

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI GRASSANO



IMPIANTO AGROVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE IN AGRO DI GRASSANO E GARAGUSO – MT
LOCALITÀ PIANO FOCACCIA

POTENZA NOMINALE 19,99 MW

**N° ALLEGATO
A11**

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

COMMITTENTE

GRASSANO SOLAR S.R.L.

Via Melchiorre Gioia 8 - 20124 MILANO (MI)

P.IVA 02155040765

Il Tecnico

Arch. Angela Loscalzo

Ordine degli Architetti della provincia di Potenza al n. 1148 sez. A

Pec: angela.loscalzo@pec.basilicatanet.it

DATA: OTTOBRE 2023

Rev n°1

Sommario

1. Premessa	2
2. Descrizione dell’Impianto	2
2.1 Generalità dell’impianto	2
2.2 Layout dell’impianto	2
3. Caratteristiche tecniche componenti impianto	3
3.1 Moduli fotovoltaici	3
3.2 Convertitore di potenza.....	4
3.3 Trasformatore	5
3.4 Strutture di supporto	5
3.5 Cavi	7
Caratteristiche tecniche:	8
3.6 Quadro AT	8
Unità di alta tensione	8
3.7 Impianto di Video Sorveglianza.....	9
3.8 Impianto di illuminazione.....	9
4. Collegamento alla Rete Terna S.p.a.....	10
4.1 Generalità	10
4.2 Dispositivi di interfaccia e Collegamento alla Rete	10
4.3 Dispositivo del Generatore.....	11
4.4 Gruppi di Misura	11
5. Opere civili	12
5.1 Strutture di supporto dei moduli	12
5.2 Cabine elettriche	12
6. Sistemi di controllo.....	13
7. Stazione elettrica rete-utente	16
8. Caratteristiche dei collegamenti AT	20
8.1 Cavi AT	20
8.1.1 Giunzioni AT	20
8.1.2 Modalità di posa dei cavi AT	21
8.1.3 Caratteristiche principali dell’impianto.....	21

1. Premessa

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici specifica tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il disciplinare contiene anche la descrizione delle caratteristiche, della forma, dei materiali previsti e delle principali dimensioni dell'intervento. Per cui di seguito per la soluzione progettuale proposta, si procede all'esame delle caratteristiche fisiche e tecniche di tutte le componenti il progetto nella sua interezza.

2. Descrizione dell'Impianto

2.1 Generalità dell'impianto

Il progetto prevede la realizzazione per complessivi 19,99 MWp circa per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica e opere di connessione ed infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Terna Spa L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio cristallino montati su strutture ad asse orizzontale in acciaio a sistema ad inseguimento auto configurante con GPS integrato e controllo da remoto in tempo reale. Il sistema è stato ideato con lo scopo di massimizzare l'efficienza in termini energetici ed economici.

2.2 Layout dell'impianto

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato per lotti e prevede i seguenti elementi:

- 31992 moduli in silicio cristallino da 625 Wp per una potenza complessiva in corrente continua di 19995 KWp;
- 60 inverter da 330 KW ac;
- 6 cabine di Campo-Trasformazione e 2 cabine per la strumentazione dell'impianto;
- n. 6 trasformatori da 3300 kVA allocati in ognuna delle 6 cabine di trasformazione;
- 1 cabina di Impianto-Raccolta che svolge anche le funzioni di cabina ausiliari e sezionamento;
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in AT e BT;
- cavidotto interrato in AT (36kV) di collegamento tra le cabine di campo e la cabina di raccolta, da questa alla cabina di consegna e infine allo stallo a 36kV;
- la futura stazione di Utenza per l'elevazione della tensione di consegna da 36kV a 150kV sarà ubicata nel comune di Grassano.

Dal punto di vista elettrico, l'impianto nel suo complesso è funzionalmente diviso in 6 blocchi.

3. Caratteristiche tecniche componenti impianto

3.1 Moduli fotovoltaici

L'impianto verrà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio cristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 625Wp.

Per la realizzazione dell'impianto verranno impiegati 31992 moduli per una potenza di picco pari a 19.995 MWp.

Le caratteristiche dei moduli sono le seguenti:

Marca: JINKO

Modello: JKM625N-78HL4-BDV

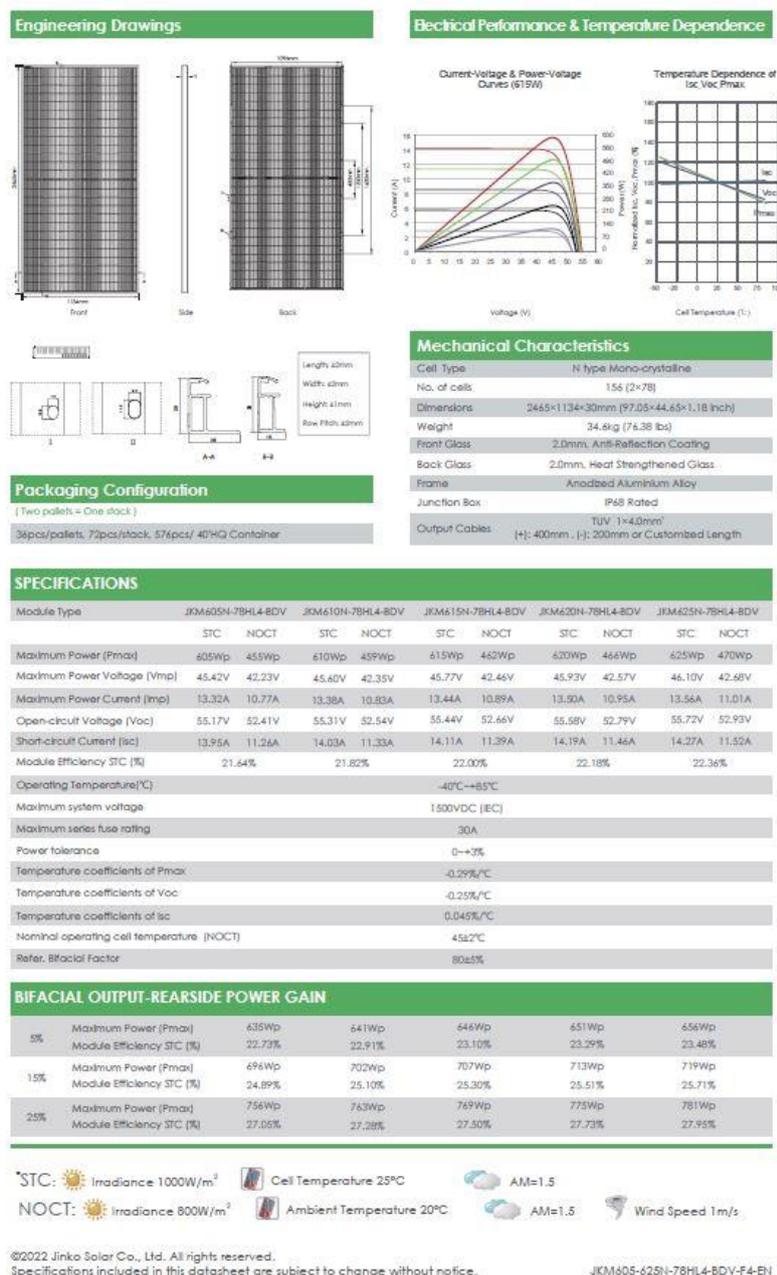


Figura 1 - Scheda tecnica pannello

3.2 Convertitore di potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n° 60 convertitori statici HUAWEI SUN2000-330KTL-H1. I principali dati tecnici relativi all'inverter sono riportati in figura di seguito.

SUN2000-330KTL-H1
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	±112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

Figura 2 - Dati tecnici Inverter

3.3 Trasformatore

Verranno installati n.6 trasformatori di elevazione BT/AT della potenza di 3300 kVA. Tutti i trasformatori elevatori saranno a singolo secondario con tensione di 800V ed avranno una tensione al primario di 36kV e avranno le caratteristiche di seguito elencate:

- ❖ Tipo resina
- ❖ Frequenza nominale 50 Hz
- ❖ Campo di regolazione tensione maggiore $\pm 2 \times 2,5\%$
- ❖ Livello di isolamento primario 1,1/3 V
- ❖ Livello di isolamento secondario 24/50/95
- ❖ Simbolo di collegamento Dyn 11
- ❖ Collegamento primario stella + neutro
- ❖ Collegamento secondario triangolo
- ❖ Classe ambientale E2
- ❖ Classe climatica C2
- ❖ Comportamento al fuoco F1
- ❖ Classe di isolamento primarie e secondarie F/F
- ❖ Temperatura ambiente max. 40 °C
- ❖ Sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- ❖ Installazione interna
- ❖ Tipo raffreddamento aria naturale
- ❖ Altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$
- ❖ Impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- ❖ Livello scariche parziali $\leq 10 \text{ Pc}$

3.4 Strutture di supporto

Saranno n° 1333 strutture in acciaio ad inseguimento solare (tracker) comandate da un azionamento lineare controllato da un programma astronomico per il supporto dei moduli ciascuna alloggiante 12+12 moduli fotovoltaici disposti in orizzontale su doppia fila; ciascuna struttura ad inseguimento (tracker) costituisce una stringa elettrica collegata ad 1 MPPT dei 6 MPPT dell'inverter.

Si riportano di seguito foto di impianti simili in cui è stata già utilizzata la struttura di supporto di progetto.



Figura 3 - Rappresentazione delle strutture di supporto

3.5 Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e gli inverter HUAWEI SUN2000-330KTL-H1 sono previsti conduttori di tipo unipolare flessibile stagnato in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

S=6 mm² Iz (60 C°) = 70A

Cavi di collegamento ai pannelli di ingresso degli inverter: S=10 mm² Iz (60 C°) = 98

S=10 mm² Iz (60 C°) = 98 A

S=16 mm² Iz (60 C°) = 132 A

S=25 mm² Iz (60 C°) = 176 A

S=35 mm² Iz (60 C°) = 218 A

S= 50 mm² Iz (60 C°) = 276 A

S=70 mm² Iz (60 C°) = 347 A

S=95 mm² Iz (60 C°) = 416 A

S=120 mm² Iz (60 C°) = 488 A

S=150 mm² Iz (60 C°) = 562 A

Altri cavi

Cavi di alta tensione: ARE4H1R 18/30 kV

Cavi di potenza AC: FG7OH2R 06/1 kV

Cavi di alimentazione AC: FG7OR

Cavi di comando: FG7OR

Cavi di segnale: FG7OH2R

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet.

Caratteristiche tecniche:

- Conduttore: Corda flessibile di rame stagnato, classe 5
- Isolante: Mescola LS0H di gomma reticolata speciale di qualità G21 LS0H = Low Smoke Zero Halogen
- Max. tensione di funzionamento 1800 Vc.c.
- Intervallo di temperatura Da - 40°C a + 90°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

3.6 Quadro AT

Si prevede l'impiego di quadri AT di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione e trasformazione per quanto in progetto, la tensione nominale dei quadri AT sarà 36kV. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento equipotenziale all'impianto di terra.

Gli interruttori saranno di tipo isolato in gas e realizzati secondo le indicazioni della norma IEC 298 e secondo le prescrizioni ANSI/IEEE serie C37 per gli impianti di specie. Il dispositivo generale sarà equipaggiato con un'unità di interfaccia che interverrà e comanderà l'apertura per anomalie sulla rete di distribuzione dell'energia interna al parco o per anomalie sul circuito interno al generatore.

Unità di alta tensione

Interruttore di alta tensione isolato in gas SF6

Tensione nominale 36kV - Corrente nominale 200 A Massima corrente interrotta 40 kA

Tempo di aperture /corrente 3 s / 16 kA Peso approx. 400 kg

Dimensioni (L x H x W) 680 mm x 1,380 mm x 720 mm

Rete di protezione di con controllo di:

massima tensione; minima tensione; massima frequenza; minima frequenza; massima corrente; protezione direzionale di terra.

3.7 Impianto di Video Sorveglianza

L'area di impianto sarà completamente recintata e sorvegliata a mezzo un sistema antintrusione composto da:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night complete di illuminatorie per visione notturna, da posizionare lungo la recinzione ogni 50 metri;
- cavo con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde da installare in prossimità dei punti di accesso e cabine;
- Tastierino per disabilitazione allarmi e accesso all'area di impianto;
- N.1 centralina di allarme e server per videosorveglianza installati in cabina.

I sistemi di allarme e videosorveglianza funzioneranno in modo integrato:

- Il cavo magnetico serve per la rilevazione delle vibrazioni trasmesse alla recinzione in caso di tentativo di scavalco e danneggiamento;
- Le barriere a microonde rilevano l'accesso all'area dell'impianto dal cancello o dalle cabine;
- Le telecamere registreranno tutti i movimenti interni all'area di progetto.

L'interno sistema di allarme e videosorveglianza sarà direttamente gestito da un apposito istituto di vigilanza privata che interverrà in caso di necessità, difatti al rilevamento di una intrusione la centralina di controllo a mezzo apposito combinatore telefonico invierà una chiamata all'istituto di vigilanza. Con i tastierini a combinazione si eviterà l'accesso all'area dell'impianto a non addetti.

3.8 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione verrà installato perifericamente al campo FV in corrispondenza della recinzione di sicurezza e in corrispondenza delle cabine in cls.

Sarà composto da pali del tipo tronco conico in acciaio diametro alla base 139 mm diametro sommità 60mm. Il palo avrà una fascia di rinforzo in acciaio con sovrastante fascia bituminosa protettiva nella zona della sezione d'incastro. L'apparecchio d'illuminazione sarà di classe II ottica semi cut-off grado di protezione del gruppo ottico IP 54 e del vano ausiliari elettrici IP 23.

La distanza centri luminosi circa 30 metri (variabile in funzione dell'altezza del palo che andrà da circa 5 metri a circa 9 metri). In particolare i pali sul lato nord e il campo saranno alti 9 metri e distanti

tra di loro 30 metri, mentre quelli sui lati a sud, est, ovest, saranno alti 5 metri distanti tra di loro 25 metri.

Le lampade saranno del tipo a vapori di sodio alta pressione con $P = 250 \text{ W}$.

4. Collegamento alla Rete Terna S.p.a

L'allacciamento di un campo fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è subordinato alla richiesta di connessione alla rete, da presentare al Gestore o in alternativa all'ente distributore qualora la rete non faccia parte della rete di trasmissione nazionale.

Sostanzialmente possono presentarsi due casi:

- La connessione alla RTN o alla rete di distribuzione avviene attraverso una stazione esistente;
- La connessione avviene attraverso la realizzazione di una nuova stazione elettrica.

Gli Enti suddetti definiscono i requisiti e le caratteristiche di riferimento delle nuove stazioni elettriche, poiché ovviamente esse devono essere compatibili con la rete esistente, oltre alle dimensioni delle stesse nel caso in cui debbano avere future espansioni. Per il campo fotovoltaico da realizzarsi in località "Piano Focaccia", il Gestore prescrive un collegamento in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Garaguso", previa realizzazione dei seguenti interventi:

- futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV "Garaguso";
- nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento tra il futuro ampliamento e la SE "Garaguso"

Schema unifilare, planimetria e sezioni dell'impianto sono riportati nelle tavole allegate. I servizi ausiliari in c.a. saranno alimentati da un trasformatore AT/BT alimentati mediante cella AT dedicata su sbarra AT. Le utenze relative ai sistemi di protezione e controllo saranno alimentate in c.c. tramite batteria tenuta in carica a tampone con raddrizzatore.

4.1 Generalità

Il sito che ospiterà la nuova Stazione Elettrica si trova in un'area posta a circa 16Km dalla cabina di Impianto.

4.2 Dispositivi di interfaccia e Collegamento alla Rete

Il dispositivo di interfaccia (DI) determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di trasmissione nazionale.

La protezione di interfaccia, agendo sull'omonimo dispositivo, sconnette l'impianto di produzione dalla rete Terna evitando che:

- ✓ in caso di mancanza dell'alimentazione Terna, il Cliente Produttore possa alimentare la rete Terna stessa;

- ✓ in caso di guasto sulla rete Terna, il Cliente Produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso inficiando l'efficacia delle richiuse automatiche, ovvero che l'impianto di produzione possa alimentare i guasti sulla rete Terna prolungandone il tempo di estinzione e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza;
- ✓ in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori Terna, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete Terna con possibilità di rotture meccaniche

Le protezioni di interfaccia sono costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare ed interviene per:

- Massima tensione
- Minima tensione
- Massima frequenza
- Minima frequenza
- Massima tensione omopolare Vo

Per la sicurezza dell'esercizio della rete di Trasmissione Nazionale è prevista la realizzazione di un ricalzo alla mancata apertura del dispositivo d'interfaccia. Il ricalzo consiste nel riportare il comando di scatto, emesso dalla protezione di interfaccia, ad un altro organo di manovra. Verrà quindi realizzato un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0.5 s, che agirà sul dispositivo di protezione lato At del trasformatore di utenza. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia. In caso di mancata apertura di uno degli stalli di produzione il Dispositivo di Interfaccia comanda l'apertura del Dispositivo Generale che distacca l'impianto fotovoltaico dalla rete di Terna, contestualmente a questa situazione tutti i Servizi Ausiliari rimangono alimentati dall'UPS.

4.3 Dispositivo del Generatore

Il dispositivo del generatore è costituito da (interruttore o contattore) installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione. In condizioni di "aperto", il dispositivo del generatore separa il gruppo dal resto dell'impianto.

4.4 Gruppi di Misura

Per l'impianto in progetto in conformità alle norme CEI vigenti e alle prescrizioni dell'Agenzia delle Dogane è necessario misurare:

- L'energia prelevata/immessa in rete;
- L'energia fotovoltaica prodotta.

Verrà installato un contatore di misura a valle della cabina di impianto per misurare l'energia prodotta e uno all'interno della stazione di utenza per misurare l'energia scambiata con la RTN.

I sistemi di misura dell'energia elettrica saranno in grado di rilevare, registrare e trasmettere dati di lettura, per ciascuna ora, dell'energia elettrica immessa/prelevata o prodotta in rete nel punto di installazione del contatore stesso.

I sistemi di misura saranno conformi alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare saranno dotati di sistemi meccanici di sigillatura che garantiranno manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

5. Opere civili

5.1 Strutture di supporto dei moduli

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da profili infissi a terra, senza fondazioni. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potranno variare in funzione del tipo di terreno, ma ha generalmente il valore di 1,3-1,5m. A tal fine saranno rispettate norme, leggi e disposizioni vigenti in materia.

I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno di altezza circa pari a 2,5m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo e garantire la coltivazione agricola.

5.2 Cabine elettriche

All'interno delle cabine elettriche verranno posati i quadri di comando degli inverter, i trasformatori, le apparecchiature di telecontrollo, la strumentazione di consegna e misura.

Le cabine saranno di tipo prefabbricato con vasca di fondazione.

Le cabine elettriche di campo, in container, situate all'interno del campo fotovoltaico come da planimetrie allegate, saranno composte da due sezioni e conterranno:

- 1 vano trasformatore AT/BT;
- 1 vano per la protezione lato AT del trasformatore.

La cabina elettrica di consegna e quella di sezionamento saranno costituite da due manufatti affiancati. L'accesso alla cabina elettrica di consegna avviene tramite la viabilità interna.

La cabina di consegna e sezionamento sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT.

La rifinitura della cabina comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;
- impianto di illuminazione;

- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte metalliche di mm 1200x2300 con serratura.

La cabina sarà costituita da locali compartimentali adibiti rispettivamente a seconda dei casi a locale trasformatore e/o locale quadri AT.

Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti. La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato grafico B10_ Disegni architettonici cabine elettriche.

La cabina di consegna raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo e sezionamento e convoglia l'energia prodotta dall'impianto, tramite un elettrodotto interrato in alta tensione (AT), alla SE Terna "Garaguso".

La sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione e i percorsi delle strade, come da elaborato grafico B6_Layout impianto è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento AT delle cabine di trasformazione alla cabina di consegna saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie.

Le restanti aree del lotto (aree tra le stringhe e sotto le strutture di supporto) saranno piantumate con erba.

6. Sistemi di controllo

L'impianto sarà dotato di un Sistema di Acquisizione Dati (SAD) la cui funzione è la misura, la visualizzazione e la memorizzazione delle principali grandezze elettriche e meteorologiche nonché degli eventi caratteristici dell'impianto fotovoltaico.

Il sistema di acquisizione sarà costituito da uno o più circuiti a microprocessore chiamati Data Logger, in grado di eseguire l'acquisizione delle grandezze operative dell'impianto fotovoltaico e di alcune grandezze meteorologiche.

Il sistema di acquisizione si dovrà interfacciare con un PC supervisore tramite comunicazione Ethernet per la visualizzazione on line dello stato dell'impianto e il download dei dati storici.

Uno dei Data logger avrà la funzione di "Master" e dovrà raccogliere i dati provenienti da:

- gli inverter
- le cassette di parallelo
- i sensori metereologici

Il sistema sarà predisposto per supervisione remota dell'impianto tramite MODEM PSTN o GSM o ADSL.

Sarà inoltre possibile acquisire altre grandezze di interesse dell'impianto fotovoltaico (6 Input analogici configurabili).

Il sistema acquisisce e rende disponibili su un'interfaccia grafica del PC di supervisione, mediante un sinottico che schematizzi la configurazione dell'impianto, le seguenti grandezze e stati di funzionamento:

Grandezze elettriche dei sotto-campi FV collegati alle cassette di parallelo
<ul style="list-style-type: none">• tensione nelle cassette di parallelo• corrente erogata dalle cassette di parallelo• potenza dei sottocampi FV che fanno capo ad ogni cassetta di parallelo• tensione di ogni singola stringa• corrente erogata da ogni singola stringa

Grandezze elettriche dei campi FV collegati agli inverter
<ul style="list-style-type: none">• tensione del campo fotovoltaico• corrente del campo fotovoltaico• potenza lato corrente continua del campo fotovoltaico• corrente di uscita in CA di ogni inverter• potenza attiva erogata da ogni inverter• fattore di potenza degli inverter• energia attiva giornaliera di ogni inverter• energia attiva totale di ogni inverter• tempo totale di erogazione di ogni inverter

Informazioni sul funzionamento del sistema di conversione
<ul style="list-style-type: none">• assenza di erogazione di corrente di una stringa per un periodo di tempo superiore a 12 ore• funzionamento dell'inverter• stand by inverter• blocco inverter• temperatura degli switch del ponte di conversione di ogni inverter• temperatura dell'elettronica di ogni inverter• temperatura di ogni trasformatore• assenza di tensione sulla rete locale• intervento protezione interfaccia rete locale

Oltre a tali informazioni il sistema dovrà evidenziare i seguenti stati di allarme:

Allarmi sul funzionamento del sistema di conversione
<ul style="list-style-type: none">• allarme perdita di isolamento verso terra del circuito in CC di ogni inverter• allarme perdita di continuità diurna e notturna sui circuiti in corrente continua di ogni stringa• allarme temperatura di ogni inverter• allarme temperatura di ogni trasformatore• allarme presenza di guasto a terra

Il sistema di acquisizione dati dovrà essere in grado di monitorare alcune grandezze ambientali mediante dei sensori posizionati su quattro punti dell'impianto fotovoltaico. La scelta dei punti sull'area coperta dal generatore fotovoltaico deve essere baricentrica rispetto alla superficie occupata dai campi FV che afferiscono ad ogni singolo inverter.

La tipologia e il numero dei sensori necessari per ogni punto di rilevazione sono i seguenti:

- ❖ 1 sensore di irraggiamento (cella pesata)
- ❖ 1 sensore di temperatura dei moduli fotovoltaici installato a contatto sul foglio di tedlar del modulo (termoresistenza PT100)
- ❖ 1 sensore di temperatura ambiente (termoresistenza PT100)

Oltre a questi presso il locale tecnico, ad un'altezza pari a 12 metri sul livello del terreno, verrà installato un anemometro per la rilevazione della velocità del vento nel sito. Il sensore avrà le seguenti caratteristiche minime:

- risoluzione 1°, range 360°;
- precisione +/-2%
- risoluzione 0,1 m/s, range 0-280km/h
- precisione +/-5%
- diametro palo fino a 50mm

Il sistema di acquisizione dati dovrà essere in grado di monitorare, processare e registrare le seguenti informazioni:

Informazioni ambientali

- irraggiamento su ogni punto di rilevazione
- temperatura ambiente su ogni punto di rilevazione
- temperatura dei moduli FV su ogni punto di rilevazione
- irraggiamento medio sull'insieme dei punti di rilevazione
- velocità e direzione del vento sul punto di rilevazione

Il sistema di acquisizione dati dovrà evidenziare i seguenti stati di allarme relativi ai rilevamenti delle grandezze ambientali:

- Temperatura dei moduli > 70°C
- Mancato rispetto, per ogni campo fotovoltaico collegato ai diversi inverter, della condizione:

$$P_{CC} > 0,85 * P_{FVnom} * I / I_{STC},$$

ove:

- PCC è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico afferente ad un inverter;
- PFVnom è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico afferente ad un inverter;
- I è l'irraggiamento (in W/m²) misurato sul piano dei moduli;
- ISTC, pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni standard;

Tale condizione deve essere verificata per I > 600 W/m² e Temperatura dei moduli ≤ 40° C.

Tutti i sensori e trasduttori installati in esterno dovranno avere adeguato livello di protezione.

Saranno inclusi nel sistema di acquisizione tutti i convertitori A/D e D/A, gli alimentatori e le interfacce necessarie all'acquisizione dei segnali dai trasduttori e sensori previsti.

7. Stazione elettrica rete-utente

La società Terna S.p.A. responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione ha comunicato alla committenza la soluzione tecnica minima generale (STMG) per l'allacciamento alla rete elettrica nazionale.

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.
- Interruttori tripolari in SF6:
- · corrente nominale: 2000 A,
- · potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

- Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:
- · corrente nominale: 2000 A (non lame di terra),
- · corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.
- Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:
- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.
- Trasformatori di corrente:
- · rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- · corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- · corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.
- Trasformatori di tensione:
- · rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V
- · le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.
- I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.
- Sbarre: -
- · corrente nominale: 2000 A.
- Trasformatore trifase in olio minerale
- · Tensione massima 170 kV
- · Frequenza 50 Hz
- · Rapporto di trasformazione 150/20 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ²) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	0-0,3"-CO-1"-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatori verticali a tensione nominale 150kV:

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatore di terra sbarre a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31.5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Trasformatore di corrente a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione capacitivo a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000}{\sqrt{3}}$ $\frac{100}{\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{PM} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{PM} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/3
Tensione nominale secondaria (V)	100/3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)**	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Scaricatori per tensioni nominali a 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

8. Caratteristiche dei collegamenti AT

8.1 Cavi AT

I cavi per le linee AT a 36kV avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- Designazione: ARG7H1RNRX, ARG7H1RN
- Grado di isolamento: 45kV
- Tensione nominale: 36kV
- Conduttori a corda rigida compatta di alluminio
- Formazioni: come da progetto
- Sezioni: come da progetto

I cavi saranno conformi alle normative di settore.

8.1.1 Giunzioni AT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo AT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi con anime in alluminio. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti.

8.1.2 Modalità di posa dei cavi AT

Tutte le linee elettriche ed in fibra ottica di progetto saranno posate in cavidotti direttamente interrati o, dove indicato, posati all'interno di tubi. Il tracciato dei cavidotti è riportato negli allegati elaborati grafici.

I cavi elettrici, rispetto al piano finito di progetto sia di strade che di eventuali piazzali o rispetto alla quota del piano di campagna, saranno posati negli scavi alla profondità di circa 1,2m. I cavi saranno posati direttamente all'interno di uno strato di materiale sabbioso di circa 30 cm, su cui saranno posati i tegoli o le lastre copricavo. Un nastro segnalatore sarà immerso nel rimanente volume dello scavo riempito con materiale arido.

La posa dei conduttori si articolerà quindi essenzialmente nelle seguenti attività:

- ❖ scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità come indicata nel documento di progetto;
- ❖ posa dei conduttori e/o fibre ottiche. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto; infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;
- ❖ rinterro parziale con sabbia vagliata;
- ❖ posa dei tegoli protettivi;
- ❖ rinterro con terreno di scavo;
- ❖ inserimento nastro per segnalazione tracciato.

8.1.3 Caratteristiche principali dell'impianto

Tutto l'impianto e le apparecchiature installate saranno corrispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI generali (11-1) e specifiche. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

- tensione massima: 170 kV,
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale sul sezionamento: 325 kV,
- tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico sul sezionamento: 750 kV.

Interruttori tripolari in SF6:

- corrente nominale: 2000 A,
- potere di interruzione nominale in cto cto: 31,5 kA.

Sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea:

- corrente nominale: 2000 A (non lame di terra),
- corrente nominale di breve durata: 31,5 kA.

Sezionatore tripolare di messa a terra sbarre:

- corrente nominale di breve durata: 31.5 kA.

Trasformatori di corrente:

- rapporto di trasformazione nominale: 400-1600/5 A/A
- corrente massima permanente: 1,2 I primaria nominale,
- corrente nominale termica di cto cto: 31,5 kA.

Trasformatori di tensione:

- rapporto di trasformazione nominale: 150.000/1.73/100/1.73 V/V
- le prestazioni verranno definite in sede di progetto esecutivo.

I trasformatori di tensione saranno di tipo capacitivo, eccetto quelli dedicati alle misure contrattuali che potranno essere di tipo induttivo.

Sbarre:

- corrente nominale: 2000 A.

Trasformatore trifase in olio minerale

- Tensione massima 170 kV
- Frequenza 50 Hz
- Rapporto di trasformazione 150/20 kV
- Livello d'isolamento nominale all'impulso atmosferico 750 kV
- Livello d'isolamento a frequenza industriale 325 kV Tensione di corto circuito 22,5 %
- Collegamento avvolgimento Primario Stella
- Collegamento avvolgimento Secondario Triangolo
- Potenza in servizio continuo (ONAN-ONAF) 20 MVA
- Peso del trasformatore completo 60 t

Caratteristiche di massima dei componenti AT:

- tensione di isolamento nominale 36 kV
- tensione di prova a 50 Hz 1 min 70 kV
- tensione di tenuta ad impulso 170 kV
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale in servizio continuo In 630 A corrente ammissibile di breve durata IK 16 kA corrente di cresta IP 2,5. IK
- temperatura di esercizio -5 ÷ +40 °C
- Interruttore a tensione nominale 150 kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m ²) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	1250	2000
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	20	31.5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	50	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	0-0,3'-CO-1'-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	5	8
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

*Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

Sezionatori orizzontali a tensione nominale 150kV con lame di messa a terra

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31,5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	270
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

Sezionatori verticali a tensione nominale 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31,5
- valore di cresta (kA)	50-80
Corrente nominale commutazione di sbarra (A)	1600
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
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)	1250
- orizzontale trasversale (N)	400
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Sezionatori di terra sbarre a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	20-31,5
- valore di cresta (kA)	50-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale trasversale (N)	600
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15

Trasformatori di corrente a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni ed al numero dei nuclei devono intendersi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000}{\sqrt{3}}$ $\frac{100}{\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% + 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C ₀)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Trasformatore di tensione induttivo a tensione nominale di 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000√3
Tensione nominale secondaria (V)	100√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni o al numero dei nuclei devono essere intesi come raccomandati; altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

Scaricatori per tensione nominale a 150kV

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	110
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 μs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 μs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 μs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	2
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	31,5

(*) Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati