

21_31_PV_KLP_BR_AU_24_RE_00	APRILE 2022	CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI	Ing. Massimiliano Pacifico	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

COMMITTENTE:

SR TRAPANI s.r.l.
Largo Donegani Guido, 2
20121 Milano (MI)

TITOLO:

QLJ2VY7_CalcoliPreImpianti
Calcoli preliminari degli impianti

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME FILE
 21_31_PV_KLP_BR_AU_24_RE_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:
 /

ELAB.
RE.24

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORME E STANDARD	3
2.1	NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE	3
2.2	NORME DI RIFERIMENTO PER LA MEDIA TENSIONE	4
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
3.1	SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA	6
3.2	CONFIGURAZIONE SOTTOCAMPI	7
4	DIMENSIONAMENTO CAVI	9
4.1	PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE	9
4.2	COLORE DISTINTIVO DEI CAVI	9
4.3	CARATTERISTICHE DEI CAVI UTILIZZATI	9
4.3.1	Cavo solare per il collegamento dei moduli e delle stringhe	9
4.3.2	Cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo	10
4.3.3	Cavo di distribuzione energia a 30 kV	11
4.4	VERIFICA DELLA PERDITA DI TENSIONE	12
4.5	MODALITA' DI POSA	14
5	IMPIANTO DI TERRA	15
5.1	CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI	15

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto la descrizione delle caratteristiche principali delle componenti dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare da realizzarsi nel Comune di Foggia (FG).

La scelta della potenza nominale dell'impianto agrivoltaico è stata valutata in considerazione della disponibilità di superficie sulla quale installare i moduli fotovoltaici, come evidenziato nel layout di progetto.

2



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. Q0597

2 NORME E STANDARD

Di seguito l'elenco delle principali norme tecniche di riferimento.

2.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BASSA TENSIONE

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 IIa Ed. 2004: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

2.2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA MEDIA TENSIONE

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIa Ed. 2005: Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV.
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con 44.460 moduli con potenza nominale di 585 Wp, per un totale di 26,0091 MWp.

La potenza di picco (P_{tot}) dell'impianto fotovoltaico in corrente continua definita come la somma delle potenze dei singoli moduli che li compongono misurate in condizioni standard, (radiazione 1 kW/m², 25°C) risulta pari a:

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 585 \times 44.460 = 26.009,10 \text{ kWp.}$$

La potenza fornita in rete elettrica (P_{ca}) tiene conto delle perdite del sistema dovute al discostarsi dalle condizioni standard ed alle perdite per la trasformazione della corrente continua in corrente alternata; si riportano di seguito le perdite ipotizzate:

- perdite per scostamento dalle condizioni di targa (temperatura);
- perdite per riflessione,
- perdite per mismatching tra stringhe (moduli);
- perdite in corrente continua;
- perdite sul sistema di conversione cc/ca;
- perdite nel trasformatore;
- perdite per polluzione sui moduli;
- perdite nei cavi, quadri, ecc.

Per una stima di massima del rendimento medio globale del sistema, considerando anche la riduzione delle prestazioni dei moduli nel tempo, si può considerare un valore pari a $\eta_{tot} = 80\%$ Quindi la potenza immessa in rete sarà pari a:

$$P_{ca} = P_{tot} \times \eta_{tot} = 26.009,100 \times 80\% = 20.807,280 \text{ W}$$

Per quanto riguarda la quantità di energia elettrica producibile viene calcolata, comunque, sulla base dei dati radiometrici rilevati dal sistema SOLARGIS dati di CFSR dati (© NOAA NCEP, USA), 1994 - 2011.

L'efficienza nominale del generatore fotovoltaico è numericamente data dal rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kW) e la relativa superficie (espressa in m² e intesa come somma della superficie dei moduli). Per cui risulta essere pari a:

$$\eta_{pv} = P_{tot} / S_{pv} \text{ dove } S_{pv} \text{ è la superficie totale dei generatori fotovoltaici .}$$

Si definisce superficie totale del generatore fotovoltaico la somma delle superficie dei singoli moduli. Ogni modulo occupa una superficie pari a $S_m = 2187 \text{ mm} \times 1102 \text{ mm} = 2,41 \text{ m}^2$. La superficie totale sarà, quindi pari, a :

$$S_{pv} = S_m \times 44.460 = 123.531,22 \text{ m}^2$$

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

Per cui l'efficienza nominale del generatore fotovoltaico rispetto alle condizioni standard di 1 kW/m² risulta essere pari a:

$$\eta_{pv} = P_{tot}/S_{pV} = 21,05 \%$$

L'energia producibile, in corrente continua, dal generatore fotovoltaico sarà pari al prodotto tra l'energia solare media annuale che arriva alla superficie dei moduli per l'efficienza nominale del generatore fotovoltaico per la superficie del generatore ovvero:

$$E_{cc} = G_m \times \eta_{pv} \times S_{pV} = 2115,5 \text{ kWh/m}^2 \times 21,05 \% \times 123.531,22 \text{ m}^2 = 55.010,027 \text{ MWh}$$

Se ora si assume come efficienza operativa media annuale dell'impianto $\eta_{tot} = 80\%$ si ottiene una produzione media annua di energia in corrente alternata pari a:

$$E_{ac} = E_{cc} \times \eta_{tot} = 55.010,027 \text{ MWh} \times 80\% = 44,01 \text{ GWh}$$

3.1 SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

Di seguito una scheda tecnica contenente i dati significativi d'impianto:

Tabella 1 | Descrizione dell'impianto

Dati Generali	Soggetto responsabile	SR Trapani s.r.l.
	Ubicazione dell'impianto	Foggia (FG)
	Latitudine	41.423551°
	Longitudine	15.724576°
	Altitudine s.l.m.	34 m
	Inclinazione piano moduli	0
	Orientazione piano moduli	0 gradi (rispetto a sud)
	Zona di vento	3
Generatore fotovoltaico	Potenza nominale	26,0091 MWp
	Tensione di stringa alla massima potenza, V _m	1154,4 V
	Tensione (di stringa) massima di circuito aperto, V _{oc}	1388,4 V
	N° moduli totale	44.460
Moduli fotovoltaici	Potenza nominale, P _n	585 Wp
	Tensione alla massima potenza, V _m	44,4 V
	Tensione massima di circuito aperto, V _{oc}	53,4 V
	Corrente alla massima potenza, I _m	13,18 A
	Corrente massima di corto circuito, I _{sc}	13,92 A
	Tipo celle fotovoltaiche	monocristalline
Strutture di sostegno	Materiale	Acciaio zincato e acciaio inossidabile
	Posizionamento	Terreno
	Integrazione architettonica dei moduli	No
Cabine di	Potenza di picco	3593kVA
	Potenza nominale d'uscita	3125 kVA

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

conversione e trasformazione	Corrente CC max per MPPT	4178 A
	Tensione d'ingresso	875 – 1500 V
	Tensione d'uscita inverter	600 Vac
	Corrente AC max	3458 A
	Rapporto di trasformazione	0,6/30 kV
	Gruppo di connessione	Dy11
	Tipo di raffreddamento	ONAN
	Rendimento europeo	98,7 %

3.2 CONFIGURAZIONE SOTTOCAMPI

L'impianto sarà suddiviso in sottocampi come riportato di seguito:

Tabella 2 | Configurazione sottocampi

SOTTOCAMPO	POTENZA DC (W)	N. MODULI	N. STRINGHE	N. INVERTER	POTENZA AC (kW)	N. CAB. DI TRASF. / POTENZA TRASF. (kVA)
1.1	3.711.240	6344	244	1	3125	1/3125
1.2	3.726.450	6370	245	1	3125	1/3125
1.3	3.711.240	6344	244	1	3125	1/3125
2.1	3.726.450	6370	245	1	3125	1/3125
2.2	3.711.240	6344	244	1	3125	1/3125
2.3	3.711.240	6344	244	1	3125	1/3125
2.4	3.711.240	6344	244	1	3125	1/3125

Le stringhe che costituiscono i generatori fotovoltaici si otterranno collegando in serie 26 moduli. Tale configurazione consente di riscontrare che in corrispondenza di valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino sempre verificate le seguenti disuguaglianze:

$$V_{mp_{min}} \geq V_{inv_{MPPT,min}}$$

$$V_{mp_{max}} \leq V_{inv_{MPPT,max}}$$

$$V_{OC_{max}} \leq V_{inv_{max}}$$

Nelle quali $V_{inv_{MPPT,min}}$ e $V_{inv_{MPPT,max}}$ rappresentano rispettivamente i valori di minimo e di massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza dell'inverter, mentre la $V_{inv_{max}}$ è il massimo valore di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Con riferimento alle caratteristiche tecniche dell'inverter e considerando la variazione della tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza della variazione della temperatura, risulta che le disuguaglianze sono rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe dei moduli e i tipi di inverter adottati.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

Tabella 3 | Caratteristiche delle stringhe

DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	VALORE
N° moduli per stringa	n°	26
Iscmax	A	13,92
Imp	A	13,18
Vocmax	V	53,4
Vmp T 25°C	V	44,4
Potenza STC	kWp	15,21



4 DIMENSIONAMENTO CAVI

4.1 PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE

Le sezioni dei cavi per i collegamenti saranno tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti ad effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

9

La verifica per sovraccarico sarà eseguita utilizzando le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Per soddisfare tali condizioni è necessario dimensionare i cavi in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente I_b viene scelta la corrente nominale della protezione a monte e con questa si procede alla scelta della sezione dei cavi. La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi.

4.2 COLORE DISTINTIVO DEI CAVI

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL.

In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per i circuiti in C.C. chiaramente siglati con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-".

4.3 CARATTERISTICHE DEI CAVI UTILIZZATI

4.3.1 Cavo solare per il collegamento dei moduli e delle stringhe

Per la connessione dei moduli a formare le stringhe e delle stringhe stesse sarà utilizzato un cavo flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici con isolante e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma. L'isolante e la guaina con mescola LS0H (LowSmoke Zero Halogen) sono realizzate in gomma reticolata di qualità rispettivamente G21 e M21 (PV 1800 Vcc). L'isolante è applicato attorno ad ogni conduttore per estrusione e avrà adatte caratteristiche meccaniche entro i limiti di

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

temperatura ai quali può essere esposto nell'uso. La guaina è applicata attorno all'isolante in modo da costituire un involucro chiuso e potersi distinguere dall'isolante stesso; è ammesso che la guaina non si possa separare dall'isolante. Tale guaina è adatta per cavi in installazioni con temperature minime di utilizzo previste fino a -40°C.

Il conduttore sarà costituito da corda flessibile in rame stagnato e deve essere conforme alla classe 5 della Norma CEI 20-29(EN 60028) vigente. Il cavo fornito avrà le seguenti caratteristiche minime:

10

Tabella 4 | Caratteristiche tecniche cavo FG21M21

CARATTERISTICHE CAVO CC	
Tensione massima AC (V)	1200
Tensione massima DC (V)	1800
Temperatura massima di esercizio (°C)	90
Temperatura minima di esercizio (°C)	- 40
Temperatura minima di posa (°C)	- 40
Temperatura massima di cortocircuito (°C)	250
Sforzo massimo di trazione (N/mm ²)	15

4.3.2 Cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

I collegamenti in BT, realizzati con cavi non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-22/2, 20-37, 20-38, 20-35, 20-38/1, 20-22/3, 20-27/1), presentano le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale (U₀/U) 0,6/1 kV;
- temperatura 40 °C;
- sezione minima ammessa 1,5 mm² ;
- sezione ≥ 4 mm² per collegamenti voltmetrici e amperometrici (qualora la distanza è >100 m prevedere sezioni ≥ 10 mm²);
- sezione ≥ 2,5 mm² per cavi di comando;
- materiale isolante in gomma EPR ad alto modulo, G7.

Nei punti di connessione alle morsettiere delle apparecchiature e dei quadri, i conduttori ed i cavi BT saranno immediatamente identificabili rispettivamente mediante perlinatura e numerazione del cavo con sigla dell'apparecchiatura di provenienza.

La posa dei collegamenti in BT sarà realizzata in conformità alle norme CEI 11-17.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

Tabella 5 | Caratteristiche tecniche cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

CARATTERISTICHE CAVO BT	
Tensione di esercizio U ₀ /U (kV)	0,6/1
Resistenza di isolamento (MΩxkm)	≥ 5.000
Prova di tensione cond./cond. (V r.m.s.)	4000
Temperatura massima di esercizio (°C)	90
Temperatura minima di installazione (°C)	0
Temperatura max di corto circuito (°C)	250
Sforzo massimo di trazione (N/mm ²)	50
Raggio minimo di curvatura	4xD (D=Diametro esterno)
Requisiti normativi	UNEL 35370 UNEL 35369

4.3.3 Cavo di distribuzione energia a 30 kV

I collegamenti saranno realizzati mediante cavi ad isolamento solido non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-22/2, 20-37, 20-38, 20-35, 20-38/1, 20-22/3, 20-27/1). In modo particolare verrà studiata e curata la migliore condizione di posa dei cavi di energia, al fine di equilibrare la distribuzione delle correnti nelle singole fasi. Nella posa saranno rispettate le prescrizioni del costruttore, con il fine di mantenere i coefficienti di correzione delle portate di corrente prossimi all'unità.

I tratti di elettrodotto interrato che collegano l'impianto di produzione sarà costituito da terne di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Ciascuna terna avrà le seguenti caratteristiche:

Tabella 6 | Caratteristiche tecniche cavo ARE4H5EX

CARATTERISTICHE CAVO ARE4H5EX	
Tensione di esercizio U ₀ /U - U _m (kV)	18/30
Frequenza nominale (Hz)	50
Temperatura massima di servizio (°C)	90
Temperatura minima di posa (°C)	- 20
Temperatura massima di cortocircuito (°C)	250
Sforzo massimo di trazione (N/mm ²)	50
Raggio minimo di curvatura	1,5x15xD (D=Diametro esterno)

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

4.4 VERIFICA DELLA PERDITA DI TENSIONE

Il dimensionamento delle condutture elettriche deve essere tale da mantenere, in condizioni normali di esercizio, la perdita di tensione tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore entro i limiti ammessi e definiti.

La riduzione di tensione delle linee elettriche in corrente alternata è calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V = K \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

nella quale:

- L = lunghezza della linea espressa in km
- I = corrente di impiego espressa in A
- R = resistenza (a 90°) della linea in Ω/km
- X = reattanza della linea in Ω/km
- $\cos \varphi$ = fattore di potenza (nei calcoli è stato considerato $\cos \varphi = 0,9$)
- K = 1,732 per linee trifase.

Relativamente alla caduta di tensione sulle linee in esame, è buona prassi limitarne il valore totale a valori inferiori al 4% per le linee di bassa tensione e al 3 % per quelle di media tensione.

Per le linee elettriche in corrente continua il calcolo della caduta di tensione nei diversi tratti è stato eseguito applicando l'espressione:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \rho}{S}$$

dove:

I = l'intensità della corrente in A;

L = la lunghezza del cavo in m;

S = la sezione del cavo in mm^2 ;

ρ = la resistività (rame 0,01725 ed alluminio 0,028 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$).

In entrambe i casi la riduzione di tensione percentuale è la seguente:

$$\Delta V\% = (\Delta V/V_n) \times 100$$

dove:

V = caduta di tensione;

V_n = tensione nominale della linea.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

Una eccessiva riduzione di tensione determina elevate perdite di energia attraverso i cavi pregiudicando l'efficienza dell'impianto fotovoltaico.

Se un cavo di determinata sezione, calcolata secondo i criteri di dimensionamento espressi, soddisfa le verifiche, si ritiene idoneo all'impiego nelle condizioni di posa specificate e per l'alimentazione dell'utenza in esame.

Per la sezione in bassa tensione e in corrente continua, si riporta di seguito il dimensionamento di un tratto tipico di collegamento delle stringbox alla cabina di conversione/trasformazione con lunghezza massima di 280 m:

Tabella 7 | Caduta di tensione cavi BT

LINEA DA	A	LUNGHEZZA (m)	FORMAZIONE	TIPO	Ib (A)	Iz (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
SB_x.x.x	C.T._x.x	280	2x6	Cu	13,18	59	21,22	1,98

Invece il collegamento delle cabine di trasformazione alle cabine di raccolta avverrà per mezzo di cavi di energia con valore di tensione massima di esercizio di 30 kV. I cavi saranno di tipo ARE4H5EX con conduttore in alluminio non propagante l'incendio, ridotta emissione di sostanze corrosive, fumi e gas tossici. Si riporta di seguito il dimensionamento dei cavi di energia di media tensione:

Tabella 8 | Perdita di tensione dei cavi di energia a 30 kV

LINEA DA	A	LUNGHEZZA (m)	FORMAZIONE	TIPO	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Ib (A)	Iz (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
C.T._1.1	MVC_01	265	3x1x50	Al	0,822	0,141	134	167	49,15	0,16
C.T._1.2	MVC_01	360	3x1x50	Al	0,822	0,141	67	167	33,39	0,11
C.T._1.3	C.T._1.1	645	3x1x50	Al	0,822	0,141	67	167	59,82	0,20
C.T._2.1	MVC_01	930	3x1x50	Al	0,822	0,141	134	167	172,49	0,57
C.T._2.2	C.T._2.1	130	3x1x50	Al	0,822	0,141	67	167	12,06	0,04
C.T._2.3	MVC_01	1170	3x1x50	Al	0,822	0,141	134	167	217,01	0,72
C.T._2.4	C.T._2.3	120	3x1x50	Al	0,822	0,141	67	167	11,13	0,04
MVC_01	SSE	5780	2x(3x1x185)	Al	0,211	0,119	468	706	566,09	1,89

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

4.5 MODALITA' DI POSA

La tipologia di installazione prevede la posa in trincea, con disposizione dei cavi a trifoglio. I cavi saranno posati ad una profondità minima di -1,2 m (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dello spessore di cm. 10 ca.

I cavi, protetti da tubazioni in PVC ϕ 160-200 mm serie pesante, saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di cm.20, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in C.A. La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada. I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitore da posizionare a circa metà altezza della trincea. Insieme al cavo di energia sarà posato un cavo di terra 1x 50 mm² CU. All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 Tritubo \varnothing 75 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento.

14

La realizzazione del cavidotto è suddivisibile in tre fasi principali:

- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
- stenditura e posa del cavo;
- reinterro dello scavo fino a piano campagna.

La trincea di posa del cavo si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Durante la realizzazione delle opere, il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra da realizzare deve soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare, si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra, attraverso una bassa impedenza.

5.1 CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori di terra dovranno essere realizzati con conduttori in rame isolato avente sezioni minime, come riportato di seguito, e dovranno garantire la resistenza meccanica e alla corrosione dei conduttori di terra:

- collegamento piastrine di derivazione 95 mm²;
- collegamento quadri elettrici 95 mm² (n° 2 conduttori derivati dalla sbarra di terra);
- apparecchiature mobili 16 mm²;
- quadri e/o centralini luce 16 mm²;
- rack, tralicci, cancelli, recinzioni, incastellature metalliche 50 mm² (punti di attacco uno ogni 20 metri);
- ponticelli di continuità (protezione scariche atmosferiche) 70 mm²;
- trasformatori di potenza 185 mm² (n°3 punti di connessione);
- quadri di media 70 mm² (n°2 punti di connessione);
- altri quadri bassa tensione ed inverter 70 mm² (n°2 punti di connessione);
- sezione del conduttore di protezione uguale a quella del conduttore di fase aventi sezione inferiore a 16 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a 16 mm² per conduttore di fase maggiore di 16 mm² e minore o uguale a 35 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a metà della sezione del conduttore di fase maggiore a 35 mm²;
- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere in ogni caso inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica; 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Inoltre l'impianto di terra garantirà la protezione di impianti ed apparecchiature contro l'elettricità statica. Oltre ai requisiti precedentemente indicati sarà garantita la funzionalità della messa a terra di funzionamento, legata ad apparecchiature o ad interventi di manutenzione che si dovessero venire a creare. L'impianto di terra dovrà resistere anche alle sollecitazioni meccaniche ed alla corrosione; particolare cura sarà posta

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

nella realizzazione delle connessioni e delle saldature tra le varie parti dell'impianto di terra, al fine di garantire l'adeguata continuità metallica dell'intero impianto di terra.



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. Q0597