

N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
22_20_PV_SUN_PER_AU_B1RE_1.00	MARZO 2023	RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO	Massimiliano Pacifico	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico

OGGETTO:

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

COMMITTENTE:

CYANO ENERGY S.r.l.
Via Z.I. Lotto n.31
74020 San Marzano di S.G. (TA)

TITOLO:

**B1. PARTE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO
RS06REL0008A0
Relazione calcoli elettrici cavidotti interni all'impianto**

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



SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

**CARTA:
A4**

**SCALA:
/**

**ELAB.
RE.01**

**NOME FILE
RS06REL0008A0**

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORME E STANDARD	3
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
3.1	SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA.....	6
3.2	SUDDIVISIONE IN SOTTOCAMPI E STRINGHE	7
4	DIMENSIONAMENTO CAVI	18
4.1	PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE	18
4.2	COLORE DISTINTIVO DEI CAVI.....	18
4.3	CARATTERISTICHE DEI CAVI UTILIZZATI.....	19
4.3.1	Cavo solare per il collegamento dei moduli e delle stringhe.....	19
4.3.2	Cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo.....	19
4.3.3	Cavo di distribuzione energia a 36 kV	20
5	VERIFICA DELLA RIDUZIONE DI TENSIONE	22
5.1	MODALITA' DI POSA	24
6	IMPIANTO DI TERRA	25
6.1	CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI.....	25

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 nelle aree di pertinenza del Comune di Misiliscemi (TP) e Paceco (TP).

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

All'impianto fotovoltaico sarà connesso un sistema di accumulo elettrochimico (BESS - Battery Energy Storage System) della potenza di 20,58 MVA, ubicato nell'area dell'impianto fotovoltaico e costituito da container di batterie e centri di conversione e trasformazione dell'energia accumulata e immessa in rete.



2 NORME E STANDARD

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

- 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.
- 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.



3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con 69.912 moduli con potenza nominale di 610 Wp, per un totale di 42.646,32kWp.

La potenza di picco (P_{tot}) dell'impianto fotovoltaico in corrente continua è definita come la somma delle potenze dei singoli moduli che li compongono misurate in condizioni standard, (radiazione 1 kW/m^2 , 25°C) risulta pari a:

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 610 \times 69.912 = 42.646,32 \text{ kWp.}$$

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 nominali di funzionamento (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 inquinazione 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:

$$P_{ca} = P_{tot} \times \eta_{tot} = 42.646,32 \times 80\% = 34.117,056 \text{ kW}$$

La quantità di energia elettrica producibile è calcolata sulla base dei dati radiometrici rilevati dal sistema PVGIS © European Communities, 2007-2012

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 m^2 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 della superficie dei singoli moduli. Ogni modulo occupa una superficie pari a $S_m = 2465 \text{ mm} \times 1134 \text{ mm} = 2,80 \text{ m}^2$. La superficie totale sarà, quindi pari, a :

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

$$Sp_v = S_m \times 69.912 = 195.753,6 \text{ m}^2$$

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

$$\eta_{pv} = P_{tot}/Sp_v = 22 \%$$

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:

$$E_{cc} = G_m \times \eta_{pv} \times Sp_v = 2024,69 \text{ kWh/m}^2 \times 22\% \times 195.753,6 \text{ m}^2 = 87.194,88 \text{ MWh}$$

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:

$$E_{ac} = E_{cc} \times \eta_{tot} = 87.194,88 \text{ MWh} \times 80\% = 69,76 \text{ GWh}$$

3.1 SCHEDE TECNICHE RIASSUNTIVE

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

Tabella 1 | Tabella riepilogativa impianto fotovoltaico

Dati Generali	Soggetto responsabile	
	Ubicazione dell'impianto	Comune di Paceco e Misiliscemi (TP)
	Latitudine	37°53'51.34" Nord
	Longitudine	12°35'50.00" Est
	Altitudine s.l.m.	64-115 m
	Inclinazione piano moduli	±55°
	Orientamento piano moduli	0 gradi (rispetto a sud)
Zona di vento	4	
Generatore fotovoltaico	Potenza nominale	42.646,32 kWp
	Tensione di stringa alla massima potenza, V _m	1016,4 V
	Corrente alla massima potenza, I _m	10,83 A
	Tensione (di stringa) massima di circuito aperto, V _{oc}	1260,96 V
	N° moduli totale	69.912
Moduli fotovoltaici	Potenza nominale, P _n	610 Wp
	Tensione alla massima potenza, V _m	45,6 V
	Tensione massima di circuito aperto, V _{oc}	55,31 V
	Corrente alla massima potenza, I _m	13,38 A
	Corrente massima di corto circuito, I _{sc}	14,03 A

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

	Tipo celle fotovoltaiche	monocristalline
Strutture di sostegno	Materiale	Acciaio zincato
	Posizionamento	Terreno
	Integrazione architettonica dei moduli	No
	Potenza nominale (kVA)	1793 - 1559 - 1169 - 3492 - 3326
	Corrente CC max per MPPT	3965 A
	Tensione d'ingresso	655 - 1500 V
	Tensione d'uscita	450-630 Vac
	Rendimento europeo	98,5 %
Trasformatore	Potenza	1793-7650 kVA
	Livello di tensione	36 kV
	Gruppo di connessione	Dy11
	Tipo di raffreddamento	ONAN
Sistema di accumulo elettrochimico	n. cabine batterie	24
	potenza (kW)	808,5/847
	n. inverter	12
	Potenza inverter (kVA)	1.715
	n. trasformatori	4
	Potenza trasformatori	5.145
	Potenza BESS (kVA)	20.580

7

3.2 SUDDIVISIONE IN SOTTOCAMPI E STRINGHE

L'impianto sarà suddiviso in n. 7 aree costituite da diversi sottocampi; in ciascun sottocampo sono presenti le stringbox collegate alle cabine di conversione e trasformazione secondo la seguente tabella:

Tabella 2 | Dati di progetto dei sottocampi

AREA 1						
STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI	POTENZA DC (W)	POTENZA DC (W)/INVERTER	N. STRINGHE	RAPPORTO DC/AC
SB._1.1.1	9	216	131760	1844640	126	1,14
SB._1.1.2	9	216	131760			
SB._1.1.3	8	192	117120			
SB._1.1.4	9	216	131760			
SB._1.1.5	8	192	117120			
SB._1.1.6	8	192	117120			
SB._1.1.7	8	192	117120			
SB._1.1.8	9	216	131760			
SB._1.1.9	9	216	131760			
SB._1.1.10	9	216	131760			
SB._1.1.11	8	192	117120			
SB._1.1.12	8	192	117120			

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB._1.1.13	8	192	117120			
SB._1.1.14	8	192	117120			
SB._1.1.15	8	192	117120			
SB._1.2.1	8	192	117120			
SB._1.2.2	8	192	117120			
SB._1.2.3	8	192	117120			
SB._1.2.4	8	192	117120			
SB._1.2.5	8	192	117120			
SB._1.2.6	8	192	117120			
SB._1.2.7	8	192	117120			
SB._1.2.8	8	192	117120	1815360	124	1,12
SB._1.2.9	8	192	117120			
SB._1.2.10	8	192	117120			
SB._1.2.11	8	192	117120			
SB._1.2.12	9	216	131760			
SB._1.2.13	9	216	131760			
SB._1.2.14	9	216	131760			
SB._1.2.15	9	216	131760			
SB._1.3.1	9	216	131760			
SB._1.3.2	9	216	131760			
SB._1.3.3	9	216	131760			
SB._1.3.4	9	216	131760			
SB._1.3.5	9	216	131760			
SB._1.3.6	8	192	117120			
SB._1.3.7	8	192	117120			
SB._1.3.8	8	192	117120	1830000	125	1,13
SB._1.3.9	8	192	117120			
SB._1.3.10	8	192	117120			
SB._1.3.11	8	192	117120			
SB._1.3.12	8	192	117120			
SB._1.3.13	8	192	117120			
SB._1.3.14	8	192	117120			
SB._1.3.15	8	192	117120			
45	375	9000	5490000	5490000	375	1,13
AREA 2						
STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI	POTENZA DC (W)	POTENZA DC (W)/INVERTER	N. STRINGHE	RAPPORTO DC/AC
SB._2.1.1	7	168	102480	1625040	111	1,16
SB._2.1.2	7	168	102480			

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB._2.1.3	7	168	102480			
SB._2.1.4	8	192	117120			
SB._2.1.5	7	168	102480			
SB._2.1.6	7	168	102480			
SB._2.1.7	8	192	117120			
SB._2.1.8	8	192	117120			
SB._2.1.9	8	192	117120			
SB._2.1.10	8	192	117120			
SB._2.1.11	8	192	117120			
SB._2.1.12	7	168	102480			
SB._2.1.13	7	168	102480			
SB._2.1.14	7	168	102480			
SB._2.1.15	7	168	102480			
SB._2.2.1	8	192	117120			
SB._2.2.2	7	168	102480			
SB._2.2.3	8	192	117120			
SB._2.2.4	7	168	102480			
SB._2.2.5	7	168	102480			
SB._2.2.6	7	168	102480			
SB._2.2.7	7	168	102480			
SB._2.2.8	7	168	102480	1610400	110	1,15
SB._2.2.9	8	192	117120			
SB._2.2.10	8	192	117120			
SB._2.2.11	8	192	117120			
SB._2.2.12	7	168	102480			
SB._2.2.13	7	168	102480			
SB._2.2.14	7	168	102480			
SB._2.2.15	7	168	102480			
SB._2.3.1	8	192	117120			
SB._2.3.2	8	192	117120			
SB._2.3.3	8	192	117120			
SB._2.3.4	8	192	117120			
SB._2.3.5	8	192	117120			
SB._2.3.6	8	192	117120			
SB._2.3.7	6	144	87840	1610400	110	1,15
SB._2.3.8	7	168	102480			
SB._2.3.9	7	168	102480			
SB._2.3.10	7	168	102480			
SB._2.3.11	7	168	102480			
SB._2.3.12	7	168	102480			
SB._2.3.13	7	168	102480			

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB._2.3.14	7	168	102480			
SB._2.3.15	7	168	102480			
45	331	7944	4845840	4845840	331	1,15

AREA 3

STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI	POTENZA DC (W)	POTENZA DC (W)/INVERTER	N. STRINGHE	RAPPORTO DC/AC
SB._3.1.1	6	144	87840			
SB._3.1.2	6	144	87840			
SB._3.1.3	6	144	87840			
SB._3.1.4	6	144	87840			
SB._3.1.5	6	144	87840			
SB._3.1.6	5	120	73200			
SB._3.1.7	5	120	73200			
SB._3.1.8	5	120	73200	1171200	80	1,11
SB._3.1.9	5	120	73200			
SB._3.1.10	5	120	73200			
SB._3.1.11	5	120	73200			
SB._3.1.12	5	120	73200			
SB._3.1.13	5	120	73200			
SB._3.1.14	5	120	73200			
SB._3.1.15	5	120	73200			
15	80	1920	1171200	1171200	80	1,11

AREA 7

STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI/SB	POTENZA DC (W)/STRINGBOX	POTENZA DC (W)	N. STRINGHE/INVERTER	RAPPORTO DC/AC
SB._7.1.1	8	192	117120			
SB._7.1.2	8	192	117120			
SB._7.1.3	8	192	117120			
SB._7.1.4	8	192	117120			
SB._7.1.5	9	216	131760			
SB._7.1.6	9	216	131760	1888560	129	1,17
SB._7.1.7	9	216	131760			
SB._7.1.8	9	216	131760			
SB._7.1.9	8	192	117120			
SB._7.1.10	8	192	117120			
SB._7.1.11	9	216	131760			
SB._7.1.12	9	216	131760			

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB_7.1.13	9	216	131760			
SB_7.1.14	9	216	131760			
SB_7.1.15	9	216	131760			
SB_7.2.1	8	192	117120			
SB_7.2.2	8	192	117120			
SB_7.2.3	8	192	117120			
SB_7.2.4	8	192	117120			
SB_7.2.5	9	216	131760			
SB_7.2.6	9	216	131760			
SB_7.2.7	9	216	131760			
SB_7.2.8	9	216	131760	1873920	128	1,16
SB_7.2.9	9	216	131760			
SB_7.2.10	8	192	117120			
SB_7.2.11	8	192	117120			
SB_7.2.12	8	192	117120			
SB_7.2.13	9	216	131760			
SB_7.2.14	9	216	131760			
SB_7.2.15	9	216	131760			
SB_7.3.1	9	216	131760			
SB_7.3.2	8	192	117120			
SB_7.3.3	9	216	131760			
SB_7.3.4	9	216	131760			
SB_7.3.5	9	216	131760			
SB_7.3.6	9	216	131760			
SB_7.3.7	9	216	131760			
SB_7.3.8	9	216	131760	1873920	128	1,16
SB_7.3.9	9	216	131760			
SB_7.3.10	8	192	117120			
SB_7.3.11	8	192	117120			
SB_7.3.12	8	192	117120			
SB_7.3.13	8	192	117120			
SB_7.3.14	8	192	117120			
SB_7.3.15	8	192	117120			
45	385	9240	5636400	5636400	385	1,16
AREA 4						
STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI/SB	POTENZA DC (W)/STRINGBOX	POTENZA DC (W)	N. STRINGHE/INVERTER	RAPPORTO DC/AC
SB_4.1.1	10	240	146400	3557520	243	1,13
SB_4.1.2	10	240	146400			

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB_4.1.3	10	240	146400			
SB_4.1.4	10	240	146400			
SB_4.1.5	10	240	146400			
SB_4.1.6	10	240	146400			
SB_4.1.7	10	240	146400			
SB_4.1.8	10	240	146400			
SB_4.1.9	10	240	146400			
SB_4.1.10	10	240	146400			
SB_4.1.11	10	240	146400			
SB_4.1.12	11	264	161040			
SB_4.1.13	10	240	146400			
SB_4.1.14	10	240	146400			
SB_4.1.15	10	240	146400			
SB_4.1.16	10	240	146400			
SB_4.1.17	10	240	146400			
SB_4.1.18	10	240	146400			
SB_4.1.19	11	264	161040			
SB_4.1.20	10	240	146400			
SB_4.1.21	10	240	146400			
SB_4.1.22	11	264	161040			
SB_4.1.23	10	240	146400			
SB_4.1.24	10	240	146400			
SB_4.2.1	10	240	146400			
SB_4.2.2	11	264	161040			
SB_4.2.3	11	264	161040			
SB_4.2.4	10	240	146400			
SB_4.2.5	10	240	146400			
SB_4.2.6	10	240	146400			
SB_4.2.7	10	240	146400			
SB_4.2.8	10	240	146400			
SB_4.2.9	10	240	146400			
SB_4.2.10	10	240	146400	3542880	242	1,13
SB_4.2.11	10	240	146400			
SB_4.2.12	10	240	146400			
SB_4.2.13	10	240	146400			
SB_4.2.14	10	240	146400			
SB_4.2.15	10	240	146400			
SB_4.2.16	10	240	146400			
SB_4.2.17	10	240	146400			
SB_4.2.18	10	240	146400			
SB_4.2.19	10	240	146400			

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB_4.2.20	10	240	146400			
SB_4.2.21	10	240	146400			
SB_4.2.22	10	240	146400			
SB_4.2.23	10	240	146400			
SB_4.2.24	10	240	146400			
SB_4.3.1	11	264	161040			
SB_4.3.2	11	264	161040			
SB_4.3.3	10	240	146400			
SB_4.3.4	10	240	146400			
SB_4.3.5	10	240	146400			
SB_4.3.6	10	240	146400			
SB_4.3.7	10	240	146400			
SB_4.3.8	10	240	146400			
SB_4.3.9	10	240	146400			
SB_4.3.10	10	240	146400			
SB_4.3.11	10	240	146400			
SB_4.3.12	10	240	146400	3513600	240	1,12
SB_4.3.13	10	240	146400			
SB_4.3.14	10	240	146400			
SB_4.3.15	10	240	146400			
SB_4.3.16	10	240	146400			
SB_4.3.17	10	240	146400			
SB_4.3.18	10	240	146400			
SB_4.3.19	10	240	146400			
SB_4.3.20	10	240	146400			
SB_4.3.21	10	240	146400			
SB_4.3.22	10	240	146400			
SB_4.3.23	9	216	131760			
SB_4.3.24	9	216	131760			
72	725	17400	10614000	10614000	725	1,13
AREA 5						
SB_5.1.1	6	144	87840			
SB_5.1.2	6	144	87840			
SB_5.1.3	6	144	87840			
SB_5.1.4	6	144	87840			
SB_5.1.5	6	144	87840	1259040	86	1,20
SB_5.1.6	6	144	87840			
SB_5.1.7	6	144	87840			
SB_5.1.8	6	144	87840			
SB_5.1.9	5	120	73200			

13

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB._5.1.10	6	144	87840			
SB._5.1.11	6	144	87840			
SB._5.1.12	6	144	87840			
SB._5.1.13	5	120	73200			
SB._5.1.14	5	120	73200			
SB._5.1.15	5	120	73200			
SB._5.2.1	6	144	87840			14
SB._5.2.2	6	144	87840			
SB._5.2.3	6	144	87840			
SB._5.2.4	6	144	87840			
SB._5.2.5	6	144	87840			
SB._5.2.6	6	144	87840			
SB._5.2.7	6	144	87840			
SB._5.2.8	6	144	87840	1244400	85	1,18
SB._5.2.9	6	144	87840			
SB._5.2.10	6	144	87840			
SB._5.2.11	5	120	73200			
SB._5.2.12	5	120	73200			
SB._5.2.13	5	120	73200			
SB._5.2.14	5	120	73200			
SB._5.2.15	5	120	73200			
30	171	4104	2503440	2503440	171	1,19

AREA 6

STRINGBOX	N. STRINGHE FV	N. MODULI/SB	POTENZA DC (W)/STRINGBOX	POTENZA DC (W)	N. STRINGHEI/INVERTER	RAPPORTO DC/AC
SB._6.1.1	9	216	131760			
SB._6.1.2	9	216	131760			
SB._6.1.3	9	216	131760			
SB._6.1.4	9	216	131760			
SB._6.1.5	9	216	131760			
SB._6.1.6	9	216	131760			
SB._6.1.7	9	216	131760			
SB._6.1.8	9	216	131760			
SB._6.1.9	9	216	131760			
SB._6.1.10	9	216	131760			
SB._6.1.11	9	216	131760			
SB._6.1.12	8	192	117120			
SB._6.1.13	8	192	117120			
SB._6.1.14	9	216	131760			
				3118320	213	1,04

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB_6.1.15	8	192	117120			
SB_6.1.16	9	216	131760			
SB_6.1.17	9	216	131760			
SB_6.1.18	9	216	131760			
SB_6.1.19	9	216	131760			
SB_6.1.20	9	216	131760			
SB_6.1.21	9	216	131760			
SB_6.1.22	9	216	131760			
SB_6.1.23	9	216	131760			
SB_6.1.24	9	216	131760			
SB_6.2.1	9	216	131760			
SB_6.2.2	9	216	131760			
SB_6.2.3	9	216	131760			
SB_6.2.4	9	216	131760			
SB_6.2.5	9	216	131760			
SB_6.2.6	9	216	131760			
SB_6.2.7	9	216	131760			
SB_6.2.8	8	192	117120			
SB_6.2.9	8	192	117120			
SB_6.2.10	8	192	117120			
SB_6.2.11	8	192	117120			
SB_6.2.12	9	216	131760			
SB_6.2.13	9	216	131760			
SB_6.2.14	9	216	131760			
SB_6.2.15	9	216	131760			
SB_6.2.16	9	216	131760			
SB_6.2.17	9	216	131760			
SB_6.2.18	9	216	131760			
SB_6.2.19	9	216	131760			
SB_6.2.20	9	216	131760			
SB_6.2.21	9	216	131760			
SB_6.2.22	9	216	131760			
SB_6.2.23	9	216	131760			
SB_6.2.24	9	216	131760			
SB_6.3.1	9	216	131760	3103680	212	1,04
SB_6.3.2	8	192	117120			
SB_6.3.3	9	216	131760			
SB_6.3.4	9	216	131760			
SB_6.3.5	8	192	117120			
SB_6.3.6	9	216	131760			
SB_6.3.7	9	216	131760			

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

SB._6.3.8	9	216	131760						
SB._6.3.9	9	216	131760						
SB._6.3.10	9	216	131760						
SB._6.3.11	9	216	131760						
SB._6.3.12	9	216	131760						
SB._6.3.13	8	192	117120						
SB._6.3.14	9	216	131760						
SB._6.3.15	9	216	131760						
SB._6.3.16	9	216	131760						
SB._6.3.17	9	216	131760						
SB._6.3.18	9	216	131760						
SB._6.3.19	9	216	131760						
SB._6.3.20	9	216	131760						
SB._6.3.21	8	192	117120						
SB._6.3.22	9	216	131760						
SB._6.3.23	9	216	131760						
SB._6.3.24	9	216	131760						
SB._6.4.1	9	216	131760				3059760	209	1,02
SB._6.4.2	9	216	131760						
SB._6.4.3	9	216	131760						
SB._6.4.4	9	216	131760						
SB._6.4.5	9	216	131760						
SB._6.4.6	9	216	131760						
SB._6.4.7	9	216	131760						
SB._6.4.8	9	216	131760						
SB._6.4.9	9	216	131760						
SB._6.4.10	9	216	131760						
SB._6.4.11	9	216	131760						
SB._6.4.12	8	192	117120						
SB._6.4.13	8	192	117120						
SB._6.4.14	9	216	131760						
SB._6.4.15	8	192	117120						
SB._6.4.16	8	192	117120						
SB._6.4.17	8	192	117120						
SB._6.4.18	8	192	117120						
SB._6.4.19	9	216	131760						
SB._6.4.20	9	216	131760						
SB._6.4.21	9	216	131760						
SB._6.4.22	9	216	131760						
SB._6.4.23	9	216	131760						
SB._6.4.24	8	192	117120						

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914

**RELAZIONE CALCOLI ELETTRICI CAVIDOTTI
INTERNI ALL'IMPIANTO**



SR EN ISO 9001:2015
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018
Certificate No. OH597

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

96	846	20304	12385440	12385440	846	1,03
----	-----	-------	----------	----------	-----	------

Complessivamente l'impianto agrivoltaico in progetto avrà i seguenti dati caratteristici:

Tabella 3 | Dati di progetto dell'impianto agrivoltaico

STRINGBOX	N. STRINGHE	N. MODULI	POTENZA DC (W)	POTENZA AC (W)	RAPPORTO DC/AC
348	2913	69912	42646320	38449800	1,11

Per i vari sottocampi è stata prevista la posa in opera di cabine di raccolta con trasformatori da 50 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari (illuminazione, antintrusione, videosorveglianza, ecc.).

Le stringhe che costituiscono i generatori fotovoltaici si otterranno collegando in serie 24 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.

Tabella 4 | Caratteristiche delle stringhe

DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	VALORE
N° moduli per stringa	n°	24
Iscmax	A	14,03
Imp	A	13,38
Vocmax	V	55,31
Vmp T 25°C	V	45,6
Potenza STC	kWp	14,64

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.

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.

In base alla tipologia di posa delle linee elettriche la portata in corrente dei cavi è data dall'applicazione dei coefficienti di riduzione in funzione del numero di terne (0,88 per 2 terne di cavi; 0,8 per 3 terne di cavi; 0,75 per 4 terne di cavi, 0,7 per 5 terne di cavi, 0,65 per 6 terne di cavi):

$$I'_z = k \cdot I_z$$

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 siglato 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 LSOH (LowSmoke Zero Halogen) sono realizzate in gomma reticolata di qualità conforme alla norma EN 50618. L'isolante è applicato attorno ad ogni conduttore per estrusione e avrà adatte caratteristiche meccaniche entro i limiti di 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:

Tabella 5 | Caratteristiche tecniche cavo H1Z2Z2-K

CARATTERISTICHE CAVO CORRENTE CONTINUA	
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 $\geq 2,5$ mm² per cavi di comando;
- materiale isolante in gomma EPR ad alto modulo, G16.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

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.

Tabella 6 | Caratteristiche tecniche cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

CARATTERISTICHE CAVO BASSA TENSIONE	
Tensione di esercizio U _o /U (kV)	0,6/1
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	10xD (D=Diametro esterno)
Requisiti normativi	CEI 20-13 UNEL 35375 UNEL 35377

4.3.3 Cavo di distribuzione energia a 36 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 sarà effettuata 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 HEPR/XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in termoplastica DMZ2/ST7.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

Ciascuna terna avrà le seguenti caratteristiche:

Tabella 7 | Caratteristiche tecniche cavo 36 kV

CARATTERISTICHE TECNICHE CAVO 26/45 KV	
Tensione di esercizio U ₀ /U (kV)	26/45
Tensione massima di esercizio U _m (kV)	52
Frequenza nominale (Hz)	50
Temperatura massima di servizio (°C)	90
Temperatura minima di posa (°C)	-25
Temperatura massima di cortocircuito (°C)	250



5 VERIFICA DELLA RIDUZIONE 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 del conduttore 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 alta tensione.

Per le linee elettriche in corrente continua il calcolo della caduta di tensione si ottiene applicando la formula:

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

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 "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

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 stringhe alla stringbox con lunghezza massima di 132 m e della stringbox alla cabina di conversione/trasformazione con lunghezza massima di 700 m:

Tabella 8 | Riduzione di tensione cavi DC

LINEA DA	A	LUNGHEZZA (m)	FORMAZIONE	TIPO	Ib (A)	Iz (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
stringa	stringbox	132	2x6	Cu	13,38	70	10,16	0,93
stringbox	inverter	700	2x120	Cu	133,80	390	26,93	2,46

Il collegamento delle cabine di trasformazione, delle cabine di raccolta e del sistema di accumulo elettrochimico sarà realizzato mediante cavi di energia con valore di tensione massima di esercizio di 36 kV. I cavi saranno di tipo HEPRZ1 / RHZ1 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 alta tensione:

Tabella 9 | Riduzione di tensione dei cavi AT

LINEA AT da - a	LUNGHEZZA (m)	FORMAZIONE	TIPO	R (Ω/km)	X (Ω/km)	Ib (A)	I'z (A)	ΔV (V)	ΔV (%)
I.S._1.1 I.S._2.1	3166	3x1x300	Al	0,1	0,112	86	361	65,67	0,18
I.S._2.1 MVC_03	2721	3x1x300	Al	0,1	0,112	161	328	105,51	0,29
I.S._3.1 MVC_03	20	3x1x300	Al	0,1	0,112	19	328	0,09	0,00
MVC_03 MVC_04	3790	3x1x300	Al	0,1	0,112	180	287	164,05	0,46
I.S._7.1 MVC_04	1709	3x1x500	Al	0,0605	0,102	266	371	77,96	0,22
I.S._4.1 MVC_04	240	3x1x800	Al	0,0367	0,094	378	552	11,64	0,03
I.S._4.2 MVC_04	450	3x1x300	Al	0,1	0,112	56	287	6,06	0,02
MVC_04 MVC_06	2252	2x3x1x800	Al	0,0367	0,094	881	1025	127,10	0,35
I.S._5.1 MVC_06	928	3x1x300	Al	0,1	0,112	37	287	8,37	0,02
I.S._6.1 MVC_06	75	3x1x300	Al	0,1	0,112	107	287	1,92	0,01
I.S._6.2 MVC_06	530	3x1x300	Al	0,1	0,112	107	287	13,59	0,04
Storage MVC_06	5422	3x1x500	Al	0,0605	0,102	330	371	306,58	0,85
MVC_06 SE RTN	2641	2x3x1x1000	Al	0,0291	0,091	1462	1711	220,14	0,61

5.1 MODALITA' DI POSA

La tipologia di installazione prevede la posa interrata, con disposizione dei cavi a trifoglio. I cavi saranno posati ad una profondità minima di -1,2 m (quota piano di posa), su strato di sabbia o di cemento magro dello spessore di cm. 10 ca. I cavi, saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento, per uno strato di cm. 30, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in C.A. La restante parte dello scavo 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 monitor 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 dello scavo è prevista l'installazione di n°1 Tritubo Ø 75 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento. In corrispondenza di attraversamenti i cavi saranno protetti da tubazioni in PVC Ø160-200 mm serie pesante.

La realizzazione del cavidotto è suddivisibile in tre fasi principali:

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

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

6 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.

6.1 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 "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

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. OH597