



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE PUGLIA
COMUNE di FOGGIA

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|---|--------------------------------|--|--------------|--|--|--|
| Progettazione e Coordinamento | Ing. Giovanni Cis Tel. 349 0737323 E-Mail: giovanni.cis@ingpec.eu | | | | | | | |
| Studio Ambientale | Arch. Antonio Demaio Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: info@studiovega.org | | | | | | | |
| Studio Naturalistico | Studio Archeologico | Dott. Forestale Luigi Lupo Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it | | | | | | |
| Studio Geologico | Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793 Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it | | Progettazione Elettromeccanica | Ing. Giovanni Cis Tel. +39 349.0737323 - E-Mail: giovanni.cis@ingpec.eu | | | | |
| Proponente | Via Aterno, 108 66020 San Giovanni Teatino (CH) – P.IVA 04217120718 | | EPC | Via Aterno, 108 66020 San Giovanni Teatino (CH) – P.IVA 04217120718 | | | | |
| Opera | PROGETTO PER UN IMPIANTO DI PRODUZIONE AGROVOLTAICO INTEGRATO DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) IN LOCALITA' "BORGO MEZZANONE - MACCHIA ROTONDA" | | | | | | | |
| Oggetto | Folder XWIGHTH6_Progetto definitivo.zip | | | | | | | |
| | Nome file XWIGHTH6_Disciplinare | | | | | | | |
| | Descrizione elaborato Disciplinare Tecnico del progetto dell'impianto agrovoltaico | | | | | | | |
| 02 | Febbraio 2022 | Emissione per progetto definitivo | G.C. | Ing. Giovanni Cis | IPC PUGLIA | | | |
| Rev. | Data | Oggetto della revisione: presentazione V.I.A. statale | Elaborazione | Verifica | Approvazione | | | |
| Scala: Formato: A4 | Codice Pratica XWIGHTH6 | | | | | | | |

1. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DELL'IMPIANTO

Il presente documento rappresenta il Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici relativo al progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare di potenza di picco pari a 48,635 MWp su tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) nel Comune di Foggia (Contrada "Macchia Rotonda") e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO (MAPPA DI GOOGLE EARTH)

L'area di interesse è situata nel Comune di Manfredonia in provincia di Foggia su un terreno completamente pianeggiante. L'impianto fotovoltaico è raggiungibile direttamente dalla SP70 accedendo ad una strada adiacente all'area di impianto.



3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto sarà costituito da **87.630** moduli fotovoltaici, montati su inseguitori mono-assiali con orientamento nord-sud (chiamati anche tracker), uniformemente distribuiti su una superficie complessiva di circa **58 ha**, per una potenza di picco complessiva dell'impianto pari a **MWp 48,635** pari a che ipotizzando una insolazione media annua di **1900 ore** darà luogo a una produzione totale lorda di circa pari a **82.555 MW/ anno**.

L'impianto sarà composto da n. **87.630** moduli, aventi potenza di picco **555Wp**, e dimensione di **1.096 mm x 2.438 mm**, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare monoassiale. I moduli sono montati sulla struttura lungo il lato lungo su una sola fila, per una larghezza complessiva della superficie radiante di **4,40m**; i moduli hanno la possibilità di ruotare in direzione Est-Ovest secondo un angolo di inclinazione da **+60° a -60°** così da ottimizzare la produzione di energia elettrica. L'interasse tra file (pitch) è di **9.00 mt**.

La scelta progettuale, in questa fase autorizzativa, è ricaduta sull'inseguitore monoassiale **Arctech Skysmart** prodotto dalla **ARCTECH SOLAR PV-tracker**; in particolare sono state previste tre modularità standard di strutture, ciascuna con proprio gruppo di motorizzazione centrale: da **3**, da **2** o da **1** singola stringa con capacità di installazione rispettivamente di **90**, **60** e **30** moduli fotovoltaici. Il gruppo di movimentazione è dotato di alimentazione propria ordinaria nonché di gruppo di accumulo dedicato.


L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in **12** sotto-campi che fanno capo, mediante elettrodotti interrati in MT, ad una cabina di Raccolta da cui parte un elettrodotto dorsale MT a **30 kV** per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione MT/AT. In ciascuno sotto-campo affrisce una propria cabinaditrasformazioneDC/ACeBT/MT.

L'impianto agrovoltaiico sarà completamente integrato tra i filari con un impianto olivicolo super-intensivo. Dopo i primi **2** anni di assenza di reddito, da imputare al costo dell'impianto e la fase improduttiva dell'oliveto, a partire dal **3°** anno, inizia la fase produttiva e di redditività in progressiva crescita negli anni del ciclo. Con l'entrata in produzione dell'oliveto, è prevista la raccolta con una scavallatrice integrale **New Holland**, che può essere utilizzata adattando le testate per la potatura meccanica. La gestione dell'impianto di irrigazione sarà orientato alla produzione di bassi volumi d'adacquamento, al fine di perseguire un risparmio idrico durante il ciclo produttivo dell'oliveto. Al fine di raggiungere questo obiettivo si prevede di utilizzare sistemi integrati digitalizzati **DSS**, sia per il calcolo dei bilanci idrici e di consumi, sia per una ottimizzazione della risorsa idrica attraverso una risorsa idrica in campo.


3.1 Pannelli fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico è costituito dai predetti **87.630** moduli fotovoltaici in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato dotato di una potenza nominale pari a **555Wp**, costruito da **Trina Solar**, modello **Vertex TSM₇DE19(II)555**, basato sulla cella solare monocristallina Mono PERC caratterizzata da un'alta efficienza di conversione (fino al **21,2%**), oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa, quantificata dal costruttore in circa il **15%** dopo **25** anni. In sede di progettazione definitiva, prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare la scelta verso altre tipologia di pannelli.

Mono Multi Solutions
Preliminary



THE
Vertex
BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE



555W
MAXIMUM POWER OUTPUT

21.2%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS: TSM-DE19M(IU) | POWER RANGE: 535-555W

High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation: extended 30-year warranty
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on investment

High power up to 555W

- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

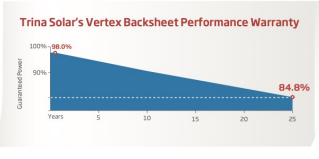
High reliability

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

High energy yield


- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty



Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System

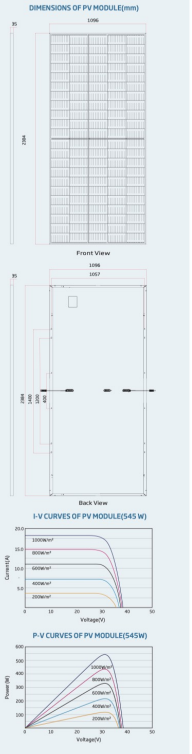


Trinasolar

Vertex

BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

DIMENSIONS OF PV MODULE (mm)



ELECTRICAL DATA (STC)

| | 535 | 540 | 545 | 550 | 555 |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|
| Peak Power Watts - P _{max} (Wp)* | 535 | 540 | 545 | 550 | 555 |
| Power Tolerance - P _{max} (W) | 0 ~ +5 | | | | |
| Maximum Power Voltage - V _{mp} (V) | 31.0 | 31.2 | 31.4 | 31.6 | 31.8 |
| Maximum Power Current - I _{mp} (A) | 17.28 | 17.33 | 17.37 | 17.40 | 17.45 |
| Open Circuit Voltage - V _{oc} (V) | 37.3 | 37.5 | 37.7 | 37.9 | 38.1 |
| Short Circuit Current - I _{sc} (A) | 18.36 | 18.41 | 18.47 | 18.52 | 18.56 |
| Module Efficiency η _m (%) | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.0 | 21.2 |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5, Measuring tolerance: ±0.5%

ELECTRICAL DATA (NMOT)

| | 411 | 415 | 419 | 423 | 427 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power - P _{max} (Wp) | 411 | 415 | 419 | 423 | 427 |
| Maximum Power Voltage - V _{mp} (V) | 29.2 | 29.4 | 29.6 | 29.8 | 30.0 |
| Maximum Power Current - I _{mp} (A) | 14.06 | 14.10 | 14.15 | 14.19 | 14.23 |
| Open Circuit Voltage - V _{oc} (V) | 35.6 | 35.7 | 35.9 | 36.1 | 36.3 |
| Short Circuit Current - I _{sc} (A) | 14.77 | 14.81 | 14.86 | 14.90 | 14.93 |

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

MECHANICAL DATA

| | |
|----------------------|---|
| Solar Cells | Monocrystalline |
| No. of cells | 110 cells |
| Module Dimensions | 2384*1096*35 mm (93.86*43.15*1.38 inches) |
| Weight | 28.6 kg (63.1 lb) |
| Class | 3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass |
| Encapsulant material | EVA |
| Backsheet | White |
| Frame | 35mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm (11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm (55.12/55.12 inches) |
| Connector | MCA EVQ2 / TS4* |

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

| | | | | |
|---|--------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| NMOT (Minimum Module Operating Temperature) | 39°C (102°F) | MAXIMUM RATINGS | Operational Temperature | -40~+85°C |
| Temperature Coefficient of P _{max} | -0.34%/°C | Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) | |
| Temperature Coefficient of V _{oc} | -0.26%/°C | Max Series Fuse Rating | 30A | |
| Temperature Coefficient of I _{sc} | 0.04%/°C | | | |

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

WARRANTY

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 12 year Product Workmanship Warranty | PACKAGING CONFIGURATION |
| 25 year Power Warranty | Modules per box: 31 pieces |
| 2% First year degradation | Modules per 40' container: 558 pieces |
| 0.55% Annual Power Attenuation | |

(Please refer to product warranty for details)

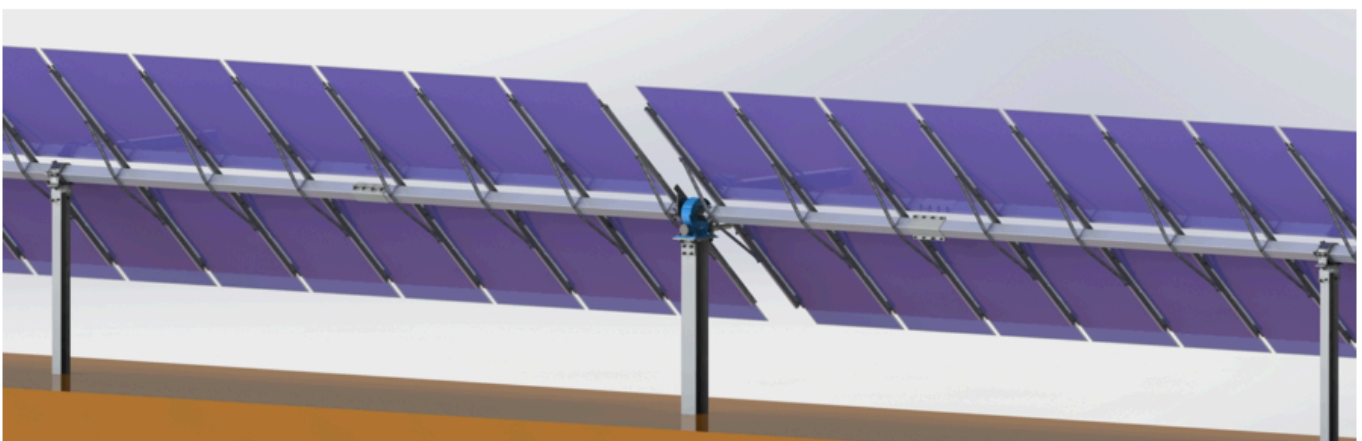
Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2020 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Version number: TSM_EN_2020_PA1 www.trinasolar.com

Fig. 2. Caratteristiche dimensionali del modulo fotovoltaico

3.2 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker)

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento solare di tipo “mono-assiale” che girano attorno ad **asse polare** (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo all’asse di rotazione terrestre nord-sud) del tipo **SkySmart** prodotto dalla **ARCTECH** che consente di realizzare gruppo ad inseguimento di lunghezza fino a 90m con un unico gruppo motorizzato centrale in corrente continua, alimentato da un sistema isolato costituito da un pannello fotovoltaico ed un gruppo di accumulo dedicato.



| CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO | | |
|---|-----|-------------------------|
| Interdistanza (pitch) (I) | [m] | 9.0 |
| Lunghezza blocco ad inseguimento (L) | [m] | 50,30m, 33,68m e 17,07m |
| Altezza minima dal terreno (D) | [m] | 0,65 |

Tab. 1. Specifiche dimensioni macroscopiche del sistema tracker.

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad una pitch di 9.0m, che rappresenta un compromesso tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica (all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e quella di massimizzare la potenza di picco installata.

3.3 Collegamenti elettrici nel campo fotovoltaico

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 30 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", ubicati sul retro della struttura portante. 24 stringhe verranno fatte confluire in un quadro di stringa (o stringbox), mentre un max di 10 stringbox verranno connesse ad un 1 inverter.

3.4 Inverter solare

Nelle 12 cabine da 3400 kVA è previsto l'impiego SUNGROW modello SG3400HV-MV che presenta le seguenti caratteristiche:

- max tensione in ingresso 1500 V
- max corrente in regime MPPT 4178 A
- range di tensione MPPT 875-1300 V
- numero ingressi DC 18-24
- n° inseguitori indipendenti 1
- tensione nominale AC 3437 kVA a 50°C 600 V
- max corrente in uscita 3.458 A
- max distorsione armonica 3%

L'inverter è in esecuzione stagna, dimensioni 6.058*2.896*2.438 mm, e integra sezionatori di ingresso lato DC, diodi anti inversione di polarità, fusibili di stringa, scaricatori lato DC e lato AC, filtri e protezione dei guasti contro terra. In uscita AC è previsto un interruttore automatico che assume la funzione di DDG.

Di seguito allegata scheda tecnica delle megastation.

SG3400HV-MV-20

SUNGROW
Clean power for all

MV Turnkey Station for 1500 Vdc System - MV Separate Transformer + RMU



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99 %

EASY O&M

- Integrated current, voltage and MV parameters monitoring function for online analysis and fast trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

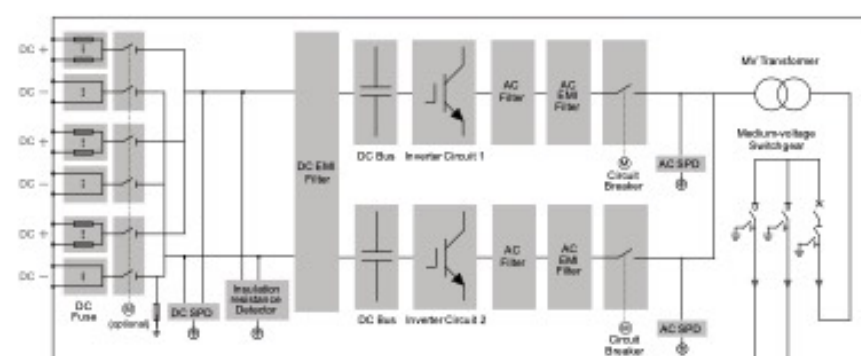
SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 20-foot container design
- DC 1500 V system, low system cost
- Integrated MV transformer and switchgear
- Q at night function optional

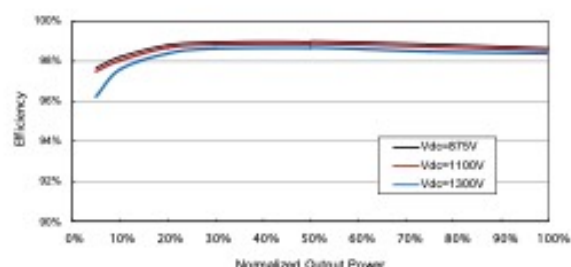
GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE (SG3400HV-20)



SG3400HV-MV-20

| | |
|---|---|
| Type designation | SG3400HV-MV-20 |
| Input (DC) | |
| Max. PV input voltage | |
| Min. PV input voltage / Startup input voltage | 875 V / 915 V |
| MPP voltage range for nominal power | 875 – 1300 V |
| No. of independent MPP inputs | |
| No. of DC inputs | 21 (optional: 24 negative grounding or floating; 28 negative grounding) |
| Max. PV input current | 4178 A |
| Output (AC) | |
| AC output power | 3593 kVA@ 25 °C / 3437 kVA@ 45 °C |
| Max. AC output current | 3458 A |
| AC voltage range | 10 – 35 kV |
| Nominal grid frequency / Grid frequency range | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz |
| THD | < 3 % (at nominal power) |
| DC current injection | < 0.5 % I _n |
| Power factor at nominal power / Adjustable power factor | > 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging |
| Feed-in phases / Connection phases | 3 / 3 |
| Efficiency | |
| Inverter Max. efficiency | 99.0 % |
| Inverter Euro. efficiency | 98.7 % |
| Transformer | |
| Transformer rated power | 3437 kVA |
| Transformer max. power | 3593 kVA |
| LV / MV voltage | 0.6 kV / 10 – 35 kV |
| Transformer vector | Dy11 |
| Transformer cooling type | ONAN (Oil Natural Air Natural) |
| Oil type | Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request |
| Protection and Function | |
| DC input protection | Load break switch + fuse |
| Inverter output protection | Circuit breaker |
| AC MV output protection | Circuit breaker |
| Overvoltage protection | DC Type I + II / AC Type II |
| Grid monitoring / Ground fault monitoring | Yes / Yes |
| Insulation monitoring | Yes |
| Overheat protection | Yes |
| Q at night function | Optional |
| General Data | |
| Dimensions (W*H*D) | 6058 * 2896 * 2438 mm |
| Weight | 17T |
| Degree of protection | IP54 (Inverter: IP55) |
| Auxiliary power supply | 415 V, 15 kVA (Optional: max. 40 kVA) |
| Operating ambient temperature range | -35 to 60 °C (> 45 °C derating) |
| Allowable relative humidity range (non-condensing) | 0 – 95 % |
| Cooling method | Temperature controlled forced air cooling |
| Max. operating altitude | 1000 m (standard) / > 1000 m (optional) |
| Display | Touch screen |
| Communication | Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber |
| Compliance | CE, IEC 62109, IEC 62116, IEC 61727 |
| Grid support | Q at night function (optional), L / HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control |

3.5 Riepilogo costituzione impianto agrovoltaico

In definitiva l'impianto fotovoltaico sarà caratterizzato da:

1. 87.630 moduli fotovoltaici della potenza di 555Wp cadauno;
2. 12 Megastation
3. 2921 stringhe da 30 moduli ciascuna
4. 122 cassette di stringa (stringbox);
5. 1 elettrodotto dorsale per la connessione alla RTN.
6. 1 cabina di raccolta
7. numero 57.319 piante di olivo con annesso impianto di irrigazione

3.6 Descrizione tecnica della connessione alla rete TERNA

La proponente IPC Puglia S.r.l. ha ottenuto Preventivo di Connessione dal Gestore di rete TERNA SpA, la cui STMG prevede la connessione in antenna a 150kV sulla Stazione Elettrica (SE) a della RTN Manfredonia, stabilendo altresì la necessità di condivisione dello Stallo in Stazione con altri operatori di impianti di produzione.

3.8 Descrizione delle opere

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

- Impianto di produzione di energia elettrica solare fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT;
- Impianto di connessione alla rete elettrica MT;
- Realizzazione di cabine di contenimento delle apparecchiature di media tensione per la ricezione delle condutture in media tensione provenienti dal campo fotovoltaico, distribuzione elettrica in bassa tensione interna al campo fotovoltaico;
- Impianto elettrico al servizio dei manufatti trasformazione;
- Un arboreto super-intensivo SHD 2.0 di olive da olio formato da numer 57.319 piante

- Impianto di alimentazione utenze in continuità tramite UPS.
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici ed illuminazione esterna;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione);
- Videosorveglianza;
- Impianto di terra.

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

- Realizzazione di una cabina principale di distribuzione interna al campo agrovoltico in media tensione 30 kV;
- Posa in opera dei quadri generali in MT;
- Posa in opera dei quadri elettrici in MT e BT;
- Posa in opera dei quadri elettrici di campo in corrente continua con tensione massima fino a 1.500V;
- Realizzazione di tutte le condutture principali di distribuzione elettrica in uscita dai Quadri Generali ed alimentanti i vari quadri/utenze;
- Realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. relativi ai cabinati comprensivi di corpi illuminanti, prese, condutture di alimentazione e relative opere murarie;
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti a led e dalle relative condutture di alimentazione;
- Esecuzione delle opere di assistenza muraria e dei cunicoli relativi alle cabine elettriche previste;
- Posa della conduttura di alimentazione principale e per il dispersore di terra, comprensivi della fornitura e posa in opera di pozzetti in c.a. con chiusino carrabile (ove previsto);
- Realizzazione dell'impianto di terra ed equipotenziale costituito da un sistema misto con picchetti e corda di rame lungo il perimetro dell'edificio, dotato di collettori di terra, e le connessioni dai conduttori di terra ai conduttori di protezione ed equipotenziali e da tutti i collegamenti PE ed equipotenziali;
- Realizzazione dell'impianto di videosorveglianza comprensivo della centrale, delle videocamere disposte nel perimetro di impianto, dei pali di sostegno e delle condutture ad essi relativi;

- Realizzazione di una sistema di comunicazione tramite fibra ottica e/o rame per la trasmissione dei dati di controllo e gestione dell'impianto fotovoltaico nonché dei segnali di videosorveglianza ed allarme. Tale sistema interconetterà principalmente tutte le cabine di campo, la cabina di distribuzione e le telecamere.

4. SPECIFICHE TECNICHE PER LE OPERE ELETTRICHE DICAMPO

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

L'ottimizzazione dell'efficienza di produzione di energia elettrica è realizzata mediante orientamento dinamico dei moduli FV mediante tracker mono-assiali ad inseguimento solare (est-ovest).

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

4.1 Descrizione della centrale fotovoltaica

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

- Moduli fotovoltaici;
- Stringbox;
- Inverter.
- Sungrowpower, costituite a loro volta da:
 - Quadro Quadro Generale bt di cabina di trasformazione;
 - Trasformatore di potenza bt/MT;
 - Quadro di media tensione MT;
 - Quadro servizi ausiliari di bt;
 - Trasformatore bt/bt per alimentazione degli ausiliari di cabina;
 - Sistema di dissipazione del calore e controllo temperatura ambiente di cabina;
 - Misura di potenza, energia, parametri metereologici e Performance dell'impianto;
 - Apparecchiature di misura;
 - Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli;
 - Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto;
 - Valutazioni delle prestazioni di energia;
 - Valutazioni delle prestazioni di potenza;

- Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici;
- Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico;
- Sistema SCADA ed RTU e telecontrollo;
- Cavi di controllo e TLC;
- Sistema di sicurezza antintrusione;
- Cavi di potenza MT e bt;
- Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico;
- Impianto di illuminazione;

4.2 Moduli Fotovoltaici

4.2.1 Caratteristiche elettriche e Meccaniche dei moduli per impianti fotovoltaici fissi

I moduli fotovoltaici saranno scelti in modo da avere valori di efficienza tali da minimizzare i costi proporzionali all'area dell'impianto nonché in funzione dei requisiti funzionali, strutturali ed architettonici richiesti dall'installazione stessa e avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo deve essere accompagnato da un data-sheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termo-degradazione, possa durare nel tempo apposto sopra il modulo fotovoltaico, riportante le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

4.2.2 Caratteristiche principali del generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, di potenza pari a circa 48,635 MWp, verrà realizzato mediante l'installazione dei moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento (tracker monoassiali Est-Ovest).

L'impianto verrà strutturato in 12 sottocampi, ciascuno servito da una megastation con il compito di convertire la corrente continua in corrente alternata (inverter 1500 Vdc) e di elevare, per mezzo di un trasformatore in olio, la tensione fino a 30 kV per la successiva distribuzione MT fino alla cabina di consegna.

4.2.3 Dati costruttivi dei moduli identificati in progetto

Il pannello è basato sulla cella solare monocristallina Mono PERC caratterizzata da un'alta efficienza di conversione (fino al 21.2%), oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa,

quantificata dal costruttore in circa il 15% dopo 25 anni.

Di seguito il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.



BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

I-V CURVES OF PV MODULE(545 W)

P-V CURVES OF PV MODULE(545W)

| ELECTRICAL DATA (STC) | | | | | |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Peak Power Watts- P_{max} (Wp)* | 535 | 540 | 545 | 550 | 555 |
| Power Tolerance- P_{max} (W) | 0 ~ +5 | | | | |
| Maximum Power Voltage- V_{MP} (V) | 31.0 | 31.2 | 31.4 | 31.6 | 31.8 |
| Maximum Power Current- I_{MP} (A) | 17.28 | 17.33 | 17.37 | 17.40 | 17.45 |
| Open Circuit Voltage- V_{OC} (V) | 37.3 | 37.5 | 37.7 | 37.9 | 38.1 |
| Short Circuit Current- I_{SC} (A) | 18.36 | 18.41 | 18.47 | 18.52 | 18.56 |
| Module Efficiency η (%) | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.0 | 21.2 |

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

| ELECTRICAL DATA (NMOT) | | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power- P_{max} (Wp) | 411 | 415 | 419 | 423 | 427 |
| Maximum Power Voltage- V_{MP} (V) | 29.2 | 29.4 | 29.6 | 29.8 | 30.0 |
| Maximum Power Current- I_{MP} (A) | 14.06 | 14.10 | 14.15 | 14.19 | 14.23 |
| Open Circuit Voltage- V_{OC} (V) | 35.6 | 35.7 | 35.9 | 36.1 | 36.3 |
| Short Circuit Current- I_{SC} (A) | 14.77 | 14.81 | 14.86 | 14.90 | 14.93 |

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

| MECHANICAL DATA | |
|----------------------|---|
| Solar Cells | Monocrystalline |
| No. of cells | 110 cells |
| Module Dimensions | 2384*1096*35 mm (93.86*43.15*1.38 inches) |
| Weight | 28.6 kg (63.1 lb) |
| Glass | 3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass |
| Encapsulant material | EVA |
| Backsheet | White |
| Frame | 35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches) |
| Connector | MC4 EVO2 / TS4* |

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

| TEMPERATURE RATINGS | | MAXIMUM RATINGS | |
|--|-------------|-------------------------|----------------|
| NMOT(Nominal Module Operating Temperature) | 39°C (±3°C) | Operational Temperature | -40~+85°C |
| Temperature Coefficient of P_{max} | -0.34%/°C | Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) |
| Temperature Coefficient of V_{OC} | -0.25%/°C | Max Series Fuse Rating | 30A |
| Temperature Coefficient of I_{SC} | 0.04%/°C | | |

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

| WARRANTY | PACKAGING CONFIGURATION |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 12 year Product Workmanship Warranty | Modules per box: 31 pieces |
| 25 year Power Warranty | Modules per 40' container: 558 pieces |
| 2% first year degradation | |
| 0.55% Annual Power Attenuation | |

(Please refer to product warranty for details)



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2020 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Version number: TSM_EN_2020_PA1 www.trinasolar.com

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- Almeno 10 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 25 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 80 %;
- 12 anni di garanzia del rendimento non inferiore al 90 %;
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Certificati: IEC 61215 & IEC 61730-2 IEC 61701, IEC 62716, IEC 62084 [maxvoltage: 1500Vdc –

application Class A];

- OHSAS 18001:2007 - UNI EN ISO 14001:2004;
- Il fornitore dei moduli dovrà aderire ad un consorzio di riciclo e dovrà dichiarare il nome del consorzio a cui aderisce;
- Marcatura CE.

I moduli saranno connessi in serie tra loro, in modo da formare stringhe da 26 moduli, per mezzo di cavi con conduttori in rame isolati in EPR, con tensione di isolamento 1500 Vdc e idonei per la posa fissa in ambiente esterno e soprattutto resistenti alla radiazione solare (Cavi tipo H1Z2Z2-K (ex FG21M21) – c.d. “cavi solari”). Come sopra accennato, ciascuna stringa è quindi collegata direttamente ad uno degli ingressi delle sezioni MPPT degli inverter come dettagliato negli schemi elettrici riportati nelle tavole grafiche.

I moduli saranno inoltre fissati alle strutture di sostegno ad inseguimento mediante viti e dadi anti effrazione.

4.3 Quadri parallelo di stringa

Verranno impiegati dei quadri di parallelo stringa.

I vari quadri di parallelo stringa posti in campo, ai quali saranno connesse le stringhe, conterranno un sezionatore generale e, come protezione per le stringhe stesse, opportuni fusibili nel rispetto delle norme impiantistiche (CEI 64-8, CEI 82-25 v.3).

Esso sarà inoltre dotato delle apparecchiature necessarie per il monitoraggio delle stringhe ad esso afferenti e di uno scaricatore di sovratensione (SPD).

Infine una porta di uscita seriale RS485 permetterà il suo collegamento al sistema generale di telecontrollo.

L'impianto prevede, nel complesso, n.122 Quadri di Stringa che effettuano il parallelo delle stringhe.

I quadri sono realizzati in materiale isolante idonei per installazione all'esterno con grado di protezione IP 65.

Ogni quadro di stringa sarà dotato dei seguenti organi di sezionamento e/o protezione:

▪ Sull'arrivo delle stringhe:

- un fusibile di protezione da 12A per ogni stringa, laddove vi sono stringhe in parallelo vi sarà un fusibile da 20A;

- un sensore di corrente per ogni stringa;

- convertitori e alimentatore.

▪ Sulla partenza:

- un sezionatore di carico bipolare.

I quadri di stringa saranno installati il più vicino possibile alle stringhe e collegati agli inverter modulari

mediante cavi di adeguata sezione posati in cavidotti interrati.

4.4 Inverter e cabine di campo (trasformatore)

Nell'impianto in progetto sono previsti inverter SUNGROWPOWER SG3400HV-MV-20 le cui caratteristiche sono riportate di seguito:

PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

| | |
|----------------------|---------|
| Vmin [V] | 800-840 |
| Vmax [V] | 1500 |
| Max PV input current | 4178 A |

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

| | |
|------------------------------|--------|
| Potenza nominale @45°C [kVA] | 3437 |
| Tensione nominale [V] | 640 |
| Distorsione corrente [%] | 3 |
| Frequenza [Hz] | 50÷60 |
| Rendimento europeo [%] | >99,00 |

CARATTERISTICHE MECCANICHE

| | |
|-----------------------|----------------|
| Dimensioni LxPxH [mm] | 6058x2896x2438 |
| Peso [kg] | 18000 |

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

Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109 2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series; Annexes A68 e A70 TERNA.

La parte di trasformazione inclusa nello stesso cabinato ha le seguenti caratteristiche:

| Transformer | |
|---|---|
| Transformer rated power | 3437 kVA |
| Transformer max. power | 3593 kVA |
| LV / MV voltage | 0.6 kV / 10 – 35 kV |
| Transformer vector | Dy11 |
| Transformer cooling type | ONAN (Oil Natural Air Natural) |
| Oil type | Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request |
| Protection and Function | |
| DC input protection | Load break switch + fuse |
| Inverter output protection | Circuit breaker |
| AC MV output protection | Circuit breaker |
| Overvoltage protection | DC Type I + II / A C Type II |
| Grid monitoring / Ground fault monitoring | Yes / Yes |
| Insulation monitoring | Yes |
| Overheat protection | Yes |
| Q at night function | Optional |

4.4.1 Quadro generale BT di cabina di trasformazione (Power Center)

In ogni megastation sarà presente un quadro generale di bassa tensione (Power Center) in AC su cui si attestano le linee, trifase con neutro, in bt provenienti dai diversi inverter. Il quadro avrà una tensione nominale di esercizio di 800 Vac e corrente nominale di impiego pari a 2500 A indipendentemente dalla potenza del trasformatore; ciò al fine di standardizzare il più possibile le apparecchiature di bt utilizzate. Il quadro sarà rispondente alla norma EN 61439-1 (CEI 17-113) " *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali*" e la EN 61439-2 (CEI 17- 114), " *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza* ".

Il quadro di potenza che permette una semplice connessione degli Inverter al trasformatore elevatore bt/MT comprende al suo interno i TA ed i TV per la lettura fiscale dell'energia prodotta. Gli interruttori da installare saranno provvisti di idonee caratteristiche già indicate negli schemi di progetto. Le dotazioni minime saranno:

1. Apparecchiature motorizzate per consentire il comando automatico e/o da remoto;
2. Apparecchiature con sganciatori elettronici per consentire una regolazione fine e quindi consentire di impostare una adeguata selettività verticale e orizzontale delle apparecchiature ovvero anche una protezione logica;
3. Apparecchiature con logica collegabile in rete mediante MODBUS o sistemi di comunicazione analogica, per consentire la supervisione del loro stato ovvero di estrapolare i suoi parametri da visualizzare in remoto mediante il sistema SCADA o RTU;
4. Monitoraggio e comando remoto via RS485;
5. Modulo misure su interruttore motorizzato, TA e TV di misura energia prodotta.

4.4.2 Trasformatore di potenza bt/MT.

All'interno di ciascuna megastation, sarà presente un trasformatore di tensione necessario per elevare la tensione da 0,8 kV a 30 kV; il trasformatore fa parte del sistema costruttivo prefabbricato della cabina di trasformazione medesima.

Il trasformatore sarà adatto per l'installazione in impianti fotovoltaici e, come regola generale, sarà di tipo in resina con potenze nominali da 3800 kVA. Esso dovrà essere progettato e dimensionato per tener in considerazione la presenza di armoniche di corrente prodotte dai convertitori. A tal fine, il trasformatore non potrà avere a vuoto e perdite superiori al 110% delle perdite nominali. Il trasformatore sarà del tipo con raffreddamento ad aria naturale, per installazione interna, e sarà dotato di un sistema di ventilazione forzata per migliorare la dissipazione del calore.

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

La misura dell'energia scambiata con la rete e di quella assorbita dai servizi ausiliari di cabina e in genere

effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.

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

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

4.5 Cabina di Raccolta e smistamento.

L'impianto sarà dotato di una cabina di raccolta e smistamento che raccoglierà le linee MT 20 kV relative alla distribuzione elettrica interna al campo agrovoltaiico.

Le linee elettriche ora citate si attesteranno su un quadro MT a semplice sistema di sbarre, in esecuzione protetta e dovrà essere del tipo a resistenza d'arco interno, con isolamento in gas ed esente da manutenzione; esso sarà del tipo assemblato, verificato e collaudato in fabbrica mediante le prove di tipo come previste dalle norme specifiche di prodotto. Il quadro sarà conforme alla norma/standard iec 62271-200. La capsula di contenimento delle apparecchiature primarie del quadro di media sarà in atmosfera sf6; sarà classificata come "sistema in pressione sigillato" in accordo con lo standard iec [sealed pressure system according to iec 62271-1 clause 3.6.6.4]; essa è sigillata per il suo intero ciclo di vita.

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV di protezione ed eventualmente anche fiscali per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID.

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Media Tensione sono elencate nella seguente tabella:

| TENSIONI | |
|--|---------------|
| Tensione nominale [Rated voltage] | 30 kV |
| Tensione massima d'esercizio [Operating voltage] | 24 kV |
| Tensione ad impulso [Rated lightning impulse withstand voltage] | 75kV |
| Frequenza nominale [Rated frequency] | 50 Hz |
| CORRENTI DI CORTOCIRCUITO | |
| Corrente di cortocircuito [Rated short-time withstand current] I _k | 20 kA |
| Durata del cortocircuito [Rated duration of short-circuit] | 3 s |
| Corrente di cortocircuito di picco [Rated peak withstand current] I _p | 63 kA |
| CORRENTE NOMINALE | |
| Corrente nominale degli interruttori | 1250 A; 630 A |

(*) I dati indicati in tabella sono suscettibili di variazioni secondo lo standard del fornitore

La cabina di raccolta sarà realizzata con due strutture in acciaio prefabbricato di tipologia standard (c.d. shelter) ciascuna delle seguenti dimensioni (40'):

Larghezza: 2,44 m

Lunghezza: 13,72 m

Altezza: 2,85 m

Superficie complessiva: 31,68 m²

Delle due strutture, una sarà internamente divisa in 4 locali destinati ad ospitare: gruppo elettrogeno; TSA; quadri bt in AC e DC; apparecchiature di TLC. Più in particolare:

1. Vano Contatori (QME);
2. Scomparto locale quadri bT;
3. Locale Gruppo Elettrogeno;
4. Locale TRSA;
5. Locale ufficio SCADA.

Per l'altra struttura non sono previste ripartizioni interne essendo destinata ad ospitare unicamente il quadro di Media Tensione prima descritto.

Dal punto di vista costruttivo, i due locali saranno realizzati con struttura portante in acciaio zincato e verniciato, poggiata su una platea in c.a. semi interrata a sua volta poggiata su una superficie in magrone livellante in calcestruzzo magro. Le pareti perimetrali e interne di questi due locali saranno realizzate con pannelli coibentati costituiti da uno strato centrale in poliuretano compresso contenuto da due lamiere esterne in acciaio zincato e verniciato di adeguato spessore.

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

La misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

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

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

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo;

- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel};
- misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

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

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

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

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

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

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

I dati ambientali monitorati saranno:

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

I primi, dati di irraggiamento, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piroeliometri e piranometri montati su sistema di inseguimento solare, mentre i secondi saranno rilevati mediante strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. Rientrano tra le specifiche del sistema di monitoraggio anche la rilevazione della temperatura dei moduli indispensabile per la stima della producibilità del sistema agrovoltaico.

4.6.1 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto agrovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide _C IM. A tale scopo ogni cabina di trasformazione saranno installate apparecchiature elettroniche, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema comprenderà anche la cabina di raccolta, la sottostazione e i singoli inverter di stringa presenti nell'impianto. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche interoperatività da remoto con l'impianto voltaico. Pertanto il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

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

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

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

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

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

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

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari. Inoltre dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

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

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative: variare sottocarico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata; scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sottocarico.

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

4.6.2 Cavi di controllo e TLC

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

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

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

1. Ciascun inverter di stringa;
2. Cabine di trasformazione;
3. Cabina di Raccolta;
4. Sottostazione produttore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto.

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 μm
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

4.6.3 Sistema di sicurezza e antintrusione

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

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

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

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

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

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

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

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

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

4.7 Cavi di potenza MT e bt

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

In particolare, per le linee in MT a 33 kV i cavi saranno di tipo unipolare a spirale visibile con isolamento XLPE/EPR a spessore ridotto, anima di alluminio e guaina a spessore maggiorato di PE, a tenuta d'acqua e resistenti all'impatto, tipo armato, norme EN 60228; HD 620; IEC 60502-2; CEI 20-68.

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

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

Le portate di corrente saranno calcolate considerando:

- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistività termica del terreno: 1,5 m×K/W
- Profondità di posa: 1,5 m
- Posa interrata con cavi disposti a trifoglio su tubi f220

I cavi saranno del tipo ARG7H1R, adeguati al tipo di posa, saranno del tipo con grado di isolamento 19/33 kV; nei particolari avranno le seguenti caratteristiche minime di costruzione:

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| Materiale del conduttore: | Alluminio; |
| Tipo di conduttore: | Corda rotonda compatta classe2; |

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

Per le connessioni dei cavi di potenza di media tensione si adopereranno giunti a resina colata nei quali i terminali conduttori sono giuntati mediante terminali a compressione bimetallici.

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

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

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

- Tipo da interno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante). Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo da esterno elastico modulare con isolante estruso. Il terminale sarà costituito da due componenti elastici (controllo di campo elettrico e bocchettone isolante), e da una serie di isolatori in silicone che lo rendono adatto per usi esterni. Installazione con infilaggio elastico a freddo senza l'utilizzo di attrezzi o fonti di calore. Temperatura di funzionamento 90 °C e temperatura di cortocircuito 250°C. Uo/U 12/30 kV. Norma CEI 20-24.
- Tipo sconnettibile per collegamento a trasformatori, adatto per cavi unipolari estrusi di media tensione sia per interno che per esterno. Terminale in gomma angolato a 90°; Temperatura di funzionamento 90°C e temperatura di cortocircuito 250°C.. Norma ENEL DJ4135, IEC 71,540 – VDE

0278 – ANSI/IEE 386 – EDFMN 52-5-61.

Per le linee in Bassa Tensione saranno utilizzati cavi unipolari e multipolari a bassa emissione di fumi opachi e gas tossici (limiti previsti dalla Norma CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla Norma CEI 20-37) e assenza di gas corrosivi. I cavi dovranno essere coperti da almeno uno dei seguenti brevetti: EP839, 801; EP-893, 802; WO 99/05688; WO 00/19452. Essi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

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

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

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = LowSmoke Zero Halogen
- Guaina esterna: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità M21
- Colore anime: Nero
- Colore guaina: Blu, rosso, nero
- Tensione massima: 1800 V c.c. – 1200 V c.a.
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -40°C
- Temperatura minima di posa: -40°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di impiego: per l'interconnessione di elementi di impianti fotovoltaici. Adatti per l'installazione fissa all'esterno e all'interno, entro tubazioni in vista o incassate o in sistemi chiusi similari. Adatti per la posa incanala in aria. I collegamenti tra i moduli, le stringhe e le cassette di parallelo, saranno realizzati

attraverso l'utilizzo di cavi solari unipolari tipo FG21M21 (PV1500VCC) con tensione nominale fino a 1500 kV in corrente continua e isolamento a 1800V.

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

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

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

I conduttori di stringa andranno ad attestarsi alle relative quadri di parallelo da cui partono le dorsali in corrente continua verso gli inverter centralizzati posizionati nella cabina MT/BT della sezione d'impianto corrispondente.

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

4.7 Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico

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

Al fine di verificare il dimensionamento del futuro impianto di terra, si è proceduto alla analisi della corrente massima di guasto verso terra generato dal contributo al guasto verso terra generato dalla componente capacitiva delle linee MT dato dall'impianto fotovoltaico. Quest'ultima considerando la lunghezza complessiva delle reti MT 23km, genererà un lieve corrente di guasto in una misura assunta pari a 137A.

Il nuovo impianto fotovoltaico si estenderà su una superficie di circa 120 ha con una resistenza di terra globale pari a 0,074 Ohm.

La sezione minima scelta sarà non inferiore ai 50 mm². Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo). In riferimento alla recinzione tutti i tratti che ricadono all'interno della maglia di terra globale dovranno essere collegati a terra; i tratti esterni alla maglia globale andranno invece isolati da terra.

In tali tratti deve essere garantita una distanza minima tra recinzione e struttura di sostegno dei moduli di almeno 5 metri

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.8 Impianti di illuminazione

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

L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina.

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

5. SPECIFICHE TECNICHE OPERE ELETTRICHE DI SOTTOSTAZIONE

La realizzazione della Sottostazione Elettrica Produttore (SSE) comprende sia opere elettriche che opere civili necessarie per il funzionamento della stessa. La sottostazione avrà una dimensione in pianta di forma rettangolare circondata da una recinzione e sarà inserita all'interno di una stazione "condominiale" che raccoglie altre 4 iniziative. Essa sarà ubicata in adiacenza alla Stazione TERNA 150kV di Manfredonia. Lo stallo della Stazione TERNA si collegherà ad un sistema di sbarre 150kV interno alla cabina primaria produttore mediante cavo interrato AT.

I dati generali riportati nella **Tabella 5a** e nella **Tabella 5b**, si riferiscono a quelli utilizzati per il dimensionamento della SSE.

| | | |
|---|------|------------|
| Tensione di esercizio del sistema | 150 | kV |
| Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento | 170 | kV |
| Frequenza Nominale | 50 | Hz |
| Tensione di tenuta a frequenza industriale | 325 | kV |
| Tensione di tenuta ad impulso atmosferico | 750 | kV |
| Corrente nominale di breve durata | 31,5 | kA per 1 s |
| Corrente di guasto monofase a terra | 10 | kA |

Tabella 5a. Caratteristiche della Stazione di trasformazione AT/MT – lato 150 kV

| | | |
|---|-----|----|
| Tensione di esercizio del sistema | 20 | kV |
| Tensione massima del sistema di riferimento per l'isolamento | 24 | kV |
| Frequenza Nominale | 50 | Hz |
| Tensione di tenuta a frequenza industriale | 70 | kV |
| Tensione di tenuta ad impulso atmosferico | 170 | kV |

Le opere elettriche da realizzare in Sottostazione sono costituite principalmente dalle apparecchiature elettromeccaniche che nel seguito verranno descritte in modo dettagliato in narrativa, dai cavi di bt e MT di collegamento tra i quadri elettrici presenti nei locali tecnici e le apparecchiature elettriche, dai sistemi di protezione, dai servizi ausiliari e dall'impianto di terra.

Lo schema elettrico di sottostazione è composto da due stalli di trasformazione di potenza nominale pari a 25/30 MVA e uno stallo di ingresso. Su ciascuno stallo di trasformazione sono stati lasciati gli spazi necessari per l'inserimento di un trasformatore di riserva in caso di guasto di quello d'impianto (Transformer Spare)

Nelle tavole di progetto allegate, sono riportate lo schema planimetrico, particolari e lo schema elettrico unifilare della sottostazione.

5.1. Cavi MT interni alla SSE 20/150 kV

All'interno della Sottostazione, i cavi MT provenienti dal parco eolico in arrivo ai locali tecnici, sono costituiti da una doppia terna di cavi MT tipo ARE4H5ER di formazione 3x1x400 mm². Ogni conduttore verrà protetto con tubazione pieghevole corrugata di diametro 200 mm.



Fi. 7. Particolare del tubo corrugato di protezione dei cavi MT interni alla SSE.

Il particolare scavo in sezione della posa in opera è individuato nella figura seguente.

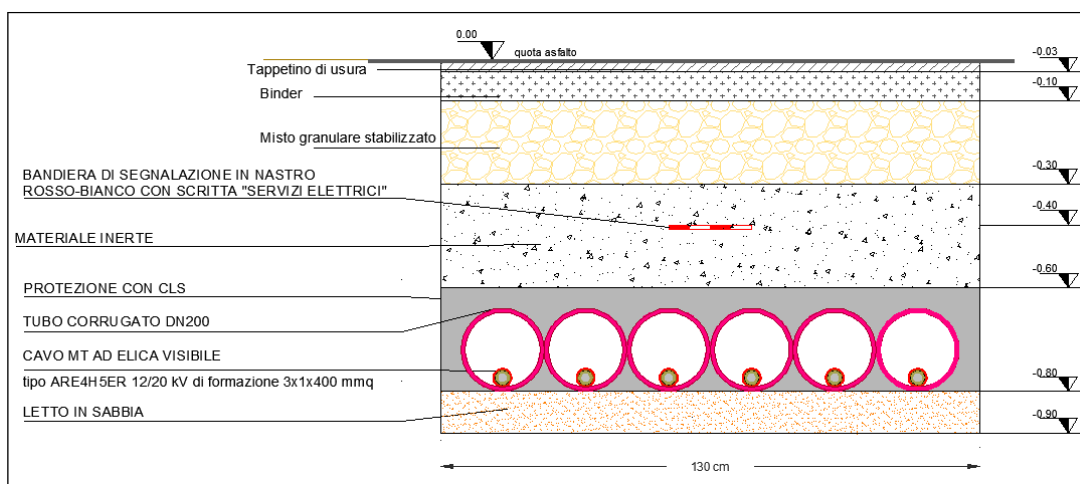


Fig. 8. Particolare scavo dei cavi MT in SSE in ingresso agli edifici quadro MT tipo shelter.

Internamente alla SSE, il cavo in MT di collegamento tra il quadro MT dei locali tecnici e lo stallo di trasformazione è costituito da una singola terna di cavi tipo RG7H1R-12/20 kV di formazione 3x1x630 mm². Trattasi di cavo con conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso, semiconduttore elastomerico estruso, isolato con mescola di gomma e guaina in PVC rossa.



Fig. 9. Particolare cavo MT tipo RG7H1R-19/33 kV.

Il particolare scavo all'interno della SSE, di questo tratto di cavidotto è mostrato nella figura seguente

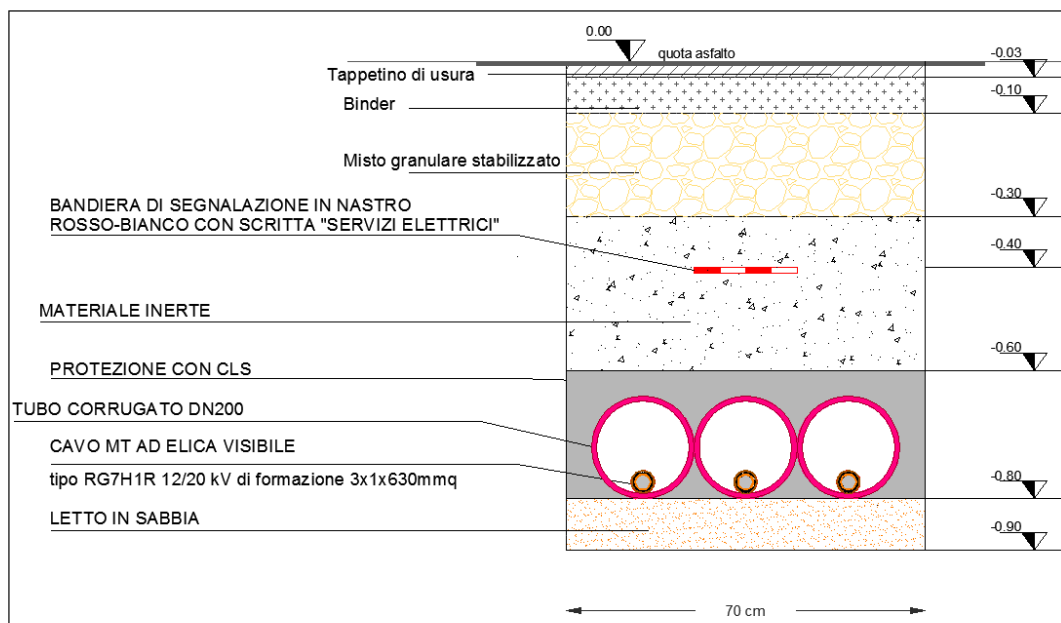


Fig. 10. Particolare scavo per la posa in area SSE produttore del cavo MT tipo RG7H1R-19/33 kV

Nelle tavole del progetto esecutivo, la quota progettuale di riferimento 0.00 è quella relativa all'asfalto all'interno della Sottostazione Elettrica Produttore.

5.2. Sistemi di protezione, controllo e misure.

Il sistema scelto per la protezione, il comando e il controllo dell'Impianto di utenza apparterrà ad una generazione di apparecchiature in tecnologia digitale, aventi l'obiettivo di integrare le funzioni acquisizione dati, controllo locale e remoto, protezione ed automazione. Per le misure il sistema è provvisto di contatore tele leggibile sul lato AT. Sul lato MT, la linea in arrivo dal campo eolico è provvista di contatore, così come, all'interno del parco eolico, ciascuna delle linee provenienti dagli aerogeneratori è munita di proprio contatore.

5.3. Terminale cavo AT – lato Utente.

Si tratta di un terminale cavo AT da 400 mm² della Nexans italia S.p.A. Da tale terminale, il cavo AT viene interrato e si collegherà ai terminali cavo della futura Stazione TERNA 380/150 kV esistente di Lucera. Il terminale cavo è costituito da due elementi distinti: la terminazione del cavo e l'isolatore. Detti elementi saranno forniti dal medesimo costruttore e montati in tempi e luoghi diversi. Il montaggio della terminazione del cavo viene effettuata in campo mentre l'isolatore viene montato sull'apparecchiatura prefabbricata presso lo stabilimento di produzione. L'isolatore realizzato in resina epossidica o altro materiale equivalente ha lo scopo di realizzare la connessione elettrica tra la terminazione del cavo e l'apparecchiatura blindata e di mantenere l'isolamento nel punto di connessione. L'isolatore si interfaccia con la terminazione del cavo, è a tenuta stagna e garantisce la separazione dei due ambienti SF6/aria anche in assenza della terminazione del cavo. L'isolatore ingloba un sistema elastico di contatto per alloggiare il sistema di contatto scorrevole della terminazione del cavo, assicura il passaggio della corrente nominale alla temperatura massima di esercizio del conduttore del cavo e sopporta le correnti di guasto specificate. L'isolatore è dotato di un dispositivo atto ad assicurare il fissaggio del terminale alla flangia dell'apparecchiatura blindata, nonché la tenuta meccanica e all'SF6. Tale dispositivo deve anche garantire l'isolamento elettrico tra l'apparecchiatura blindata e il rivestimento metallico del cavo. L'isolatore e la relativa flangia di fissaggio dovranno inoltre essere conformi alle normative vigenti per quanto riguarda le apparecchiature in pressione. La terminazione del cavo ha la funzione di realizzare l'accoppiamento all'isolatore passante senza l'impiego di fluidi isolanti intermedi ed è costituita dai seguenti elementi:

- Un capocorda atto a realizzare un sistema di contatto scorrevole e in grado di assicurare il passaggio della corrente nominale e sopportare le correnti di guasto previste;

- Un corpo elastico prefabbricato contenente al suo interno l'elemento per il controllo del campo elettrico;
- Un corpo metallico, con l'eventuale dispositivo di pressione dell'isolatore elastico, atto a realizzare la connessione della terminazione del cavo all'isolatore. È dotato di morsetto di messa a terra;
- Un dispositivo di chiusura per garantire la tenuta idraulica tra il corpo metallico e la guaina del cavo.

Sotto un immagine di tale struttura.



Fig. 11. Terminale cavo AT tipo.

5.4. Scaricatore AT 170 kV

Gli scaricatori di sovratensione AT saranno ad ossido di zinco conformi alle norme CEI EN 60099-4 e IEC 99-4. Per ottenere la massima protezione, gli scaricatori di sovratensione devono essere collegati con conduttori sia di linea che di messa a terra più corti possibili. Essi sono dimensionati per una tensione di esercizio uguale o inferiore alla tensione di esercizio continuo U_c (norma IEC) che viene indicata sulla targhetta dei dati nominali. Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento all'impianto di terra devono essere isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso. Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche nominali.

| Caratteristiche nominali scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri (opzionali) | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|
| Tensione nominale (kV) | 132 | 150 | 220 |
| Tensione massima (kV) | 145 | 170 | 245 |
| Tensione servizio continuo U _c (kV) | 94 | 108 | 156 |
| Max tensione temporanea 1 s (kV) | 132 | 156 | 219 |
| Max tensione residua con impulsi atmosferici (8/20 μs) | 336 kV a 10 kA | 396 kV a 10 kA | 520 kV a 20 kA |
| Max tensione residua con impulsi fronte ripido (1 μs) | 386 kV a 10 kA | 455 kV a 10 kA | 600 kV a 20 kA |
| Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μs) | 1000 A: 270 kV | 1000 A: 318 kV | 2000 A: 440 kV |
| Classe di scarica della linea (IEC) | 3 | 3 | 4 |
| Corrente nominale scarica (kA) | 10 | 10 | 20 |
| Valore di cresta impulsi forte corrente (kA) | 100 | 100 | 100 |
| Corrente nominale di corto circuito (kA) | 40 | 40 | 50 |

Tab.7. Caratteristiche nominali degli scaricatori

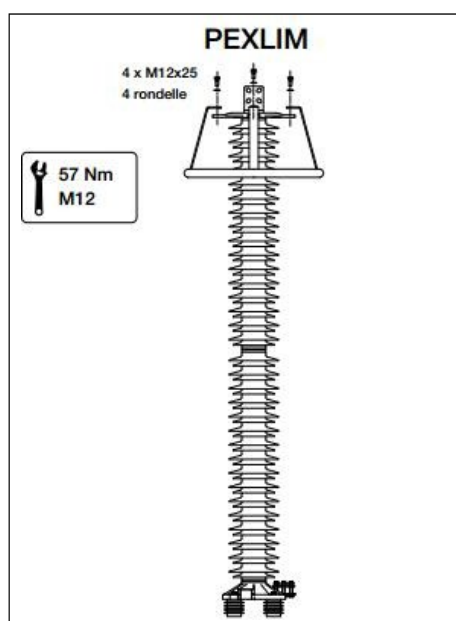


Fig. 12. Particolare di dettaglio dello scaricatore AT.

5.5. Sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV.

Il sezionatore tripolare orizzontale 145-170 kV con lame di messa a terra e comando motorizzato, conforme alle Norme CEI EN 62271-102 e IEC 129, è provvisto appunto di comando motorizzato e manuale, così come previsto dalla Norma CEI EN 61129. I sezionatori sono dotati di tre colonne di isolatori per polo, di cui quella centrale rotante. Durante la manovra di chiusura il braccio mobile si muove dapprima su di un piano orizzontale restando solidale all'isolatore centrale e successivamente, ad imbocco avvenuto, ruota attorno

al suo asse longitudinale. Le parti principali che compongono un sezionatore tripolare sono illustrate nella figura sottostante con la seguente descrizione: le basi di appoggio (A), gli isolatori (B), i contatti fissi (C) due per ogni polo, i bracci mobili in lega di alluminio e di rame per i contatti (D), le lame di terra (E), il sistema di trasmissione verticale (F) e orizzontale (G), il meccanismo di manovra motorizzato o manuale con resistenza anti-condensa e morsetteria componibile (H).

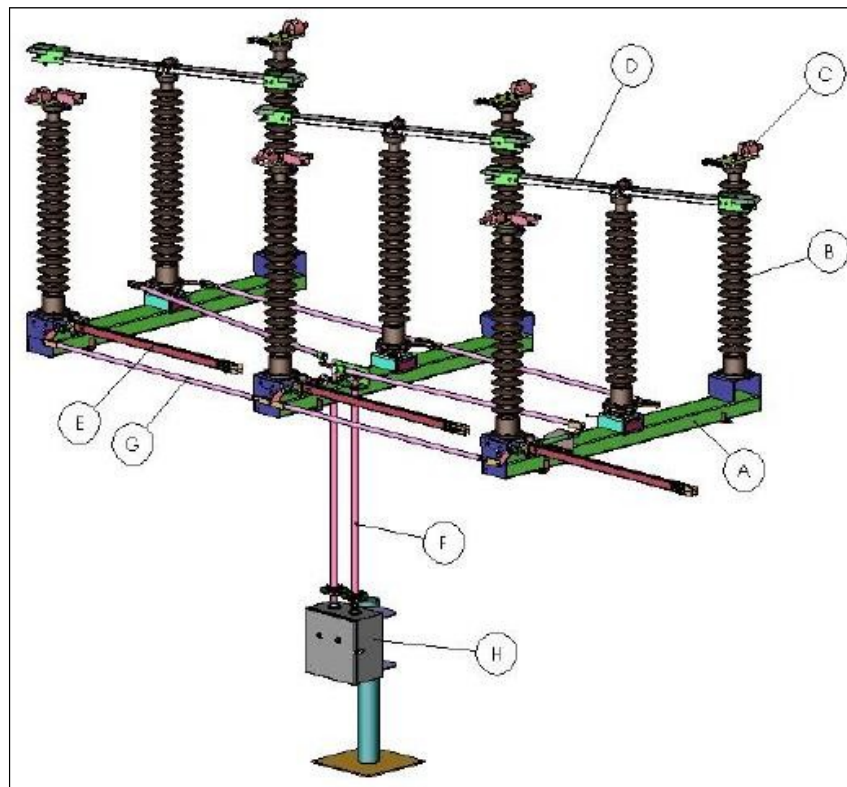


Fig. 13. Parti principali che compongono un sezionatore.

Le caratteristiche nominali sono riassunte nella tabella sottostante.

| Sezionatori orizzontali 145-170 kV con lame di terra, caratteristiche nominali | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Tipo Terna | Y21/2 | Y21/4 | Y21/6 | Y21/8 |
| Classe di corrente indotta del sezionatore di terra | A | | B | |
| Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m ³) | 56 | | | |
| Tensione nominale (kV) | 170 | | | |
| Corrente nominale (A) | 2000 | | | |
| Frequenza nominale (Hz) | 50 | | | |
| Corrente nominale di breve durata: | | | | |
| - valore efficace (kA) | 31,5 | 40 | 31,5 | 40 |
| - valore di cresta (kA) | 80 | | 100 | |
| Durata ammissibile della corrente di breve durata (s) | 1 | | | |
| Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra) | | | | |
| - corrente induttiva nominale(A) | 50 | | 125 | |
| - tensione induttiva nominale (kV) | 1 | | 10 | |
| Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra) | | | | |
| - corrente induttiva nominale (A) | 0,4 | | 5 | |
| - tensione induttiva nominale (kV) | 3 | | 6 | |
| Tensione di prova ad impulso atmosferico: | | | | |
| - verso massa (kV) | 650 | | | |
| - sul sezionamento (kV) | 750 | | | |
| Tensione di prova a frequenza di esercizio: | | | | |
| - verso massa (kV) | 275 | | | |
| - sul sezionamento (kV) | 315 | | | |
| Sforzi meccanici nominali sui morsetti: | | | | |
| - orizzontale longitudinale (N) | 800 | | | |
| - orizzontale trasversale (N) | 250 | | | |
| - verticale (N) | 1000 | | | |
| Tensione nominale di alimentazione: | | | | |
| - motore (V _{cc}) | 110 | | | |
| - circuiti di comando ed ausiliari (V _{cc}) | 110 | | | |
| - resistenza di riscaldamento (V _{ca}) | 230 | | | |
| Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW) | 2 | | | |
| Tempo di apertura/chiusura (s) | ≤15 | | | |

Tab. 8. Caratteristiche del sezionatore AT 150 kV

5.6. Trasformatore di tensione induttivo in olio EMF 170 kV.

Il trasformatore di tensione induttivo montato su supporto metallico, usato per le misure, è conforme alla Norma CEI 38-2 e IEC 185. Il dielettrico è costituito da carta impregnata di olio minerale biodegradabile, compatibile con l'ambiente. Gli avvolgimenti di induzione permettono una elevata stabilità e precisione in tutte le condizioni di esercizio e per questo tali trasformatori vengono utilizzati per le misure. Gli

avvolgimenti sono ermeticamente sigillati e il TV-I è provvisto al suo interno di dispositivo di compensazione delle variazioni di volume del liquido isolante.

Trasformatori di tensione induttivi 145-170-245 kV, caratteristiche nominali

| <i>Tipo Terna</i> | | Y43/2 | Y46/2 | Y44/2 |
|---|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Tensione primaria nominale</i> | [kV] | 220/ $\sqrt{3}$ | 150/ $\sqrt{3}$ | 132/ $\sqrt{3}$ |
| <i>Tensione secondaria nominale</i> | [V] | 100/ $\sqrt{3}$ | | |
| <i>Numero avvolgimenti secondari</i> | [n] | 1 | | |
| <i>Frequenza nominale</i> | [Hz] | 50 | | |
| <i>Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura</i> | [VA/Cl.] | 50/0,2 | | |
| <i>Tensione massima per l'apparecchiatura</i> | [kV] | 245 | 170 | 145 |
| <i>Tensione di tenuta a frequenza industriale</i> | [kV] | 460 | 325 | 275 |
| <i>Tensione di tenuta ad impulso atmosferico</i> | [kV] | 1050 | 750 | 650 |
| <i>Tensione di tenuta ad impulso di manovra</i> | [kV] | - | - | - |
| <i>Carico di tenuta meccanica sui terminali AT</i> | [N] | 2500 | 2000 | 2000 |

Tab. 9. Trasformatori di tensione



Fig. 14. Particolare TVI tipo.

5.7. Interruttore tripolare con trasformatori di corrente incorporati.

Il modulo interruttore 145/170 kV con TA incorporato è completo di:

- Comando a molla di tipo BLK 222 tripolare;
- Ciclo di interruzione O-0, 3s-CO-1 min-CO;
- Trasformatori di corrente in SF₆ con n. 2-4 nuclei (2 nuclei misura / 2 nuclei protezione), armadio di comando, armadio di supporto e gas di primo riempimento.

| Interruttori 170 kV, caratteristiche nominali | | |
|---|--------------------------------------|------|
| Tipo Terna | Corrente di interruzione (kA) | |
| Y3/4-C | 31,5 | |
| Y3/4-P | 31,5 | |
| Y3/6-C | 40 | |
| Y3/6-P | 40 | |
| GRANDEZZE NOMINALI | | |
| Tipo | Y3/4 | Y3/6 |
| Tensione nominale (kV) | 170 | |
| Livello di isolamento nominale: | | |
| - tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV): | 750 | |
| - tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV): | 325 | |
| Frequenza nominale (Hz) | 50 | |
| Corrente nominale (A) | 2000 | |
| Durata nominale di corto circuito (s) | 1 | |
| Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari: | | |
| - corrente continua (V) | 110 | |
| - corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V) | 230/400 | |
| Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione): | | |
| - corrente continua (W) | 1500 | |
| - corrente alternata monofase/trifase (VA) | 850/2500 | |
| Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA) | 80 | 100 |
| Sequenza di manovra nominale | O-0,3 s-CO-1 min-CO | |
| Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A) | 63 | |
| Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A) | 160 | |
| Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A) | 400 | |
| Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA) | 8 | 10 |
| Durata massima di interruzione (ms) | 60 | |
| Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio) | 80 | |
| Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza) | 120 | |
| Durata massima di chiusura (ms) | 150 | |
| Forze statiche ai morsetti: | | |
| - orizzontale longitudinale (N) | 1250 | |
| - orizzontale trasversale (N) | 750 | |
| - verticale (N) | 1000 | |
| Livello di qualificazione sismica | AF5 | |

Tab. 10. Interruttori



Fig. 15. Particolare Interruttore con TA incorporato.

5.8. Supporto per rompitratta unipolare.

Il colonnino rompitratta è costituito da sostegni rispondenti alle seguenti Norme Tecniche di legge:

- Norma CEI 7-6 *“Controllo della zincatura a caldo”*;
- Norma CEI 11-4 *“Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”*;
- Norma UNI 3740 *“Elementi di collegamento filettati di acciaio”*;
- Norma UNI 7091 *“Tubi saldati in acciaio non legato. Tubi lisci per usi generici”*;
- Norma UNI-EN 10025 *“Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali – Condizioni tecniche di fornitura”*;
- Norma UNI-EN 10045/1 *“Materiali metallici – Prova di resilienza”*;
- Norma CNR-UNI 10011 *“Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle costruzioni di acciaio”*;
- Legge 5 Novembre 1971, n. 1086 *“Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.

Tutti i materiali per la costruzione dei sostegni saranno, di norma, scelti tra quelli indicati dalle Norme UNI EN 10025, con l'esclusione degli acciai Fe 490, Fe 590 e Fe 690. I collegamenti filettati per tutti i tipi di sostegno sono conformi alle Norme UNI 3740. Tutto il materiale ferroso sarà zincato a caldo, secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 7-6. Tutti i sostegni sono completi di tutti gli accessori necessari e sono predisposti per la messa a terra, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-4. Nella figura seguente si individuano tali supporti in sezione e poi in foto.

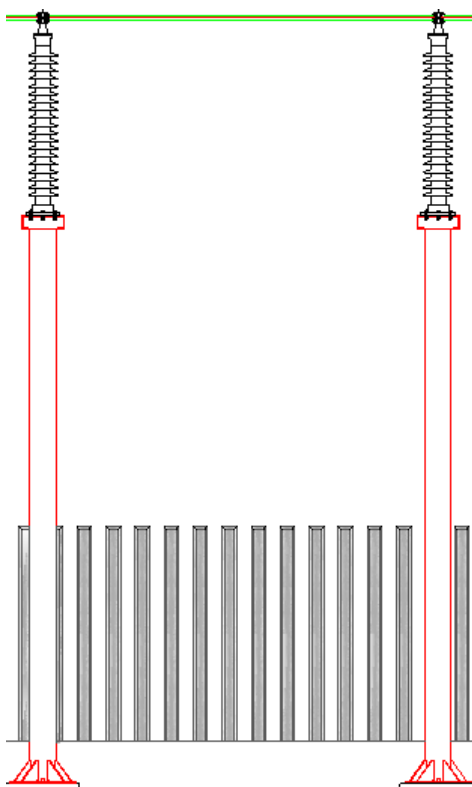


Fig. 16. Particolare prospettico dei supporti rompitratta unipolari



Fig. 17. Particolare in foto di tali supporti

5.9. Trasformatore di potenza.

Il trasformatore di potenza AT/MT, 150/30 kV sarà conforme alla Norma CEI 14-4. Esso avrà potenza di 50 MVA in funzionamento ONAN e potenza di 60 MVA in funzionamento ONAF. Il trasformatore da installare è del tipo isolato in olio minerale per installazione all'esterno, a rapporto variabile, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva, predisposto per il sistema di raffreddamento (ONAF). Nel caso di raffreddamento ONAF, la circolazione dell'aria sarà ottenuta mediante elettroventilatori ed opportuna apparecchiatura di comando e controllo. Esso sarà posizionato sopra una speciale vasca per il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio in caso di guasto.

Il trasformatore sarà completo di cassetto di protezione, contenente gli scaricatori a 20 kV. Tale unità di trasformazione costituisce una modesta sorgente di rumore in accordo ai limiti fissati dalla legge quadro sull'inquinamento acustico, in corrispondenza dei recettori sensibili.

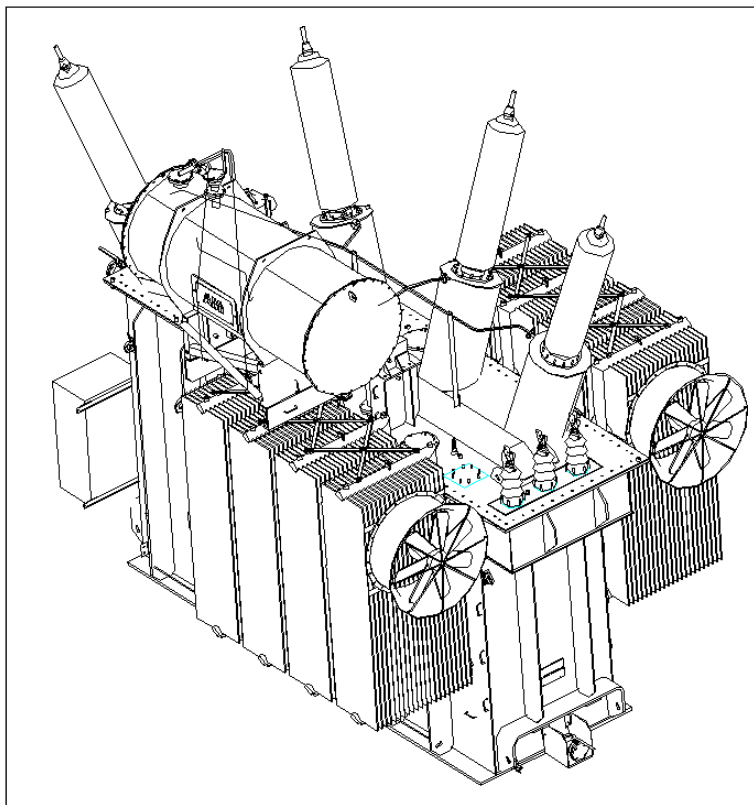


Fig. 18. Vista assometrica del trasformatore di progetto

6. SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

6.1 Allestimento cantiere

La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

- Realizzazione della recinzione e degli accessi del cantiere che delimita l'area di installazione del campo fotovoltaico
- Installazione nel cantiere di presidi igienico-sanitari
- Realizzazione della viabilità del cantiere
- Realizzazione dell'impianto di messa a terra del cantiere
- Realizzazione dell'impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere
- Realizzazione dell'impianto elettrico del cantiere
- Realizzazione dell'impianto idrico del cantiere
- Realizzazione dell'impianto igienico-sanitario del cantiere
- Smobilizzo del cantiere
- Installazione di cantiere temporaneo su strada

Un'area verrà destinata ai baraccamenti e per essa si prevede di utilizzare un'area ad oggi libera da manufatti ed impianti. Tutta l'area di cantiere dovrà essere delimitata con recinzione tipo orso-gril (h. 2,00 m) fissata a paletti di acciaio annegati in blocchi di fondazione in cls e posti ad interasse di 1 mt. L'accesso a tale area di cantiere dovrà avvenire tramite un cancello di accesso di larghezza 8 mt [due parti da 4 mt cadauna] sufficiente per il transito dei mezzi pesanti.

Le due aree [baraccamenti e deposito materiali/sosta mezzi] dovranno essere distinte in modo da prevenire il rischio di collisione tra automezzi. Tutti i mezzi che accederanno a tale area dovranno procedere a passo d'uomo e sostare nelle aree opportunamente segnalate e comunicate al momento dell'ingresso in cantiere. All'interno dell'area per il deposito dei materiali e la sosta dei veicoli, in posizione il più prossima all'ingresso, dovrà essere realizzata una piazzola per il deposito dei rifiuti di cantiere [imballaggi, materiali di scarto, etc.], anche mediante la posa in opera di cassoni per la raccolta differenziata dei rifiuti ingombranti [carta e cartone, plastica, legno, etc.], e di cassonetti per la raccolta di rifiuti civili [organico, indifferenziato, vetro], la cui cura sarà in carico all'impresa esecutrice delle opere.

Per l'accesso al lotto si utilizzerà in parte la viabilità esistente all'interno del sito e in parte la nuova viabilità. La viabilità interna al sito deve essere mantenuta sempre libera da mezzi e materiali, questi ultimi dovranno essere sempre stoccati all'interno dell'area di cantiere. Tutti i mezzi che accedono all'area dovranno rispettare i limiti di velocità presenti ed i sensi di marcia indicati, è fatto comunque divieto di superare il

limite di velocità di 30 km/h. All'interno dei lotti di intervento, sia per le dimensioni delle strade che per la caratteristica del fondo [strade sterrate], si fissa un limite di velocità massimo di 10 km/h. Si prescrive comunque l'obbligo di mantenere sempre umide tali viabilità al fine di contenere lo svilupparsi ed il propagarsi di polveri.

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

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

- Uffici direzione lavori: saranno collocati in cabine prefabbricate;
- Spogliatoi: i locali dovranno essere aerati, illuminati, ben difesi dalle intemperie, riscaldati durante la stagione fredda, muniti di sedili e mantenuti in buone condizioni di pulizia. Inoltre, dovranno essere dotati di opportuni armadietti affinché ciascun lavoratore possa chiudere a chiave i propri indumenti durante il tempo di lavoro.
- Refettorio e locale ricovero: i locali dovranno essere forniti di sedili e di tavoli, ben illuminati, aerati e riscaldati nella stagione fredda. Il pavimento e le pareti dovranno essere mantenuti in buone condizioni di pulizia. Nel caso i pasti vengano consumati in cantiere, i lavoratori dovranno disporre di attrezzature per scaldare e conservare le vivande ed eventualmente di attrezzature per preparare i loro pasti in condizioni di soddisfacente igienicità.
- Servizi igienico assistenziali: la qualità dei servizi sarà finalizzata al soddisfacimento delle esigenze igieniche ed alla necessità di realizzare le condizioni di benessere e di dignità personale indispensabili per ogni lavoratore. I locali che ospitano i lavabi dovranno essere dotati di acqua corrente, se necessario calda e di mezzi detergenti e per asciugarsi. I lavabi dovranno essere in numero minimo di 1 ogni 5 lavoratori, 1 gabinetto ed 1 doccia ogni 10 lavoratori impegnati nel cantiere. I locali dovranno essere ben illuminati, aerati, riscaldati nella stagione fredda (zona docce) e mantenuti puliti.
- Cabina di infermeria dotata di kit primo soccorso e Defibrillatore Semiautomatico Esterno (DAE);
- Per l'alimentazione elettrica si prevede l'utilizzo di un apposito generatore o dell'impianto esistente previo accordo con la Committenza, per l'acqua necessaria a docce si prevede l'utilizzo di acqua a

servizio proveniente da un allaccio di cantiere.

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

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

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

6.2 Movimenti terra

Le attività di movimento terra saranno caratterizzate da :

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

Nell'ipotesi di struttura tracker tipologica indicata in progetto è stata considerata una soluzione tecnologica a palo fisso in acciaio zincato.

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2018. Tutte le strutture metalliche saranno preventivamente sottoposte a zincatura a caldo,

secondo UNI –EN-ISO 14713. Durante la fase esecutiva sarà valutato il trattamento anti-corrosivo delle fondazioni in considerazione delle condizioni ambientali di installazione.

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

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

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

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

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

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

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

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

6.3 Fondazioni cabine

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

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

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

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

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

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

6.4 Calcestruzzo

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

| | CLASSE DI RESISTENZA RCK (KG/CM ²) | CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE | CLASSE DI CONSISTENZA | DMAX |
|----------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|------|
| Tutte le opera in CA | 400 | XC4, XA2 e XS1 | S4 | 20 |

Tab. 11. Tipologia cls

A tale classe di esposizione corrispondono le seguenti proprietà:

- rapporto massimo a/c pari a 0.50;
- contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/m³.

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

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

6.5.1 Acciaio per calcestruzzo

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

| | |
|---|--|
| Tipo di acciaio | Fe B 44 k |
| Peso specifico | $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ |
| Modulo di elasticità: | $E = 210000 \text{ N/mm}^2$ |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$ |
| Tensione di snervamento di progetto ($v_s = 1,15$): | $f_{yd} = f_{yk} / v_s = 391 \text{ N/mm}^2$ |
| Massima tensione di esercizio: | $6_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ |

- Acciaio per calcestruzzo armato.
Si prevede l'impiego di acciaio B450C.
Relativamente ai profili HEB100 Fe360
- Acciaio strutturale.
Si prevede l'impiego di acciaio con caratteristiche minime S275JR.

- Acciaio strutturale per unioni bullonate.

Si prevede l'impiego di bulloni con classe di resistenza ≥ 8.8 .

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

6.5.2 Copriferro

Si considerano i seguenti valori di copriferro:

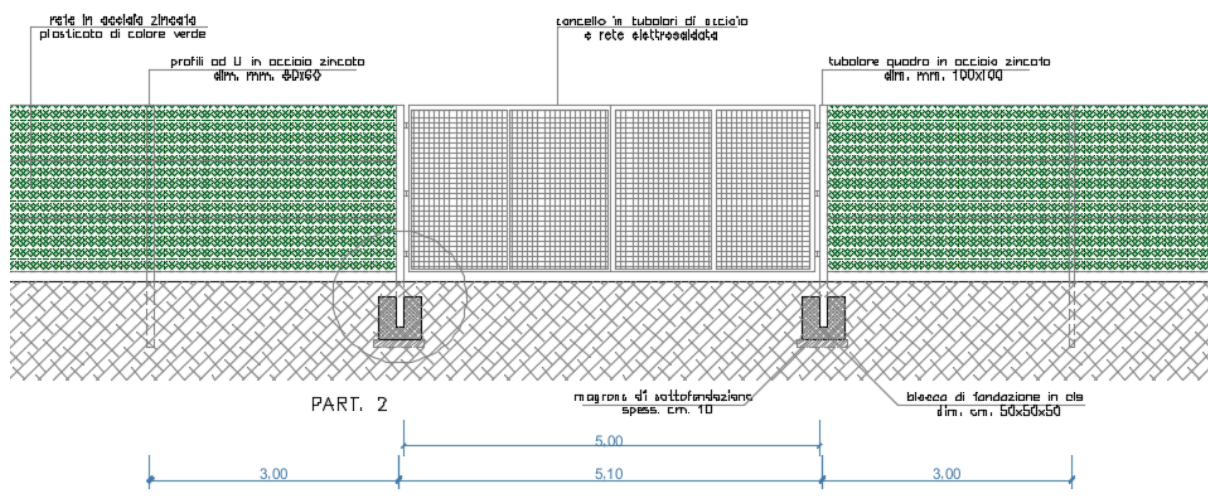
- Calcestruzzo gettato contro il terreno e permanentemente a contatto con esso 75 mm;
- Calcestruzzo a contatto con il terreno o con acqua 50 mm;
- Calcestruzzo non a contatto con il terreno o con acqua 40 mm.

6.5 Recinzione

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

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

PROSPETTO TIPO
accesso carrabile
scala 1:50



6.6.1 Cannello di accesso

E' previsto 1 cancello di accesso all'impianto di nuova installazione essenzialmente carrabile con sezione di passaggio pari ad almeno 5 m di larghezza e 2,2 m di altezza. Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

6.7 Analisi idraulica

Al fine di garantire il principio di invarianza idraulica e definire un sistema di drenaggio interno al sito con il minor impatto verrà eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile identificando le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica, in particolare, analizza i seguenti aspetti:

- valutazione della situazione di rischio idrogeologico sul sito;
- verifica della coerenza tra le condizioni di assetto idraulico dell'area e delle opere di trasformazione previste in progetto;
- verifica della variazione della permeabilità e delle risposte idrologiche conseguenti agli interventi previsti dal progetto;

calcolo dei volumi di compensazione per l'invarianza idraulica; _ individuazione dell'area e dimensionamento del bacino di invaso.

La compatibilità idraulica rispetto ai rischi e alle pericolosità ricadenti nell'area, verrà desunta a partire dagli studi realizzati a supporto degli strumenti di pianificazione comunale e sovracomunale.

La rete drenaggio in progetto sarà costituita da fossi e cunette di forma trapezoidale scavate nel terreno naturale e non rivestiti. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica. L'area di intervento è stata suddivisa, sulla base della morfologia di progetto, in bacini imbriferi non necessariamente coincidenti con i singoli settori dell'impianto. I bacini sono delimitati verso il monte idrologico da "alti" naturali (orli di scarpata, rilievi) mentre il valle idrologico coincide con l'ubicazione di progetto dei canali da realizzarsi in scavo per il collettamento delle acque meteoriche.

Lo scopo delle canalette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle canalette drenanti realizzate lungo i lati

morfologicamente più depressi. Il bacino idrologico presenta un'altitudine media pari a circa 50 m s.l.m..

6.7.1 Tratti tombinati

I tratti tombinati sono previsti per la risoluzione delle interferenze con la viabilità interna. Saranno previste tubazioni in HDPE carrabili interrate o posa di scatolari prefabbricati in CA carrabili.

6.7.1 Fossi di drenaggio drenanti

I fossi in terra saranno realizzati in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di angolo α pari a circa 26°.

Lo scopo delle cunette è quello di consentire il drenaggio dei deflussi al netto delle infiltrazioni nel sottosuolo. Le acque meteoriche ricadenti su ogni settore, per la parte eccedente rispetto alla naturale infiltrazione del suolo, verranno infatti intercettate dalle cunette drenanti realizzate lungo i lati morfologicamente più depressi.

6.8 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in terrarmata (larghezza carreggiata netta 4,5 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine. La viabilità è stata prevista lungo gli assi principali di impianto.

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

7. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

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

Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle "Istruzioni per l'applicazione delle Norme NTC" di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27

Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.

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

Altri documenti

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

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

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

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

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

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l'applicazione norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione)

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..
- Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della

sicurezza nei luoghi di lavoro).

- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)
 - CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
 - CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)
 - CEI 82-25
 - CEI 0-16
 - CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
 - CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori_ Sicurezza elettrica
 - CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
 - CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
 - CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
 - CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
 - CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
 - CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
 - IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
 - IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
 - CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
 - CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita.
 - CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature
- Parte fotovoltaica
- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per

installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 99-2 (EN 61936-1): “ Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte 1. Prescrizioni comuni”;
- CEI 99-3 (EN 50522): “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.”;
- CEI 99-4: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
- CEI 99-5: “Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- CEI 11-17: (2006-07, 3^a ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

Cavi, cavidotti e accessori

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

Scariche atmosferiche e sovratensioni

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

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-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione

differente

- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata 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 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti

pubbliche di alimentazione a bassa tensione

- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente 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

Energia solare

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
 - UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatic

Sistemi di misura dell'energia elettrica

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)

- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità -Temperatura ed umidità elevate