCRIZIONE |
|----------------------|---|
| 01 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 02 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 03 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 04 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 05 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 06 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 07 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 08 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 09 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 10 | DEPOSITO DI REATTORI CONSERVATI IN UNO DEI LOCALI ADIBITI ALLO SCOPPO |
| 11 | CORONA IN ALLUMINIO-CRISTALLO DI SILICIO |

STAZIONE DI ELEVAZIONE DI UTENZA
PARTICOLARE SEZIONE X - X
Scala di Riproduzione 1:200

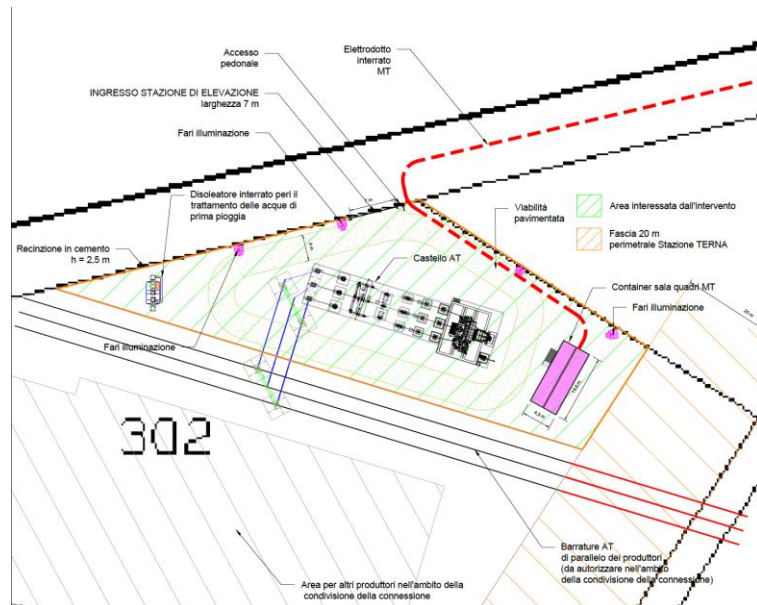
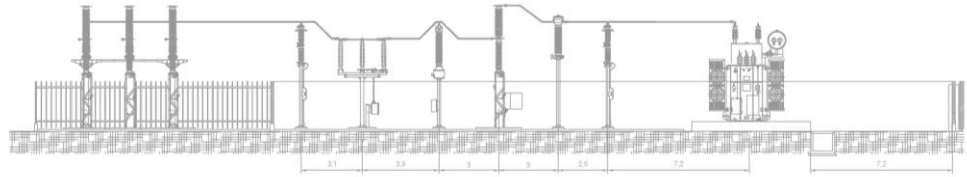



Figura 6.2: Nuova S.E.U. (Stazione di Elevazione di Utanza)

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

7. COMPONENTI PRINCIPALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Per una Migliore descrizione delle caratteristiche tecniche di tutte le apparecchiature è stato predisposto una Elaborato tecnico Specifico (Elaborato SQ9PRF7_SPN20_1.10-IST_DisciplinareDescrittivoPrestazionale”) al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento.

7.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione saranno utilizzati moduli al silicio marca JINKO SOLAR (o modelli similari) modello **JKM520M-7TL4-TV** ognuno della potenza di picco pari a **520 Wp** dotati di Tecnologia BIFACIAL con Tensione massima pari a 1.500 VDC.


Ogni Modulo sarà dotato di una scatola di Giunzione con caratteristiche IP68 con relativi Diodi di By-Pass. I moduli presentano dimensioni pari **1.134 x 2.230 x 35** mm e risultano dotati di una cornice in alluminio anodizzato e sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative IEC 61215, IEC 61730, UL1703.

Le Caratteristiche Elettriche e Meccaniche del Modulo fotovoltaico sono riportate nella Figure 7.1 e 7.2

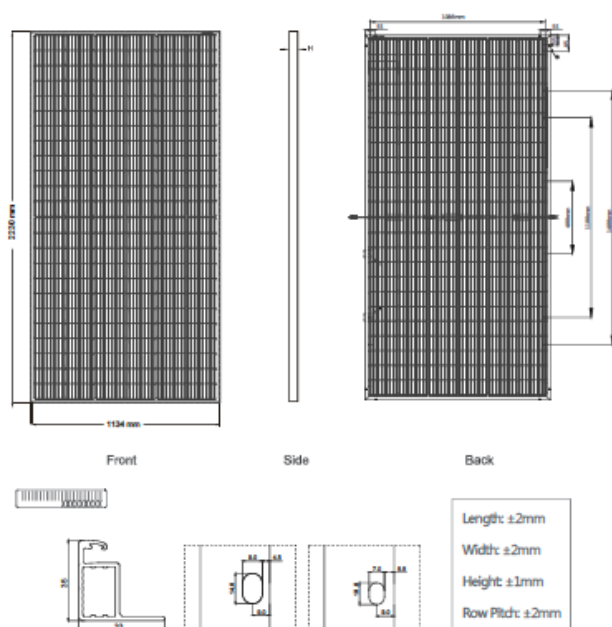
SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM515M-7TL4-TV | | JKM520M-7TL4-TV | | JKM525M-7TL4-TV | | JKM530M-7TL4-TV | | JKM535M-7TL4-TV | |
|---|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | SCT | NOCT | SCT | NOCT | SCT | NOCT | SCT | NOCT | SCT | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 515Wp | 383Wp | 520Wp | 387Wp | 525Wp | 391Wp | 530Wp | 394Wp | 535Wp | 398Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 40.08V | 37.27V | 40.22V | 37.42V | 40.36V | 37.56V | 40.49V | 37.70V | 40.63V | 37.84V |
| Maximum Power Current (Imp) | 12.85A | 10.28A | 12.93A | 10.34A | 13.01A | 10.40A | 13.09A | 10.46A | 13.17A | 10.52A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 48.58V | 45.85V | 48.72V | 45.99V | 48.86V | 46.12V | 48.99V | 46.24V | 49.13V | 46.37V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.53A | 10.93A | 13.61A | 10.99A | 13.69A | 11.06A | 13.77A | 11.12A | 13.85A | 11.19A |
| Module Efficiency STC (%) | 20.37% | | 20.56% | | 20.76% | | 20.96% | | 21.16% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 25A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.35%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |
| Refer. Bifacial Factor | 70±5% | | | | | | | | | |

Figura 7.1: Caratteristiche Elettriche del Modulo Fotovoltaico

| | | |
|---|--|-----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 18 di 37 |

Engineering Drawings

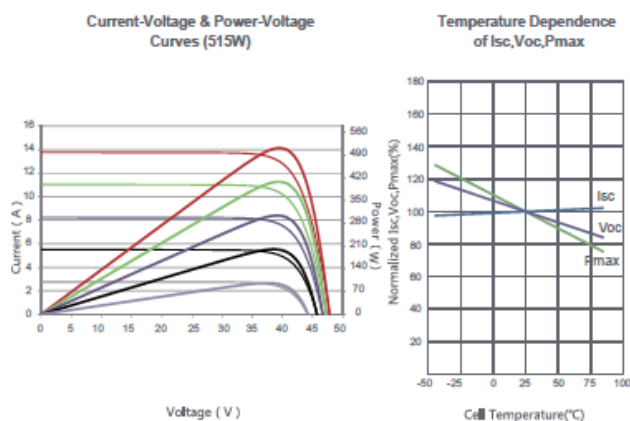


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics


| | |
|---------------|---|
| Cell Type | P type Mono-crystalline |
| No. of cells | 144 (2×72) |
| Dimensions | 2230×1134×35mm (87.80×44.65×1.38 inch) |
| Weight | 28.9 kg (63.71 lbs) |
| Front Glass | 3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass |
| Frame | Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP68 Rated |
| Output Cables | TUV 1×4.0mm ² (+): 290mm, (-): 145mm or Customized Length |

Figura 7.2: Caratteristiche Dimensionali ed Elettriche del Modulo

7.2 POWER STATIONS E CABINE ELETTRICHE

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di n.10 Power Stations adatte per la costruzione di parchi fotovoltaici di grandi dimensioni. Le Power Station sono utilizzate per la conversione dell'Energia Elettrica in BT in corrente continua proveniente dall'Impianto in Energia Elettrica in MT (30 kV) e sono formate da:

- n.1 Quadro MT (QMT);
- n. 1 Quadro BT (QBT) di Parallelo delle Linee Provenienti dai Quadri Elettrici di Campo;
- n°1 Trasformatore di potenza pari a 3.500 kVA con rapporto di Trasformazione 30/0,515 kV, n.1 Quadro Elettrico Ausiliari BT, n.1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari, il tutto montato e cablato su apposito Skid Predisposto.

| | | |
|---|--|-----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 19 di 37 |

Nella Figura 7.3. sono visibili gli ingombri della Power Stations mentre nella figura 7.4 è visibile la rappresentazione fotografica.

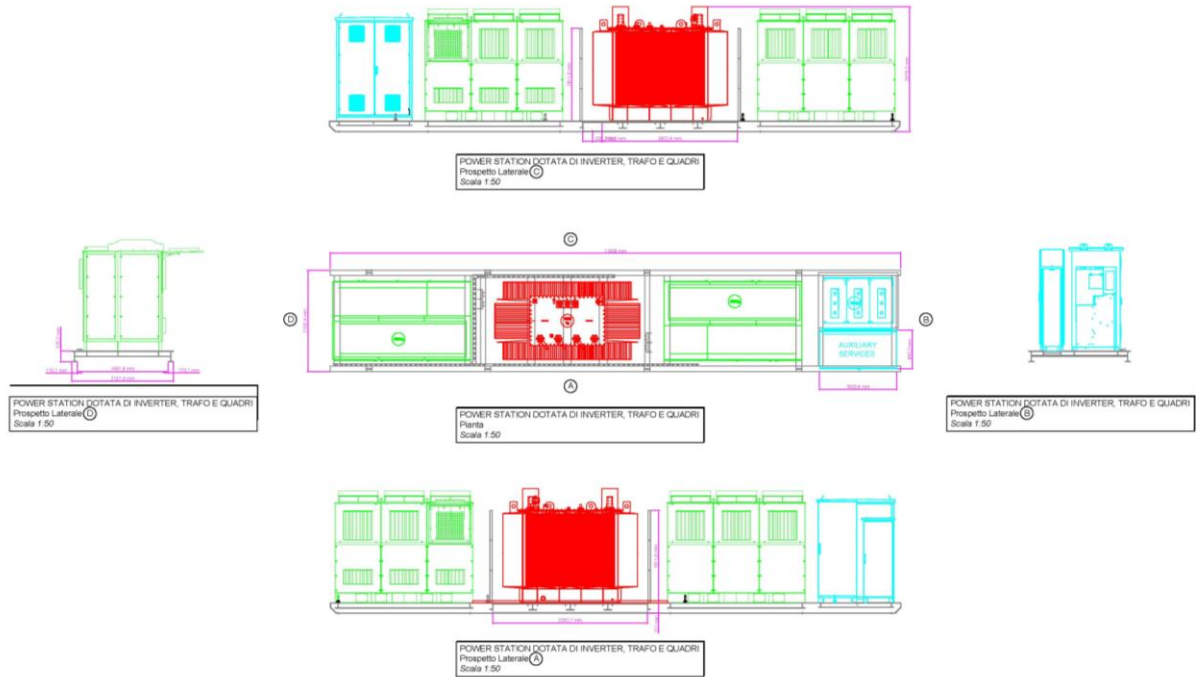



Figura 7.3: Power Station



Figura 7.4: Power Station – Rappresentazione Fotografica

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRIZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |


7.3 INVERTER


Per la conversione dell'Energia Elettrica in Corrente Continua prodotta dai Moduli Fotovoltaici in Corrente Alternata idonea all'immissione nella Rete Elettrica Italiana saranno utilizzati Inverter centralizzati del tipo senza trasformatore interno Marca JEMA e modello IFX6 di diverse tipologie come qui di seguito elencato:


- Sottocampo SC-1 – Inverter modello IFX6 2550 kVA/KW – Q.tà 7;
- Sottocampo SC-2 – Inverter modello IFX6 2100 kVA/KW – Q.tà 2;
- Sottocampo SC-3 – Inverter modello IFX6 2100 kVA/KW – Q.tà 4;
- Sottocampo SC-4 – Inverter modello IFX6 1700 kVA/KW – Q.tà 2;
- Sottocampo SC-5 – Inverter modello IFX6 1500 kVA/KW – Q.tà 4


Nelle figure 7.5 e 7.6 è possibile vedere i vantaggi che questa tipologia di Inverter presenta a livello di Tensione Massima di sistema, Tensione di Uscita in corrente alternata e potenza in ingresso.

Queste caratteristiche consentono di minimizzare le perdite di caduta di tensione con un conseguente significativo vantaggio economico. Questo Inverter è inoltre dotato di un modulo di alimentazione e di un vano cavi separato in modo da agevolare la sostituzione in fase di guasto, di un sistema di comunicazione con protocollo Mod Bus per una perfetta integrazione con tutti i sistemi esistenti in commercio. L'efficienza massima dell'inverter raggiunge il 98,5 % mentre l'Efficienza Europea è del 98,20%. L'inverter è fornito all'interno di una Power Station precablata del tipo Plug and Play comprensiva di tutti gli accessori.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNIS di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRASIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |







ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **IFX 6** rev10

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|

DATOS DE ENTRADA

| | | | | |
|--|--|--------|-------|-------|
| Tensión MPPT mínima (FP=1) | 740 V | 790 V | 840 V | 890 V |
| Tensión MPPT máxima | 1170 V | 1250 V | | |
| Vacío máxima | 1400 V | 1500 V | | |
| Corriente máxima (25°C) | 2200 A | | | |
| Conexiones Paneles | 12 entradas | | | |
| Sistema de detección de fallo de aislamiento | SI (medida aislamiento, opcional GFDI) | | | |

DATOS DE SALIDA

| | | | | |
|---|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Potencia nominal de salida (S/P ^{50°C}) | 1400 kVA/kW | 1500 kVA/kW | 1600 kVA/kW | 1700 kVA/kW |
| Potencia máxima de salida (S/P ^{25°C}) ⁽¹⁾ | 1565 kVA/kW | 1676 kVA/kW | 1788 kVA/kW | 1900 kVA/kW |
| Tensión nominal (3F +10%, -15%) | 515 V | 550 V | 585 V | 620 V |
| Corriente máxima (50°C) | 1583 A | | | |
| Corriente máxima (25°C) | 1770 A | | | |
| Frecuencia | 50/60 Hz | | | |
| Factor de Potencia | Ajustable (1 a potencia nominal) | | | |
| THD Salida | < 3% a potencia nominal | | | |
| Aislamiento galvánico | NO (Opción BT/MT-BT/BT) | | | |
| Rendimiento Máx. | 98,5 % | 98,6 % | 98,6 % | 98,7 % |
| Rendimiento EUR | 98,2 % | 98,2 % | 98,3 % | 98,4 % |
| Estructura de control | Lógica de control y DSP, Tecnología SVM | | | |
| Comunicaciones | Puerto de comunicaciones RS -485, Ethernet,... | | | |

PROTECCIONES


| | |
|------------------------|------------------------|
| Sobretensiones | Entradas y salida |
| Sobreintensidades | Entradas y salida |
| Polarización inversa | Sí |
| Sobrettemperatura | Sí |
| Frecuencia máx. / mín. | Sí |
| Tensión máx./mín. | Sí |
| Funcionamiento en isla | Desconexión automática |

DATOS GENERALES

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura de funcionamiento | - 20°C ... + 50°C ⁽²⁾⁽³⁾ |
| Humedad relativa | 0%-100% |
| Dimensiones (h x w x d) | 2.300 x 1.920 x 1780 mm |
| Peso | 3.200 Kg |
| Altitud | 1000 msnm ⁽³⁾ |
| Índice de Protección (IP) | IP54 |

⁽¹⁾ V red nominal; ⁽²⁾ derating 50-60°C; ⁽³⁾ Temp. máx. ajustar en 1,5°C cada 100m sobre altitud de referencia 1000m (ejemplo a 2200msnm : 50°C-(1,5*(2200-1000)/100) = 32°C); ⁽⁴⁾ S=f(Vac), S=Snom a Vac=1pu

Figura 7.5: Inverter – Caratteristiche Elettriche

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNES di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **IFX 6** rev1.0

2100 2250 2400 2550

DATOS DE ENTRADA

| | | | | |
|--|--|--------|-------|-------|
| Tensión MPPT mínima (FF=1) | 740 V | 790 V | 840 V | 890 V |
| Tensión MPPT máxima | 1170 V | 1250 V | | |
| Vacío máxima | 1400 V | 1500 V | | |
| Corriente máxima (25°C) | 3300 A | | | |
| Conexiones Paneles | 18 entradas | | | |
| Sistema de detección de fallo de aislamiento | SI (medida aislamiento, opcional GFDI) | | | |

DATOS DE SALIDA

| | | | | |
|---|--|-------------|-------------|-------------|
| Potencia nominal de salida (S/P ^{nom}) | 2100 kVA/kW | 2250 kVA/kW | 2400 kVA/kW | 2550 kVA/kW |
| Potencia máxima de salida (S/P ^{25°C}) ⁽¹⁾ | 2347 kVA/kW | 2515 kVA/kW | 2682 kVA/kW | 2850 kVA/kW |
| Tensión nominal (3F +10%, -15%) | 515 V | 550 V | 585 V | 620 V |
| Corriente máxima (50°C) | 2375 A | | | |
| Corriente máxima (25°C) | 2650 A | | | |
| Frecuencia | 50/60 Hz | | | |
| Factor de Potencia | Ajustable (1 a potencia nominal) | | | |
| THD Salida | < 3% a potencia nominal | | | |
| Aislamiento galvánico | NO (Opción BT/MT-BT/BT) | | | |
| Rendimiento Máx. | 98,5 % | 98,6 % | 98,6 % | 98,7 % |
| Rendimiento EUR | 98,2 % | 98,2 % | 98,3 % | 98,4 % |
| Estructura de control | Lógica de control y DSP, Tecnología SVM | | | |
| Comunicaciones | Puerto de comunicaciones RS -485, Ethernet,... | | | |

PROTECCIONES

| | |
|------------------------|------------------------|
| Sobretensiones | Entradas y salida |
| Sobreintensidades | Entradas y salida |
| Polarización inversa | Sí |
| Sobrettemperatura | Sí |
| Frecuencia máx. / mín. | Sí |
| Tensión máx./mín. | Sí |
| Funcionamiento en isla | Desconexión automática |


DATOS GENERALES

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura de funcionamiento | - 20°C ... + 50°C ⁽²⁾⁽³⁾ |
| Humedad relativa | 0%-100% |
| Dimensiones (h x w x d) | 2.300 x 2.870 x 1780 mm |
| Peso | 4.500 Kg |
| Altitud | 1000 msnm ⁽³⁾ |
| Índice de Protección (IP) | IP54 |

⁽¹⁾ V red nominal; ⁽²⁾ derating 50-60°C; ⁽³⁾ Temp. máx. ajustar en 1,5°C cada 100m sobre altitud de referencia 1000m (ejemplo a 2200msnm : 50°C-(1,5*(2200-1000)/100) = 32°C); ⁽⁴⁾ S=f(Vac), S=Snom a Vac=fpu

www.jemaenergy.com

Figura 7.6: Inverter – Caratteristiche Elettriche

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

8. CAVIDOTTI

La posa dei cavi elettrici costituenti gli impianti in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie di circuiti:

- energia elettrica;
- segnalazione e speciali;

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi delle canalizzazioni sono riportati negli schemi planimetrici di progetto.

8.1 TUBAZIONI

Le tubazioni impiegate per realizzare gli impianti saranno dei seguenti tipi:

- tubo flessibile in PVC autoestinguento, serie pesante, con Marchio di Qualità, conforme alle Norme EN 50086, con colorazione differenziata in base all'impiego, posato entro cavedio/parete prefabbricata o incassato a parete/pavimento
- tubo flessibile corrugato a doppia parete in polietilene alta densità, o tubo rigido in PVC serie pesante, conforme alle norme EN50086 per posa interrata 450N; caratteristiche dello scavo e la profondità di interrimento sono dettagliatamente riportate negli elaborati grafici di progetto


Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, in ogni caso non inferiore a 16 mm.

I cavi avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità; nei punti di derivazione dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

9. CAVI ELETTRICI

Negli impianti saranno impiegate le seguenti tipologie di cavi in funzione delle condizioni di posa:

- cavo multipolare/unipolare in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7 sotto guaina di PVC, tipo FG7(O)R 0,6/1 kV, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-13, da posare prevalentemente in tubazioni interrate;
- cavo multipolare/unipolare in rame isolato e schermato in gomma etilenpropilenica qualità G7 sotto guaina di PVC, tipo FG7(O)H2R 0,6/1 kV, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-13, da posare prevalentemente in tubazioni interrate per il cablaggio degli inverter e per la posa delle linee di produzione.
- cavo unipolare in rame isolato in PVC, tipo NO7V-K, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-20, da posare in tubazioni isolanti interrate.

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

- Cavo Solare: Cavo unipolare flessibile stagnato per il cablaggio delle stringhe di moduli fotovoltaici del tipo FG21M21, Tensione Massima 1.800 V in corrente continua, Temperatura Massima di Esercizio 90°C;
- Cavo MT: ARG7 H1R, Cavi isolati in gomma HEPR di qualità G7 sotto guaina di PVC, conduttore in Alluminio, Tensione Nominale di Esercizio 18/30 kV;
- Cavo di segnale tipo FTP;

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale che si prevede di installare.

Le sezioni minime previste per i conduttori saranno:

- 2,5 mm² per le linee di distribuzione F.M.
- 1,5 mm² per le linee di distribuzione luce
- 0,5 mm² per i circuiti di comando e segnalazione

Nei circuiti trifase i conduttori di neutro potranno avere sezione inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, con il minimo di 16mm², purché il carico sia sostanzialmente equilibrato ed il conduttore di neutro sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea; in tutti gli altri casi al conduttore di neutro verrà data la stessa sezione dei conduttori di fase.


La sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

| | |
|----|---|
| Sp | = sezione del conduttore di protezione (mm ²) |
| I | = valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A) |
| t | = tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s) |
| K | = fattore il cui valore per i casi più comuni è dato nelle tabelle VI, VII, VIII e IX delle norme C.E.I. 64-8 e che per gli altri casi può essere calcolato come indicato nell'Appendice H delle stesse norme |

La sezione dei conduttori di protezione può essere anche determinata facendo riferimento alla seguente tabella, in questo caso non è in generale necessaria la verifica attraverso l'applicazione della formula precedente.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

Se dall'applicazione della tabella risultasse una sezione non unificata, sarà adottata la sezione unificata immediatamente superiore al valore calcolato.

Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori, la tabella si applica con riferimento al conduttore di fase di sezione più elevata:

| | |
|------------------|-------------|
| $S \leq 16$ | $S_p = S$ |
| $16 < S \leq 35$ | $S_p = 16$ |
| $S > 35$ | $S_p = S/2$ |

Dove:

| | |
|----------------|---|
| S | = sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mm ²) |
| S _p | = sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mm ²) |

I valori della tabella sono validi soltanto se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione sarà determinata in modo da avere conduttanza equivalente.

Se i conduttori di protezione non fanno parte della stessa condotta dei conduttori di fase la loro sezione non sarà inferiore a 6 mm²:

Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori sarà dimensionato in relazione alla sezione del conduttore di fase di sezione più elevata.

I cavi unipolari e le anime dei cavi multipolari saranno contraddistinti mediante le seguenti colorazioni:


- nero, grigio e marrone (conduttori di fase)
- blu chiaro (conduttore di neutro)
- bicolore giallo-verde (conduttori di terra, di protezione o equipotenziali)

La rilevazione delle sovracorrenti è stata prevista per tutti i conduttori di fase.

In ogni caso il conduttore di neutro non verrà mai interrotto prima del conduttore di fase o richiuso dopo la chiusura dello stesso.

Nella scelta e nella installazione dei cavi si è tenuto presente quanto segue:

- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V i cavi avranno tensione nominale non inferiore a 450/750 V;

| | | |
|---|---|-----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | Pagina 26 di 37 |

- per i circuiti di segnalazione e di comando è ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale non inferiore a 300/500 V, qualora posti in canalizzazioni distinte dai circuiti con tensioni superiori.

Le condutture non saranno causa di innesco o di propagazione d'incendio: saranno usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa.

Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii.

I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità.

10. CONNESSIONI E DERIVAZIONI

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata.

Negli impianti saranno pertanto utilizzate:

- cassette da incasso in materiale isolante autoestinguento (resistente fino 650° alla prova al filo incandescente CEI 23-19), con Marchio di Qualità, in esecuzione IP40, posate ad incasso nelle pareti
- cassette da esterno in pressofusione di alluminio, con Marchio di Qualità, in esecuzione IP55, posate in vista a parete/soffitto


Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo.

Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

Per quanto riguarda lo smistamento e l'ispezionabilità delle tubazioni interrate verranno impiegate prolunghe per pozzetti prefabbricati in cemento I chiusini saranno carrabili (ove previsto) costituiti dai seguenti materiali:

- cemento, per aree verdi o comunque non soggette a traffico veicolare;
- ghisa classe D400, per carreggiate stradali;

I pozzetti saranno installati in corrispondenza di ogni punto di deviazione delle tubazioni rispetto all'andamento rettilineo, in ogni punto di incrocio o di derivazione di altra tubazione e comunque ad una interdistanza non superiore a 25 m.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

11. IMPIANTO DI TERRA

Il dispersore di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo da 35 mm² e 50 mm² interrata a circa 0,5 m di profondità lungo il perimetro esterno della cabina di trasformazione e lungo il campo fotovoltaico, integrata da picchetti infissi nel terreno entro pozzetti ispezionabili.

Fanno parte integrante del sistema di dispersione le reti in acciaio annegate nel pavimento del locale trasformazione elettrica per rendere detto locale equipotenziale.

I locali tecnici saranno dotati di un proprio collettore di terra principale, costituito da una barratura in rame fissata a parete, a cui faranno capo i seguenti conduttori:

- il conduttore di terra proveniente dal dispersore;
- il conduttore di terra proveniente dei ferri di armatura (se presenti);
- il centro-stella (neutro) del trasformatore;
- il P.E. destinato al collegamento della carcassa del trasformatore;
- i conduttori destinati al collegamento dei chiusini dei cunicoli portacavi (se presenti);
- il nodo di terra dei Quadri Elettrici;


Dal nodo di terra principale saranno poi derivati tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali destinati al collegamento dei quadri di distribuzione e quindi di tutte le masse estranee dell'impianto.

Ad ogni quadro elettrico sarà associato un nodo di terra costituito da una barra in rame.

L'impianto di terra risulterà realizzato in conformità al Cap. 54 delle Norme CEI 64-8/5 e ad esso saranno collegate:

- le masse metalliche di tutte le apparecchiature elettriche;
- le masse metalliche estranee accessibili;
- i poli di terra delle prese a spina;


Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti.

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

PARTE II: RELAZIONE DEI CALCOLI ELETTRICI

12. RIFERIMENTI NORMATIVI

| | |
|------------------------------------|--|
| CEI 11-25 2001 II Ed. (IEC 909) | Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte =: calcolo delle correnti. |
| CEI 11-28 1993 I Ed. (IEC 781) | Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione. |
| CEI 17-5 VIa Ed. 1998 | Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici. |
| CEI 23-3 1991 IV Ed. | Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impieghi domestici e simili. |
| CEI 33-5 Ia Ed. 1984 | Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 600V. |
| CEI 64-8 VIa Ed. 1998 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. |
| IEC 364-5-523 | Wiring System. Current-carrying capacities. |
| CEI UNEL 35023 – 1970 | Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 – cadute di tensione. |
| CEI UNEL 34024/1 1997 | 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 34024/2 1997 | Cavi elettrici ad isolamento minerale 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 2000 | Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente continua in regime permanente per posa interrata. |
| CEI 11-1 IXa Ed. 1999 | Impianto di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. |
| CEI 11-17 IIa Ed. 1997 | Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. |
| CEI 11-35 Ia Ed. 1996 | Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente. |
| CEI 17-1 Va Ed. 1998 | Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V. |
| CEI 17-4 | Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000 V |
| 17-9/1 | Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV e inferiore a 52 kV. |
| 17-46 | Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili ad alta tensione per corrente alternata. |
| CEI 17-41 | Contattori elettromeccanici per usi domestici e simili |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

13. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Tutti i materiali ed i componenti di cui è previsto l'impiego, dovranno essere scelti tra le primarie imprese costruttrici e fornitrici, con l'obbligo di essere contraddistinti dal MARCHIO ITALIANO DI QUALITA' (IMQ) e marchio (CE).

Gli impianti dovranno essere conformi alle prescrizioni dei seguenti Soggetti:

- GESTORE LOCALE DI TELEFONIA e TELECOM;
- GESTORE LOCALE DI RETE ed ENEL;
- VV.FF.;

di competenza sul territorio, ai quali ci si dovrà obbligatoriamente rivolgere per assumere eventuali dati tecnici necessari per una corretta organizzazione e conduzione dei lavori.

Tutti gli impianti dovranno inoltre essere eseguiti a perfetta regola d'arte, conformemente alle normative vigenti, nonché alle leggi, alle quali si farà riferimento per ogni eventuale contestazione tecnica e in sede di collaudo tecnico.

14. DETERMINAZIONE DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti di impiego è stato eseguito in base alla seguente relazione:

$$I_b = \frac{P_d}{K_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $K_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $K_{ca} = 1,73$ sistema trifase, tre conduttori attivi;

Se la rete è in corrente continua in fattore di potenza φ è pari a 1.


Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$P_1 = I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi)$$

$$P_2 = I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right)$$

$$P_3 = I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right)$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

$$V_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

Nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza P_n , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_d$ a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

Per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\sum Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

15. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (paragrafo 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$


$$b) \quad I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

Dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente;

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla I_{zmin} . Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1,45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 124 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere o uguale a 1,45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, quindi, protette contro le sovratensioni.

16. INTEGRALE DI JOULE


Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la seguente relazione:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8(4) (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però delle note che permettono, in attesa di disposizioni diverse, la loro determinazione:

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3)

- | | |
|--|-----------|
| - Cavo in rame e isolato in PVC: | $K = 115$ |
| - Cavo in rame e isolato in gomma G: | $K = 135$ |
| - Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: : | $K = 143$ |
| - Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: | $K = 115$ |
| - Cavo in rame serie L nudo: | $K = 200$ |
| - Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: | $K = 115$ |

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

- Cavo in rame serie H nudo: K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5 – G7: K = 87

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 143
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 143
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in G: K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in G5 – G7: K = 116


I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie L nudo: K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: K = 115
- Cavo in rame serie H nudo: K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in G5 – G7: K = 94

17. CADUTE DI TENSIONE

Il calcolo delle cadute di tensione avviene settorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportato in percentuale rispetto alla tensione nominale.

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

$$cdt(I_b) = K_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Con:

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt} = 1,73$ per sistemi trifase;

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono automaticamente ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare(multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, mentre il secondo è riferito a 50 Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta $X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriali, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte dell'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

18. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:


- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro si almeno uguale a 16 mm² se il conduttore in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio;

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

19. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro;

$$S_f < 16mm^2 : \quad S_{PE} = S_f$$

$$16 < S_f < 35mm^2 : \quad S_{PE} = 16mm^2$$

$$S_f < 35mm^2 : \quad S_{PE} = S_f / 2$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule.

20. CALCOLO DEI GUASTI

Nel calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di corto circuito minime e massimo immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto fase terra (di simmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico);

Le correnti a valle della protezione sono individuate dalle correnti di guasto a fondo linea della utenza a monte.

21. CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTO CIRCUITO

Il calcolo viene condotto nelle seguenti condizioni:

- a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione 1;
- b) impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.


La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20°C, partendo dalla resistenza a 80°C, data dalla tabella UNEL 35023-70, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0,004)} \right)$$

Nota poi dalla stessa tabella la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così l'impedenza di guasto minima a fine utenza.

| | | |
|---|--|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omeopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoneutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$

$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Dove le resistenze $R_{dcavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omeopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro di ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$

$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = 3 \cdot X_{anello_guasto}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, dell'utenza a monte, espressi in mΩ:


$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$

$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$

$$R_{0Neutro} = R_{0cavoneutro} + R_{0monteNeutro}$$

$$X_{0Neutro} = X_{0cavoneutro} + X_{0monteNeutro}$$

$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMOICO OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

Per le utenze in condotto sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro \min} = \frac{1}{3} \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di corto circuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutromax}$, fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} Z_{k \min}}$$

$$I_{k1Neutro \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} Z_{k1Neutro \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$


$$I_{p1Neutro} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutro \max}$$

$$I_{p1PE} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = K \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Dove:

$$K \approx 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

| | | |
|---|---|----------------|
| ELABORATO: 020134 | COMUNI di SALICE SALENTINO (LE), GUAGNANO (LE) e SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) | Rev.: 04/22 |
|  | REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 42.334,24 kW (DC) E CON CONNESSIONE ALLA RTN PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE PARI A 40.000,00 kW (AC) CON INTEGRATO UN PIANO AGRONOMICAMENTE OTTIMIZZATO PER LE CARATTERISTICHE AGRICOLE DELL'AREA | Data: 15/10/22 |
| | RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI | |

22. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali del conduttore e di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo la quale si dimensiona la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza I_{kmax} ;
- taratura di intervento della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione con i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea (I_{magmax});

23. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par. 434.3 "caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

Ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione fra le curve.

Roma, li 15/10/2022

In Fede
Il Tecnico
(Bott. Ing. Luca Ferracuti/Pompa)

