

Comuni di Deliceto e Ascoli di Satriano

Regione Puglia

Provincia di Foggia



Committente:

RWE

RENEWABLES ITALIA S.R.L.
Via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968
pec:rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte Fotovoltaica Integrato con l'Agricoltura, avente Potenza nominale DC pari a 36,544 MWp - potenza AC di immissione in RTN pari a 31,298 MWp, da realizzarsi nel Comune di Deliceto (FG) e relative opere connesse nei comuni di Deliceto (FG) e Ascoli di Satriano (FG)

Elaborato:

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI DEL PROGETTO DEFINITIVO

Codifce ID pratica A.U.:

R18W5P2

Codifce dell'elaborato:

R18W5P2_CalcoliPrelimpianti

ID PROGETTO:		DISCIPLINA:	-	TIPOLOGIA:	D	FORMATO:	A0
--------------	--	-------------	---	------------	---	----------	----

FOGLIO:	1 di 1	SCALA:	-	Nome file:	R18W5P2_CalcoliPrelimpianti.doc
---------	--------	--------	---	------------	---------------------------------

N° Documento:
223901_D_R_0171

Il Progettista:



Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.
Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)
Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	29.08.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C. ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
5.	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO	9
5.1.	MODULI FOTOVOLTAICI.....	9
5.2.	STRUTTURE DI SUPPORTO.....	10
5.3.	CONVERTITORI DI POTENZA.....	10
5.4.	TRASFORMATORE	11
5.5.	CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI IMPIANTO	12
5.6.	STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA	12
5.7.	Cavi BT, MT.....	15
5.8.	IMPIANTO DI UTENZA DI CONNESSIONE	15
5.9.	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE	16
6.	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE CAVI MT.....	16
6.1.1.	PROGETTAZIONE	16
6.1.2.	CARATTERISTICHE DELLA RETE CAVI MT.....	17
6.1.2.1.	GENERALITÀ.....	17
6.1.2.2.	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT	18
6.1.2.2.1.	CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI	18
6.2.	VARIAZIONE DELLA TENSIONE LATO CC.....	18
6.3.	PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE.....	19
6.4.	COLLEGAMENTO IN SERIE TRA MODULI	19
6.5.	COLLEGAMENTO TRA STRINGHE E CASSETTA DI STRINGA (CDS).....	19
6.6.	COLLEGAMENTO TRA CDS E QUADRO DI SEZIONAMENTO.....	19
6.7.	TRASFORMATORE TRIFASE BT/MT	20

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di fornire indicazioni sul dimensionamento degli impianti finalizzato all'ottenimento dei permessi necessari alla costruzione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico da realizzarsi nel Comune di Deliceto (FG), in località "Catenaccio", con opere connesse nei comuni di Deliceto (FG) e Ascoli di Satriano (FG) collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione su uno stallo a 150 kV in antenna sul futuro ampliamento ubicato nel comune di Ascoli Satriano (FG) della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG).

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si riporta, di seguito, l'elenco documenti di riferimento per la presente relazione:

- R18W5P2_ElaboratoGrafico_0_01-Corografia di inquadramento;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_1_03-Planimetria dei tracciati principali delle reti impiantistiche;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_1_04- Particolari costruttivi;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_01- Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 1;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_02- Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 2;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_03- Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 3;
- R18W5P2_ElaboratoGrafico_1_05-Schema elettrico unifilare d'Impianto Fotovoltaico e Stazione Elettrica di Utanza;
- R18W5P2_ImpiantiDiRete_01-Impianto di rete per la connessione - Planimetria e Sezione elettromeccanica;
- R18W5P2_ImpiantiDiRete_02-Schema elettrico unifilare degli impianti di utanza e di Rete;
- R18W5P2_ImpiantiDiUtanza_01-Stazione elettrica di utanza - Planimetria e Sezione elettromeccanica;
- R18W5P2_ImpiantiDiUtanza_02-Stazione elettrica di utanza - disegni architettonici edificio quadri.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica delle strutture saranno condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

- CEI 0-13 "Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature"
- CEI 0-16 "Regole tecniche di connessione (RTC) per utenti attivi ed utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- CEI EN 61215-1-1 - CEI: 82-55 Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino
- CEI EN 61829 - CEI: 82-16 Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino - Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 50618 - CEI: 20-91 Cavi elettrici per impianti fotovoltaici CEI EN 60904-2 - CEI: 82-2 Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN 61730-1/A11 - CEI: 82-27; Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici
- CEI EN 60904-8 - CEI: 82-19 Dispositivi fotovoltaici
- CEI EN 50539-11 - CEI: 37-16 Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Limitatori di sovratensioni di bassa tensione per applicazioni specifiche inclusa la c.c. Parte 11: Prescrizioni e prove per SPD per applicazioni negli impianti fotovoltaici

- CEI 81-28 - CEI:81-28 Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici
- CEI EN 50530/A1 - CEI: 82-35; V1 Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica
- CEI EN 62446 - CEI:82-38 Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica – Prescrizioni minime per la documentazione del sistema, le prove di accettazione e prescrizioni per la verifica ispettiva
- CEI EN 61853-1 - CEI:82-43 Misura delle prestazioni e dell'energia nominale erogata da moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Misura delle prestazioni e della potenza nominale erogata da moduli fotovoltaici (FV) in funzione dell'irraggiamento e della temperatura
- CEI EN 62109-2 - CEI: 82-44 Sicurezza dei convertitori di potenza utilizzati negli impianti Fotovoltaici
- CEI 82-25; Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione e relative Varianti
- CEI EN 50530 - CEI:82-35 Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica
- CEI EN 62109-1 - CEI: 82-37 Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 50524 - CEI: 82-34 Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici
- CEI EN 61215 - CEI: 82-8 Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni Terrestri
- CEI EN 62093 - CEI: 82-24 Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 61277 - CEI: 82-17 Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica Generalità e guida
- CEI EN 61724 - CEI: 82-15 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 - CEI: 82-9 Sistemi fotovoltaici (FV) Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI 82-25 Guida realizzazione sistemi e fotovoltaici

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico nel Comune di Deliceto (FG), in località "Catenaccio", di potenza di 36.544 kWp (tenuto conto del rapporto di connessione DC / AC = 1,17 e della potenza di connessione pari 31.298,00 kWp), del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG). Si ricorda che con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Fotovoltaico, Cavidotto M.T., Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (linea A.T.) ed Impianto di Rete per la connessione.

La figura 1 riporta lo stralcio della corografia di inquadramento:

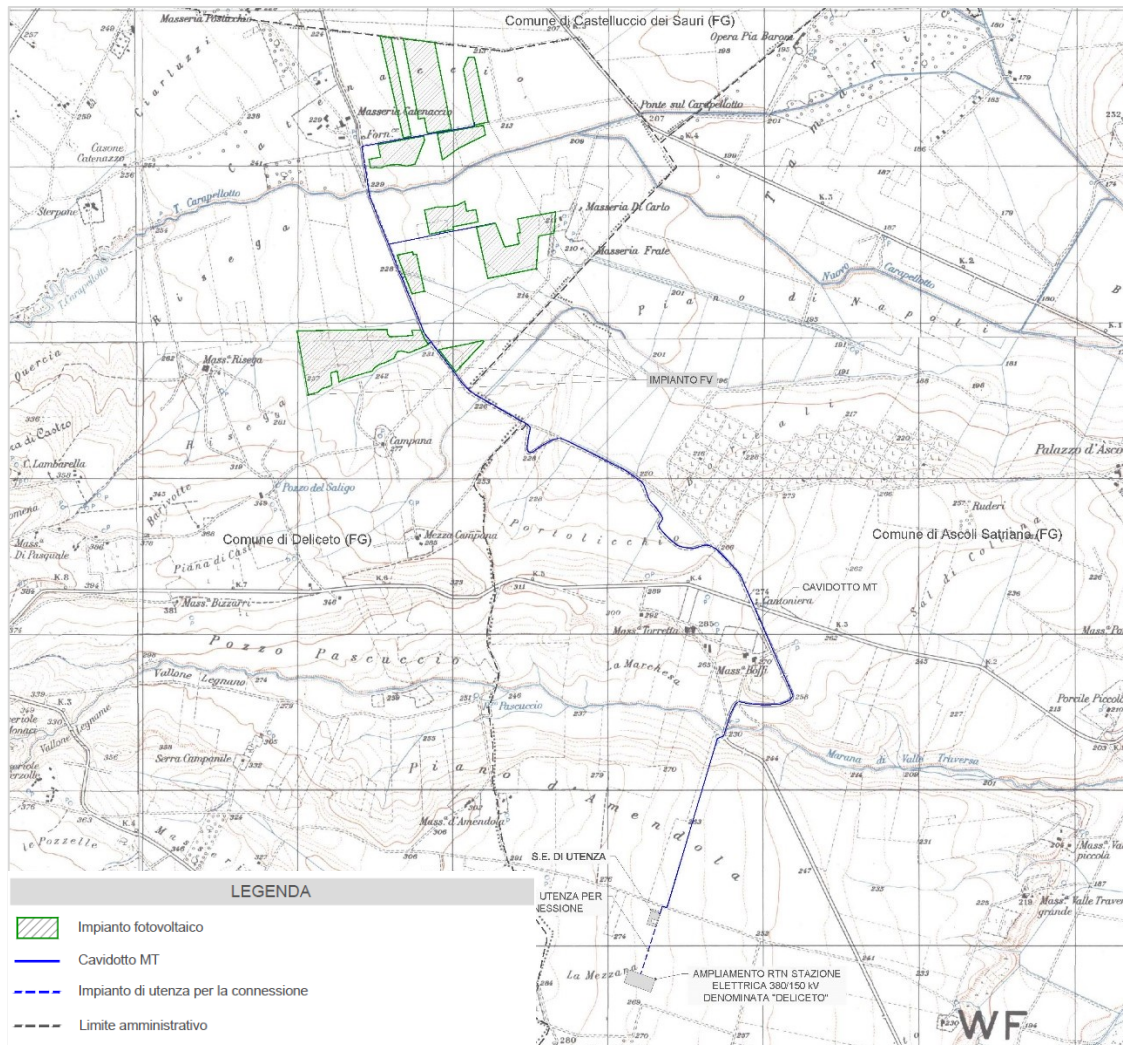


Figura 1 - Corografia di inquadramento

Al Parco Fotovoltaico vi si accede tramite la Strada Provinciale SP 104, alla Stazione Elettrica d'Utenza invece tramite viabilità comunale.

Di seguito si riportano i dati relativi all'ubicazione ed alle caratteristiche climatiche dell'area interessata dall'impianto in oggetto (tabelle 2-3).

- Parco Fotovoltaico

Latitudine	41°15'37.36"N
Longitudine	15°28'23.74"E
Altitudine [m]	224 m s.l.m.
Zona Climatica	E
Gradi Giorno	2.245

Tabella 1 - Caratteristiche climatico – territoriali del Parco Fotovoltaico

▪ Stazione Elettrica d'Utenza

Latitudine	41°13'02.04"N
Longitudine	15°29'30.47"E
Altitudine [m]	268 m s.l.m.
Zona Climatica	D
Gradi Giorno	1.652

Tabella 2 - Caratteristiche climatico – territoriali della Stazione Elettrica d'Utenza

L'impianto fotovoltaico in progetto può schematizzarsi nel seguente modo:

- **Campo "A" Cabina CTA (potenza tot. installata: 1705 KWp)**
suddiviso in 5 sottocampi,
con inverter tipo Sungrow - di cui 3 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 2 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,
n° moduli installati: 3.248,
stringhe (1x28 mod.): 116.
- **Campo "B" Cabine CT B.1 e CT B.2 (potenza tot. installata: 6262 KWp)**
suddiviso in 15 sottocampi,
di cui 7, con inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20210712_SG350HX, collegati alla CT B.1
e 8, con inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20210712_SG350HX, collegati alla CTB.2.
N° moduli installati: 11.928,
stringhe (1x28 mod.): 426.
- **Campo "C" Cabina CTC (potenza tot. installata: 1808 KWp)**
suddiviso in 6 sottocampi,
con inverter tipo Sungrow - di cui 5 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 1 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,
n° moduli installati: 3.444,
stringhe (1x28 mod.): 123.
- **Campo "D" Cabina CTD (potenza tot. installata: 2528 KWp)**
suddiviso in 7 sottocampi,
con inverter tipo Sungrow - di cui 3 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 4 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,
n° moduli installati: 4.816,
stringhe (1x28 mod.): 172.
- **Campo "E" Cabina CTE (potenza tot. installata: 1705 KWp)**
suddiviso in 5 sottocampi,
con inverter tipo Sungrow - di cui 3 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 2 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,
n° moduli installati: 3.248,
stringhe (1x28 mod.): 116.
- **Campo "F" Cabina CTF (potenza tot. installata: 2455 KWp)**
suddiviso in 6 sottocampi,
con inverter tipo Sungrow - modello tipo DS_20210712_SG350HX
n° moduli installati: 4.676,
stringhe (1x28 mod.): 167.
- **Campo "G" Cabina CTG (potenza tot. installata: 1058 KWp)**

suddiviso in 3 sottocampi,

con inverter tipo Sungrow - di cui 2 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 1 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,

n° moduli installati: 2.016,

stringhe (1x28 mod.): 72.

- **Campo "H" Cabine CT H.1 e CT H.2 (potenza tot. installata: 7174 KWp)**

suddiviso in 18 sottocampi,

di cui 2, con inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20201121_SG250HX,

e 16, con nove inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20201121_SG250HX.

N° moduli installati: 14.448,

stringhe (1x28 mod.): 516.

- **Campo "L" Cabina CT L.1, CT L.2 e CT L.3 (potenza tot. installata: 10878 KWp)**

suddiviso in 27 sottocampi,

di cui 1, con inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20201121_SG250HX,

e 26, con nove inverter tipo Sungrow modello tipo DS_20201121_SG250HX.

N° moduli installati: 20.720,

stringhe (1x28 mod.): 740.

- **Campo "N" Cabina CT N e CI (potenza tot. installata: 852 KWp)**

suddiviso in 3 sottocampi,

con inverter tipo Sungrow - di cui 2 modello tipo DS_20201121_SG250HX e 1 modello tipo DS_20210712_SG350HX -,

n° moduli installati: 1.848,

stringhe (1x28 mod.): 66.

I campi A, B, C, D, E, F, G, H, L ed N saranno costituiti da **69.608 moduli fotovoltaici**, distribuiti in **95 sottocampi**, come rappresentato nelle figure 2 - 3 - 4. I moduli fotovoltaici verranno installati su aree la cui estensione totale è pari a circa 67,61 ha.

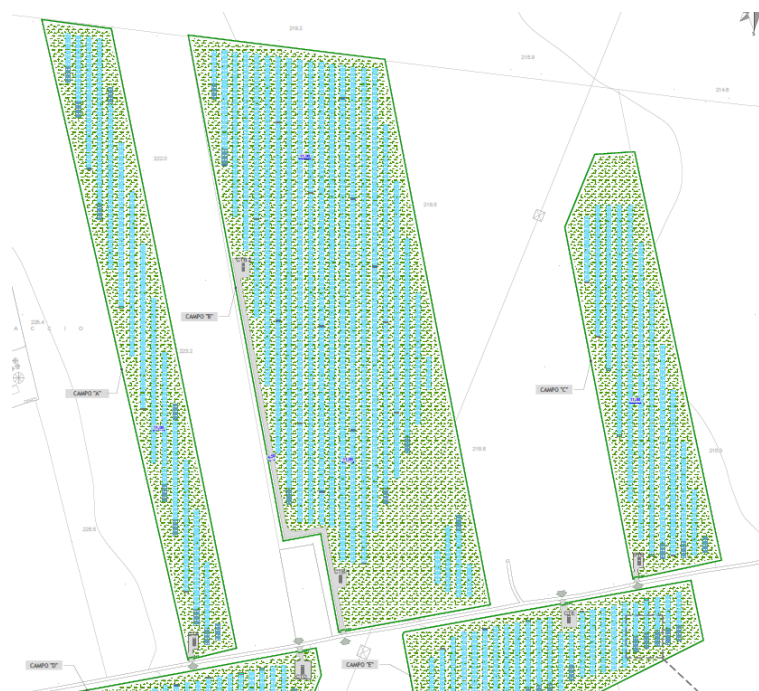


Figura 2 - Planimetria dell'Impianto Fotovoltaico - Campi A, B, C



Figura 3 - Planimetria dell'Impianto Fotovoltaico – Campi D, E, F



Figura 4 - Planimetria dell'Impianto Fotovoltaico – Campi G, H

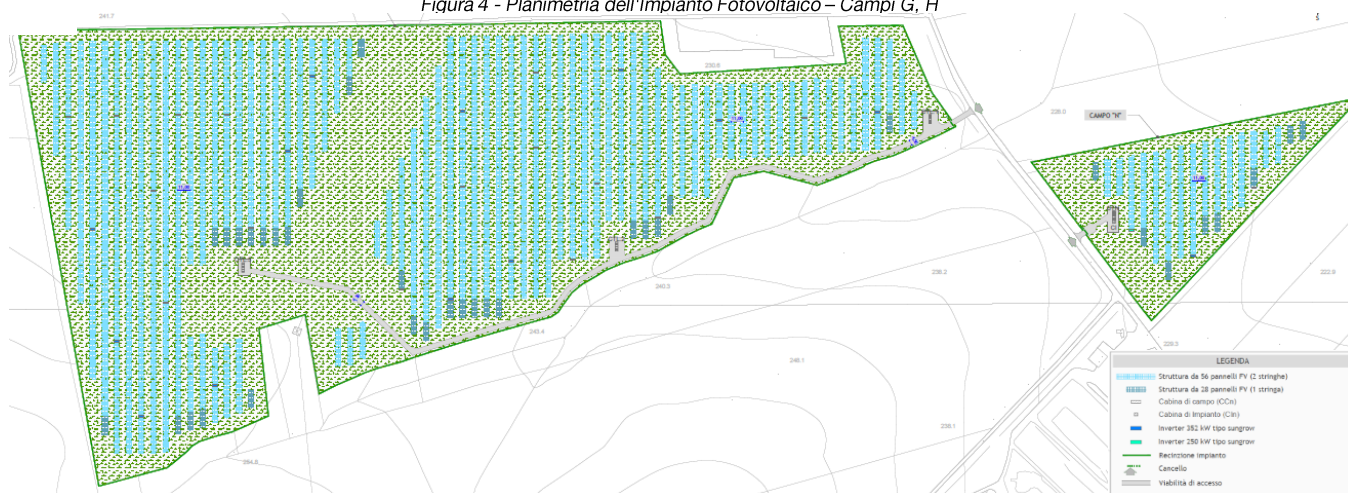


Figura 5 - Planimetria dell'Impianto Fotovoltaico – Campi L, N

Moltiplicando il numero di pannelli per la potenza erogabile dal singolo si ottiene la **massima potenza installabile presunta**:

$$69.608 * 0,525 = 36.544 \text{ kWp}$$

I moduli fotovoltaici verranno fissati su delle strutture in tubolari metallici opportunamente dimensionate e fissate in modo da sostenere il peso proprio dei pannelli fotovoltaici e resistere alla spinta ribaltante del vento.

Nello specifico, il **modulo fotovoltaico da 525 W**, per il quale si prevede una connessione (in corrente continua a bassa tensione) in stringhe da **28** elementi in maniera da ottenere una tensione massima di stringa pari a 1.376,2 V.

Per tali stringhe si prevede, a valle, il collegamento agli **inverter** (deputati alla conversione della corrente in continua in alternata).

A valle degli inverter, è previsto lo **stadio di trasformazione** che eleverà la tensione da Bassa a Media.

I trasformatori verranno alloggiati nelle cosiddette **Cabine di Trasformazione (CT)**, gli inverter in corrispondenza delle strutture.

Nelle stesse cabine elettriche sono previsti i relativi interruttori magnetotermici sia lato B.T. che M.T.

Le linee M.T. provenienti dalle Cabine di Trasformazione saranno indirizzate alla **Cabina di Impianto (CI)** destinata alla connessione dell'impianto alla Stazione Elettrica di Utenza. L'impianto di utenza per la connessione avverrà tramite elettrodotto interrato A.T. che collegherà la Stazione Elettrica di Utenza all'impianto di rete per la connessione (stallo A.T.) in antenna alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) a 380/150 kV della RTN di Deliceto (FG).

In sintesi, il Progetto sarà così composto:

- Impianto Fotovoltaico:
 - 69.608 pannelli fotovoltaici (da 525 Wp, disposti su due file con orientamento Est-Ovest);
 - 2.486 stringhe (composte da 28 moduli);
 - distanza tra gli assi delle file di pannelli: 11 m;
 - 14 Cabine di Trasformazione;
 - 1 Cabina di Impianto.
- Cavidotto M.T.;
- Stazione Elettrica di Utenza;
- Impianto di Utenza per la Connessione (elettrodotto A.T.);
- Impianto di Rete per la Connessione (stallo A.T.).

5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

5.1. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici saranno in silicio policristallino provvisti di cornici in alluminio, realizzati con 144 celle di tipo policristallino con tensione massima di isolamento pari a 1500V, e di potenza 525 Wp della marca "JA Solar", modello "JAM72D30 525-550/MB".

I pannelli saranno conformi alla norma IEC 61215 ed avranno le seguenti caratteristiche operative:

Dimensione massima modulo [mm]	1134 ± 2 x 2285 ± 2
Classe di isolamento	II @ 1500 Vdc
Temperatura operativa	-40°C e +85°C
Coefficiente di tolleranza della potenza	0~+5W

Tabella 3 - Caratteristiche operative dei pannelli

L'impianto sarà costituito da un totale di 69.608 **pannelli** per una conseguente potenza di picco pari a **36.544 kWp**.

Ciascun modulo sarà accompagnato da un foglio-dati e da una targhetta in materiale duraturo, applicato al modulo fotovoltaico, dove saranno riportate le principali caratteristiche, secondo la Norma CEI EN 50380.

5.2. STRUTTURE DI SUPPORTO

Le strutture a supporto dei moduli saranno in acciaio zincato a caldo ed ancorata al terreno tramite infissione diretta nel terreno ad una profondità idonea a sostenere l'azione del vento. Le strutture saranno del tipo traker monoassiali con distanza minima da terra pari a 80 cm e raggiungono altezza massima di 493 cm circa. Esse sono fissate al terreno mediante fondazioni costituite da profilati in acciaio zincato a caldo infissi nel terreno.

I moduli costituenti la stringa saranno alloggiati in modo tale da essere interessati dallo stesso irraggiamento. Ogni struttura permetterà l'installazione di 28 moduli costituenti una stringa.

5.3. CONVERTITORI DI POTENZA

I gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata (inverter) saranno idonei al trasferimento della potenza generata alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici di sicurezza applicabili. In particolare saranno rispondenti alle norme contenute nella direttiva EMC (2004/108/CE) e alla Direttiva Bassa Tensione (2014/35/UE).

Il convertitore opererà in modo completamente automatico l'inseguimento del punto di massima potenza (MPPT) del campo FV, in modo da far lavorare l'impianto sempre nelle condizioni di massima resa, anche durante i periodi di basso irraggiamento (alba e tramonto).

L'inverter consentirà la programmazione della curva di rendimento ottimale in funzione della distribuzione dei valori di irraggiamento solare del sito durante le stagioni dell'anno, al fine di ottenere un intervallo di rendimento massimo in corrispondenza del livello di potenza con la maggior disponibilità attesa.

Nel progetto in esame sono state inserite due tipologie di inverter di marca "Sungrow", ovvero i modelli "DS_20201121_SG250HX" e "DS_20210712_SG350HX". Tali inverter saranno di tipo outdoor con potenza AC pari rispettivamente a 250 kW e 352 kW con tensione di isolamento massima pari o superiore a 1500V lato DC.

Gli inverter devono essere in grado di funzionare indifferentemente con il generatore fotovoltaico isolato da terra, oppure con una qualunque delle polarità DC collegate a terra (soft grounding /hard grounding)

La separazione dalla rete sarà garantita dal trasformatore bassa – media tensione (TR B.T. / M.T.) non compreso nell'inverter.

I due tipi di inverter soddisferanno i seguenti requisiti minimi:

Requisiti	Caratteristiche
Potenza di picco	limitata elettronicamente al valore di impianto
Potenza nominale	250 kW
Tensione massima Vdc	1500 Vdc
Tensione Nominale Uscita AC:	3 / PE, 800 V
Dispositivo di generatore	Contattore interno
Rendimento Massimo	98,8 %
Temperatura di esercizio	-30 + 60 °C
Compatibilità EM	EN61000 6-2 e 6-4
Marcatura CE	CEI 0-16
	CEI EN 61000-6-3 - CEI EN 61000-6-1 -
	CEI EN 61000-3-12

Tabella 4 - Requisiti e caratteristiche dell'inverter di marca "Sungrow" e modello "DS_20201121_SG250HX"

Requisiti	Caratteristiche
Potenza di picco	limitata elettronicamente al valore di impianto
Potenza nominale	352 kW
Tensione massima Vdc	1500 Vdc
Tensione Nominale Uscita AC:	3 / PE, 800 V
Dispositivo di generatore	Contattore interno
Rendimento Massimo	98,8 %
Temperatura di esercizio	-30 + 60 °C
Compatibilità EM	EN61000 6-2 e 6-4
Marcatura CE	CEI 0-16
	CEI EN 61000-6-3 - CEI EN 61000-6-1 -
	CEI EN 61000-3-12

Tabella 5- Requisiti e caratteristiche dell'inverter di marca "Sungrow" e modello "DS_20210712_SG350HX"

5.4. TRASFORMATORE

Il trasformatore M.T. / B.T. sarà del tipo a due avvolgimenti in olio con raffreddamento ONAN.

Le tensioni primario e secondario saranno stabilite in base al valore della tensione di uscita dell'inverter e di quella della rete a cui l'impianto è connesso.

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche dei trasformatori che verranno utilizzati nell'impianto.

I trasformatori di potenza saranno:

- ✓ 2 da 1.000 kVA:

Potenza	1.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 6 - Caratteristiche dei trasformatori da 1000 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 3 da 2.000 kVA:

Potenza	2.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 7 - Caratteristiche dei trasformatori da 2000 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 4 da 2.500 kVA:

Potenza	2.500 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 8 - Caratteristiche dei trasformatori da 2500 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 3 da 3.150 kVA:

Potenza	3.150 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 9 - Caratteristiche dei trasformatori da 3150 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 2 da 4.000 kVA:

Potenza	4.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 10 - Caratteristiche dei trasformatori da 4000 kVA previsti nell'impianto in progetto

5.5. CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI IMPIANTO

Le **Cabine di Trasformazione** saranno costituite da un edificio di dimensioni 6,058 m x 2,896 m x 2,438 m suddiviso in tre sezioni:

- Una sezione contenente quadri B.T. e servizi ausiliari;
- Una sezione dedicata all'unità di trasformazione;
- Una sezione contenente il locale M.T.

La **Cabina di Impianto** sarà costituita da un edificio di dimensioni 3,00 m x 2,40 m x 2,95 m contenente il locale M.T.

5.6. STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA

La Stazione Elettrica di Utenza, completa di relative apparecchiature ausiliarie (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario), risulta ubicata sulla particelle n. 17-18 del foglio 57 del Comune di Ascoli Satriano (FG).

L'energia prodotta prima di essere immessa in rete viene elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore trifase di potenza A.T. / M.T. 150/30 kV; Pn = 40 MVA.

Il quadro all'aperto della SE A.T. / M.T. è composto da:

- stallo A.T.;
- trasformatore A.T. / M.T.;
- un edificio quadri comandi e servizi ausiliari;
- Sbarra di condivisione comprensivo di stallo destinato alla connessione verso la RTN (condivisa con altri produttori).

La posizione dell'edificio quadri consente di agevolare l'ingresso dei cavi M.T. nella stazione e sarà di dimensione adeguate nel rispetto delle leggi vigenti e rispettive regole tecniche.

Disposizione elettromeccanica

Sbarra di condivisione comprensivo di stallo destinato alla connessione verso la RTN (condivisa con altri produttori):

- ✓ Nr. 3 TA unipolari per protezioni;
- ✓ Nr. 1 interruttore AT isolamento in gas SF6;

- ✓ Nr. 1 sezionatore AT con lame di terra;
- ✓ Nr. 3 TV capacitivi;
- ✓ Nr. 3 scaricatori del tipo monofase ad ossido di zinco;
- ✓ Nr. 3 Terminali cavo AT;
- ✓ Nr. 8 Portali sbarre;
- ✓ Nr. 16 Isolatori;

Nr. 1 montante trafo A.T. / M.T.:

- Nr. 1 sezionatore A.T.,
- Nr. 3 TV induttivi unipolari per misura e protezioni,
- Nr. 1 interruttore AT isolamento in gas SF₆,
- Nr. 3 TA unipolari per misure e protezioni,
- Nr. 3 scaricatori del tipo monofase ad ossido di zinco,
- Nr. 1 trasformatore ONAN/ONAF – 30/150KV – 40 MVA – con isolamento in olio minerale.

La Stazione Elettrica di Utanza è inoltre dotata di:

- Sistema di Protezione Comando e Controllo – SPCC,
- Servizi Ausiliari di Stazione,
- Servizi Generali,
- Sezione M.T., sino alle celle M.T. di partenza verso il campo fotovoltaico.

Si riporta in figura 6 la planimetria elettromeccanica con relative sezioni della soluzione tecnica innanzi generalizzata.

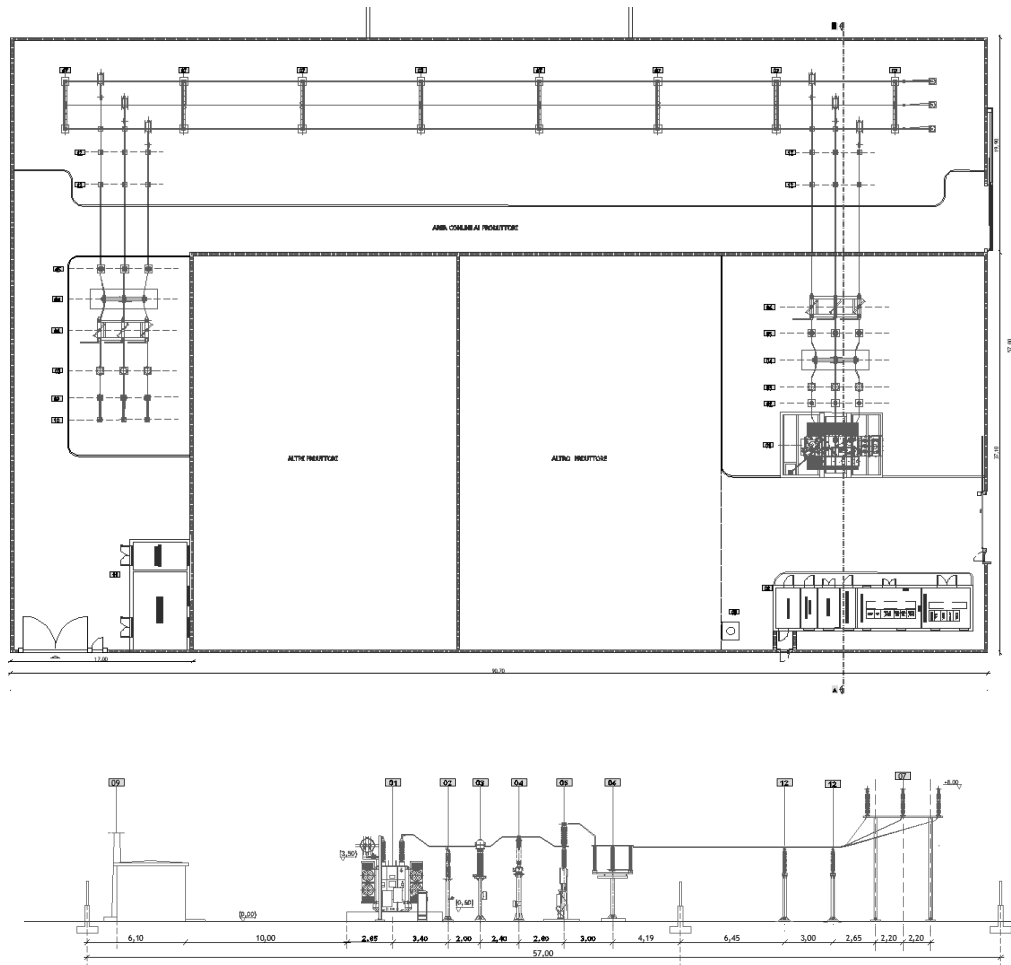


Figura 6 - Planimetria elettromeccanica della Stazione Elettrica di Utanza

Caratteristiche tecniche civili

Gli interventi e le principali opere civili, realizzate preliminarmente all'installazione delle apparecchiature in premessa descritte, sono stati i seguenti:

- Sistemazione dell'area interessata dai lavori mediante sbancamento per l'ottenimento della quota di imposta della stazione;
- Realizzazione di recinzione di delimitazione area sottostazione e relativi cancelli di accesso;
- Costruzione di un edificio, a pianta rettangolare, delle dimensioni esterne di m 23,60 x 4,25 x 3,50 con copertura piana;
- Costruzione di un edificio lato stallo di connessione verso RTN, a pianta rettangolare, delle dimensioni esterne di m 10,50 x 5,60 x 3,50 con copertura piana;
- Realizzazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche costituita da tubazioni, pozzetti e caditoie. L'insieme delle acque meteoriche sono convogliate in un sistema di trattamento prima di essere smaltite in subirrigazione, tramite i piazzali drenanti interni alla stessa stazione;
- Formazione della rete interrata di distribuzione dei cavi elettrici sia a bassa tensione BT che a media tensione MT, costituita da tubazioni e pozzetti, varie dimensioni e formazioni;

- Costruzione delle fondazioni in calcestruzzo armato, di vari tipi e dimensioni, su cui sono state montate le apparecchiature e le macchine elettriche poste all'interno dello stallone;
- Realizzazione di strade e piazzali.

5.7. Cavi BT, MT

I Cavi saranno posati all'interno di cavidotti in PEAD posati a quota $-50 \div -70$ cm e raccordati tra loro mediante pozzetti di ispezione.

I cavi BT di collegamento tra cassette di parallelo stringa e i quadri di campo saranno:

- ARG7 R
- Sezione minima calcolata tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile $<1\%$.

Nel caso le stringhe provenienti da una fila si dovranno attestare in una cassetta di stringa presente nella fila successiva o precedente, i cavi di tipo FG21M21 dovranno essere posati entro tubo corrugato di tipo pesante aventi caratteristiche meccaniche DN450 \varnothing 200mm.

I cavi MT saranno:

- In alluminio con formazione ad elica visibile del tipo ARE4H5EX;
- Conformi alla specifica tecnica ENEL DC4385;
- Sezione minima calcolata tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile $<0,5\%$.

La posa sarà prevista direttamente interrata a $-100 \div -120$ cm con protezione anti sfondamento da escavazione senza corrugati o manufatti di posa interposti con il terreno.

Tutte le operazioni per loro messa in opera dovranno saranno eseguite secondo le norme CEI 20-13, 20-14, 20-24.

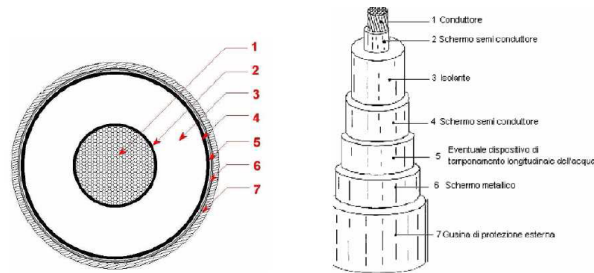
5.8. IMPIANTO DI UTENZA DI CONNESSIONE

L'impianto di utenza per la connessione sarà costituito da un elettrodotto AT in cavo interrato, costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati in conduttore di alluminio, isolante in XLPE ARE4H1H5E 87/150kV 1x600, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Le caratteristiche elettriche sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 hz
- Tensione nominale 150 kV
- Corrente nominale 1000 A
- Potenza nominale 260 MVA
- Sezione nominale del conduttore 600 mmq
- Isolante XLPE

Ciascun cavo d'energia a 150 kV è costituito da:

1. conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 600 mmq tamponato in corda rotonda compatta di fili di alluminio di sezione circolare
2. schermo semiconduttivo sul conduttore
3. isolamento in politene reticolato (XLPE)
4. schermo semiconduttivo sull'isolamento
5. nastri in materiale igro-espandente
6. guaina in alluminio longitudinalmente saldata
7. rivestimento in politene con grafitatura esterna.



Caratteristiche del Conduttore di Energia

5.9. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L' Impianto di rete per la connessione sarà ubicato all'interno del futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG), ubicato nella stazione elettrica RTN 380/150 KV di Deliceto (FG).

6. DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE CAVI MT

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico nel Comune di Deliceto (FG), in località "Catenaccio", di potenza di 36.544 kWp (tenuto conto del rapporto di connessione DC / AC = 1,17 e della potenza di connessione pari 31.298,00 KWp), del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG). Si ricorda che con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Fotovoltaico, Cavidotto M.T., Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (linea A.T.) ed Impianto di Rete per la connessione.

Il tracciato del cavidotto, sia interno che esterno, è quello riportato nelle tavole di progetto allegate.

Il cavidotto esterno sarà costituito da un cavo tipo ARE4H5E con posa direttamente interrata.

6.1.1. PROGETTAZIONE

Il Progetto elettrico esecutivo per costruzione delle opere oggetto della fornitura che dovrà essere in conformità con tutte le Norme CEI, le Raccomandazioni IEC e le Leggi italiane riguardanti l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche in cavo e le costruzioni.

Il sistema di misura da utilizzare è il Sistema Metrico (S.I.). Le attività di progettazione dovranno essere eseguite in accordo alle Norme e alle Leggi prescritte nel presente documento.

Si elencano di seguito i documenti principali di ingegneria attesi per il cavidotto:

- Dimensionamento dei cavi di potenza
- Calcoli delle correnti di circolazione e tensioni indotte negli schermi dei cavi MT
- Calcolo del campo elettromagnetico del cavidotto
- Calcolo di attenuazione per la rete in fibra ottica di parco
- Calcolo di dimensionamento della rete di terra di parco
- Tipici di installazione delle reti 30kV, fibra ottica, BT, rete di terra
- Soluzione dedicata per l'installazione del cavo nei tratti a forte pendenza
- Relazione tecnica materiali

- Programmazione temporale delle attività finale (stesura del progetto, approvvigionamento dei materiali e dei componenti, costruzione, trasporto, installazione, collaudo e messa in servizio)
- Caratteristiche tecniche e costruttive, comprensive di data sheets e disegni dei cavi 30kV e FO, del tubo di protezione, di tutti gli accessori dei cavi
- Certificati e/o relazioni tecniche sulle prove, sulle verifiche e sui collaudi eseguiti
- Lista dei sub appaltatori
- Elenco dei documenti consegnati

6.1.2. CARATTERISTICHE DELLA RETE CAVI MT

6.1.2.1. GENERALITÀ

I vari campi fotovoltaico si raggruppano in tre linee da 30 kV metre la dorsale sarà una linea composta da due terne si riporta di seguito tabella con indicazione delle linee, lunghezza , tipologia , sezione e cadute di tensione:

SOTTOCAMPO	TRATTO CAVIDOTTO		LUNGHEZZA (m)	TIPOLOGIA	SEZIONE	CADUTA DI TENSIONE (%)
	da	a				
LINEA 1 (CTB.02-CTB.01- CTE-CTC-CTA- C.I.)	CTB.02 (Campo B)	CTB.01 (Campo B)	378	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	0,46
	CTB.01 (Campo B)	CTE (Campo E)	312	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	
	CTE (Campo E)	CTC (Campo C)	146	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	
	CTC (Campo C)	CTA (Campo D)	374	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x120	
	CTA (Campo D)	CTA (Campo A)	156	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x120	
	CTA (Campo A)	C.I.	1.807	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x300	
LINEA 2 (CTH.02-CTH.01- CTF-CTG-C.I.)	CTH.02 (Campo H)	CTH.01 (Campo H)	186	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	0,29
	CTH.01 (Campo H)	CTF (Campo F)	628	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x120	
	CTF (Campo F)	CTG (Campo G)	623	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x120	
	CTG (Campo G)	C.I.	679	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x300	
LINEA 3 (CTL.03-CTL.02- CTL.01-C.I.)	CTL.03 (Campo L)	CTL.02 (Campo L)	398	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	0,13
	CTL.02 (Campo L)	CTL.01 (Campo L)	351	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	
	CTL.01 (Campo L)	CTN (Campo N)	240	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x70	
	CTN (Campo N)	C.I.	5	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x120	
LINEA 4 (C.I.- Stazione elettrica di Utenza)	C.I.	Stazione elettrica di Utenza	5.430	ARG7H1(AR)E (x)	3x1x500	0,87
					3x1x500	0,87

6.1.2.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL SISTEMA MT

Tensione nominale di esercizio (U)	30 Kv	
Tensione massima (Um)	36 Kv	
Frequenza nominale del sistema	50 Hz	
stato del neutro	isolato	
Massima corrente di corto circuito trifase		(1)
Massima corrente di guasto a terra monofase e durata		(1)

Note:

- (1) da determinare durante la progettazione esecutiva dei sistemi elettrici.

6.1.2.2.1. CAVO 30 KV: CARATTERISTICHE TECNICHE E REQUISITI

Tensione di esercizio (Ue) 30 kV

Tipo di cavo: Cavo 30kV unipolare tipo Air bag:

Sigla di identificazione	ARE4H5E	
Conduttori	Alluminio	
Isolamento	Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)	
Schermo	filo di rame	
Guaina esterna	Air Bag	
Potenza da trasmettere	Vedi tabella precedente, per ogni tratta	
Sezione conduttore	da determinare a cura dell'appaltatore durante la progettazione	
Messa a terra delle guaina	da determinare a cura dell'appaltatore durante la progettazione	
Tipo di posa	Direttamente interrato	(2)
Protezione meccanica		(2)
Profondità di posa	Vedere tipici di posa	

Note:

- (2) diametro del tubo non inferiore a 1,4 volte il diametro circoscritto del fascio di cavi (CEI 11-17), qualora ci fosse tratto intubato

6.2. VARIAZIONE DELLA TENSIONE LATO CC

In corrente continua la tensione del sistema elettrico non deve superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi. Per la scelta dei componenti dell'impianto fotovoltaico, in particolare dei cavi, si assume prudenzialmente una tensione del generatore fotovoltaico pari a 1.2 Vmp. Si sono scelti cavi con tensione nominale pari a $(0,6 \div 1)[kV]$:

$$V_{sist.} = 1.5 \cdot (0,6 \div 1) [kV] \leq 900 \div 1500 [V] \text{ c.c.}$$

Per un corretto funzionamento tra il sistema fotovoltaico e l'inverter, occorre accertare che, in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici per riscaldamento, risultino verificate le seguenti disuguaglianze:

$$V_{m \text{ min}} > V_{inv \text{ MPPT min}} \quad V_{m \text{ max}} < V_{inv \text{ MPPT max}} \quad V_{oc \text{ max}} < V_{inv \text{ max}}$$

nelle quali $V_{inv \text{ MPPT min}}$ e $V_{inv \text{ MPPT max}}$ rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza (MPP) in cui lavora l'inverter, mentre la $V_{inv \text{ max}}$ rappresenta il valore massimo di tensione in CC ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Considerando una variazione della tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza dei limiti di temperatura estremi pari a -10°C e $+70^{\circ}\text{C}$, V_m e V_{oc} assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a STC (25°C).

Partendo dalla ipotesi che tali grandezze varino linearmente con la temperatura, le precedenti disuguaglianze risultano essere soddisfatte e quindi verificati i limiti di tensione all'ingresso degli inverter.

Pertanto si può concludere che ci sia compatibilità tra le stringhe di moduli e gli inverter scelti.

6.3. PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE

Le sezioni dei cavi per i collegamenti delle diverse parti dell'impianto devono essere tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici dovuti al passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La portata del cavo deve essere maggiore o uguale alla corrente di impiego del circuito elettrico. Si assume prudenzialmente una corrente di impiego pari a 1,25 ISC da cui:

$$IZ > 1,25 \text{ ISC}$$

dove

- IZ è la portata in regime permanente della conduttura (funzione del tipo di cavo scelto).
- ISC è la corrente di corto circuito della stringa.

Per la protezione dal sovraccarico, i cavi dell'impianto fotovoltaico sono stati scelti con una portata maggiore o uguale alla massima corrente che li può interessare nelle condizioni più severe, ad esempio 1,25 ISC.

6.4. COLLEGAMENTO IN SERIE TRA MODULI

L'interconnessione in serie tra i moduli verrà realizzata con cavi solari unipolari in gomma e posati entro tubi corrugati o guaine spiralate opportunamente fissate sulle strutture. Il diametro dei tubi o corrugati dovrà essere di valore almeno uguale ad 1.3 volte quello dei cavi di conduzione. Il criterio utilizzato per il dimensionamento dei cavi è quello della massima caduta di tensione ammissibile. Dopo aver determinato e scelto la sezione commerciale del cavo da utilizzare, è stata effettuata la verifica con la condizione che la massima densità di corrente (e quindi la massima sovratemperatura rispetto all'ambiente circostante) non superasse determinati valori di sicurezza per i cavi.

La caduta di tensione percentuale relativa alla linea di collegamento dei moduli è inferiore all'1%.

6.5. COLLEGAMENTO TRA STRINGHE E CASSETTA DI STRINGA (CDS)

Ogni stringa è formata da 28 moduli in serie. Tutte le stringhe verranno collegate in parallelo tramite cavo solare unipolare in gomma alle cassette di stringa. Tali quadri sono dotati di 16 o 8 ingressi protetti da fusibile. Si prevede l'utilizzo di cavi solari di collegamento tra le stringhe e la propria cassetta di parallelo da 10mmq al fine di garantire un ΔV meno dell'0.2%

6.6. COLLEGAMENTO TRA CDS E QUADRO DI SEZIONAMENTO

Tali quadri saranno connessi in parallelo al quadro di sezionamento del relativo inverter di campo. La connessione al quadro di sezionamento avverrà attraverso cavi unipolari FG7(O)R 0,6/1[kV] posati entro tubi o canali interrati. Le sezioni di tali conduttori variano al variare della distanza tra i vari CDS e il quadro di sezionamento a valle. Il dimensionamento è stato effettuato tenendo conto della massima distanza di collegamento tra i quadri e l'inverter all'interno di ogni sottocampo. Le sezioni dei cavi da utilizzare sono state scelte pari a: 50, 70, 95, 120 [mm²].

La caduta di tensione percentuale massima sul lato corrente continua dell'impianto fotovoltaico $\Delta V\%_{tot}$ sarà inferiore all' 1%.

6.7. TRASFORMATORE TRIFASE BT/MT

Il trasformatore M.T. / B.T. sarà del tipo a due avvolgimenti in olio con raffreddamento ONAN.

Le tensioni primario e secondario saranno stabilite in base al valore della tensione di uscita dell'inverter e di quella della rete a cui l'impianto è connesso.

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche dei trasformatori che verranno utilizzati nell'impianto.

- ✓ 2 da 1.000 kVA:

Potenza	1.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 11 - Caratteristiche dei trasformatori da 1000 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 3 da 2.000 kVA:

Potenza	2.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 12 - Caratteristiche dei trasformatori da 2000 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 4 da 2.500 kVA:

✓

Potenza	2.500 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 13 - Caratteristiche dei trasformatori da 2500 kVA previsti nell'impianto in progetto

- ✓ 3 da 3.150 kVA:

Potenza	3.150 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 14 - Caratteristiche dei trasformatori da 3150 kVA previsti nell'impianto in progetto

✓ 2 da 4.000 kVA:

Potenza	4.000 kVA
Livello isolamento	36kV a perdite ridotte
Tensione di fase del primario	30.000 Vac
Caratteristiche del secondario	singolo
Tensione di fase del secondario	400 Vac

Tabella 15 - Caratteristiche dei trasformatori da 4000 kVA previsti nell'impianto in progetto

