

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

2 di/of 41

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO.....	5
3	CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE.....	9
3.1	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	9
3.2	CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO	9
3.3	STRUTTURE PORTAMODULI	11
3.4	FONDAZIONI DEI CABINATI.....	11
4	DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	12
5	CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI	13
5.1	NORME DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO	13
5.2	moduli FOTOVOLTAICI.....	14
5.3	QUADRI DI CAMPO DI PARALLELO (STRING BOX)	16
5.4	CABINA DI CAMPO O CONVERSION UNIT	16
5.5	INVERTER	17
5.6	QUADRO MT	23
5.7	TRASFORMATORE MT/BT	24
5.8	quadri servizi ausiliari	25
5.9	TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX.....	26
5.10	sistema centralizzato di comunicazione.....	26
6	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI MT e BT	26
6.1	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	26
6.2	INTEGRALE DI JOULE.....	27
6.3	DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO.....	28
6.4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	29
6.5	caDUTA DI TENSIONE.....	30
6.6	SCELTA DELLE PROTEZIONI.....	30
6.7	VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE	31
6.8	CALCOLI ELETTRICI.....	32
7	IMPIANTO GENERALE DI TERRA	39
8	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLA SOVRATENSIONE	40

1 INTRODUZIONE

Scopo della presente relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare delle strutture e degli impianti elettrici relativo all'impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare, di potenza complessiva pari a 49,40 MWp, denominato in seguito "FV FOGGIA", ubicato in località Tavernola nel Comune di Foggia.

Tale impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su uno stalloa AT della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN di Manfredonia (FG) di proprietà della società Terna S.p.A.

L'impianto è formato da due diverse aree identificate rispettivamente come "Area Nord" e "Area Sud" composto complessivamente da n.11 sottoparchi (n.2 sottoparchi per l'area Nord e n.9 per l'Area Sud). Ad ogni sottoparco sarà associato una cabina di trasformazione MT/BT (Cabina di campo/Conversion Unit), con potenza nominale da 3990 kVA.

Presso le aree d'impianto verranno anche realizzate la Cabina di Raccolta MT (Area Nord) e la Cabina Generale MT (area Sud). Da quest'ultima si dipartono le linee di collegamento di media tensione interrate verso il punto di consegna, presso la nuova sottostazione elettrica di trasformazione di utenza, che verrà realizzata nei pressi dell'esistente Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN di Manfredonia (FG).

Dopo una breve descrizione del sito, si illustra il progetto, evidenziando i suoi elementi distintivi: si discute della configurazione del layout adottato e delle strutture portamoduli scelte (strutture tracker), insieme alle specificità dei moduli selezionati, delle cabine di campo, della cabina generale MT oltre ai a cavi e trincee elettriche, etc.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

5 di/of 41

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

L'area proposta per la costruzione del parco solare si ubica in Puglia, nel Comune di Foggia, in Località Tavernola e, in particolare, in zona omogenea agricola E, secondo il PRG.



Figura 1: Localizzazione dell'area di impianto nel contesto nazionale

La superficie totale delle particelle catastali che sarà interessata dagli interventi è pari a circa 79,5 ettari. Per la definizione della recinzione dell'area d'impianto vera e propria, oltre alle distanze di rispetto da garantire, si è lasciata fuori un'ampia area che non può essere utilizzata per l'impianto solare per ragioni vincolistiche e, pertanto, sarà destinata ad accogliere vegetazione autoctona, con la funzione di opera di compensazione.

Quest'area è rappresentata con retino giallo nell'immagine sotto riportata.



Figura 2: Contorno delle particelle catastali interessate dagli interventi e localizzazione dell'area con funzione di opera di compensazione (retino giallo)

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

6 di/of 41

La recinzione di progetto dell'impianto FV interessa due aree di circa 13 ettari e 51 ettari, riportate nella figura sotto insieme con l'ubicazione dell'accesso all'area a nord e quello dell'area a sud.

COORDINATE IN UTM 84-33N - ACCESSO AREA A NORD

- N: 556379.7533
- E: 4592718.7542

COORDINATE IN UTM 84-33N - ACCESSO AREA SUD

- N: 558328.7203
- E: 4590811.5865



Figura 3: Area a nord ed Area a sud dell'impianto FV e Localizzazione degli accessi delle due aree

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

7 di/of 41

FV Foggia		
Localizzazione dell'impianto	Località: Tavernola Città: Foggia (FG) Regione: Puglia Stato: Italia	
Coordinate GPS UTM84	ACCESSO AREA A NORD - N: 556379.7533 - E: 4592718.7542	ACCESSO AREA SUD - N: 558328.7203 - E: 4590811.5865
Altitudine	Dai 33 ai 43 m s.l.m. circa	
Città più vicina	Foggia centro a circa 12 km	
Aeroporto più vicino	32° stormo Aeronautica militare - Aeroporto di Amendola – circa a 7 km in linea d'aria	

Tabella1: Scheda riepilogativa impianto

La Società Limes 9 s.r.l. interessata alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico le seguenti particelle catastali:

- AREA A NORD: Comune di Foggia, Foglio 106 P.Lle 197, 193 e 29 – Foglio 110 P.Lla 253
- AREA A SUD: Comune di Foggia, Foglio 109 P.Lle 365, 87, 83, 381, 88, 257, 254, 258, 259, 255, 256, 80, 265, 263, 261, 264, 262, 260, 86, 85, 81 e 82.

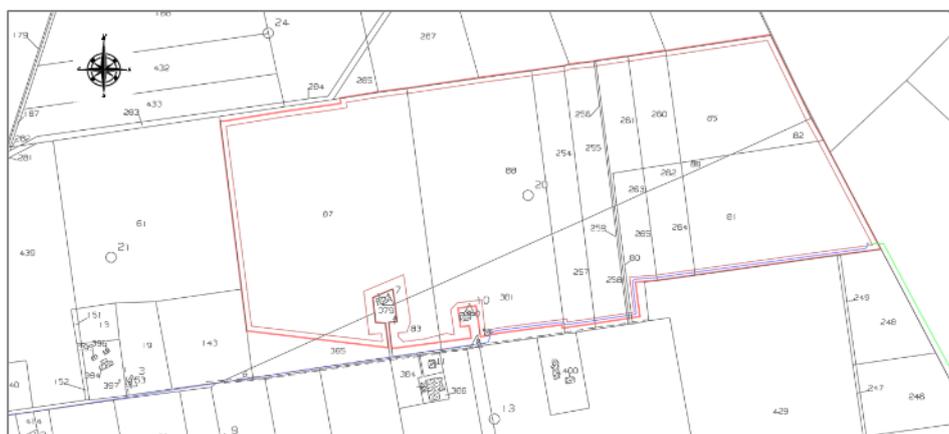
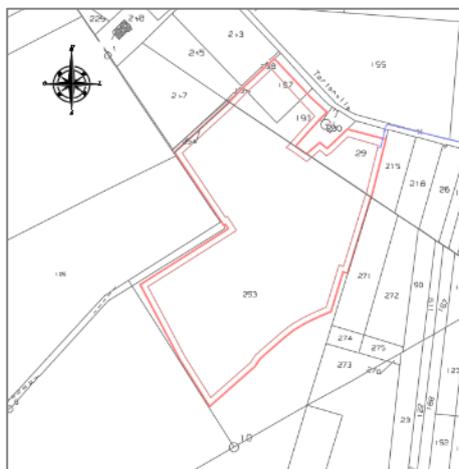


Figura 4 Stralcio dell'area d'impianto su Mappa catastale: AREA A NORD:

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

8 di/of 41

A queste si aggiungono le particelle dell'area a nord, fuori dalla recinzione dell'impianto FV, della zona che sarà destinata ad accogliere vegetazione autoctona, con la funzione di opera di compensazione, e cioè:

- AREA A NORD – P.LLE OPERA DI COMPENSAZIONE: Comune di Foggia, Foglio 110 P.lle 253, 322, 142, 320.

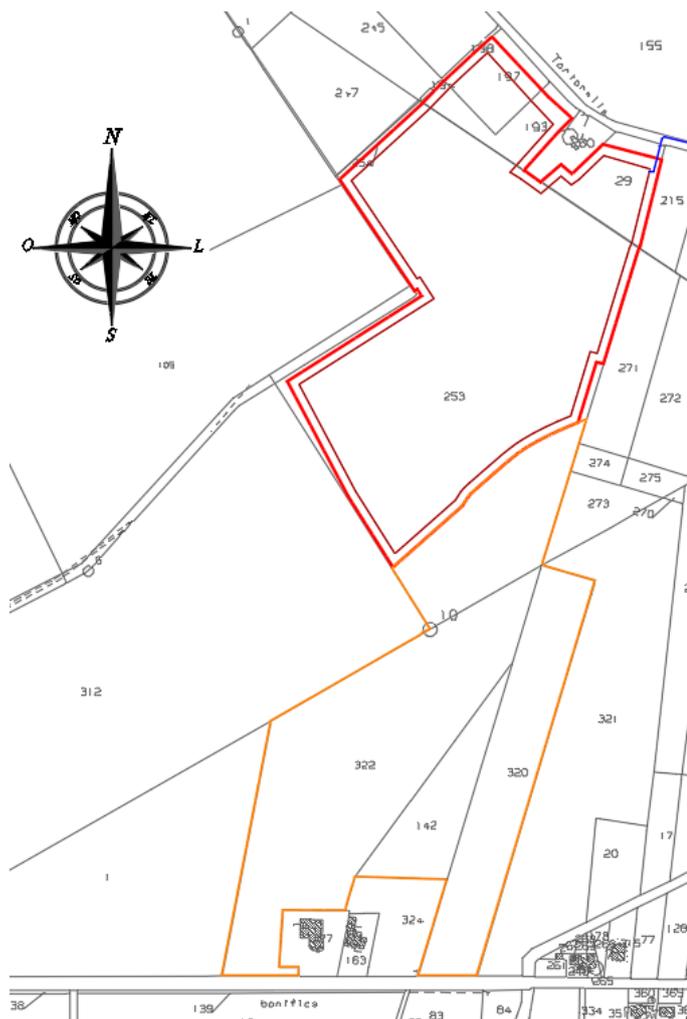


Figura 5 Stralcio dell'area d'impianto su Mappa catastale: AREA A NORD – opera di compensazione (linea arancione) Foglio 110 P.lle 253, 322, 142, 320

3 CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE

Con riferimento alle fondazioni dei tracker, tali strutture verranno ancorate al terreno a mezzo di viti di fondazione, che sosterranno la struttura. Saranno connesse alla base della struttura per mezzo di un'unione flangiata, predisponendo delle piastre in testa al palo e alla base della struttura.

Si rappresentano a seguire il calcolo della azioni del vento e della neve, secondo un determinato schema di carico, e si stabilisce la velocità del vento derivante da tale calcolo.

3.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: FOGGIA

Provincia: FOGGIA

Regione: PUGLIA

Coordinate GPS:

Latitudine : 41,46000 N

Longitudine: 15,55300 E

Altitudine s.l.m.: 76,0 m

3.2 CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = II

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_{tr} = 1$ per $T_r = 50$ anni

C_e (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

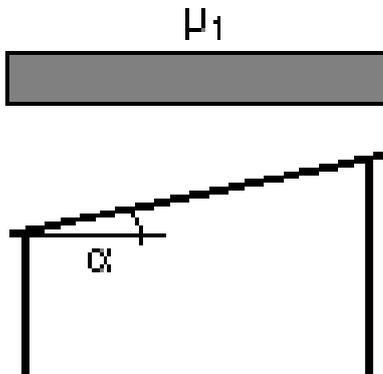
Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} C_e C_{tr} = 90$ daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 55,0^\circ$

$\mu_1 = 0,13 \Rightarrow Q_1 = 12$ daN/mq

Schema di carico:

**VENTO:**

Zona vento = 3

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 27 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)Altitudine base della zona, $A_o = 500 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)Altitudine del sito, $A_s = 76 \text{ m}$ Velocità di riferimento, $V_b = 27,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$ $C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$ Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 27,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: C

[Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D]

Esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 30 km dal mare

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10 \text{ m}$; $Z_{min} = 5 \text{ m}$)Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 46 \text{ daN/mq}$ Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$ Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$ Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,71$ Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$ Altezza dell'edificio, $h = 4,00 \text{ m}$ Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 78 \text{ daN/mq}$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: III

T min = -8.53° [NTC 3.5.5]

T max = 41.98° [NTC 3.5.6]

3.3 STRUTTURE PORTAMODULI

Le strutture presentate, sono di tipo inseguitore monoassiale. questi elementi sono prefabbricati, realizzati in officina e solo assemblati in sito. il fornitore provvederà a fornire il certificato di conformità, da cui evincere il processo di produzione e, in particolare, la velocità del vento per cui le strutture sono progettate.

Si può considerare quanto segue: il vento base considerato per l'area di progetto è pari a 27 m/s. La struttura opera con il sistema ad inseguimento solare fino ad una data velocità, dopo di che si setta su una posizione di protezione (Stop position), nella quale resiste ad una determinata velocità del vento.

In ogni caso, si sottolinea che prima della costruzione è cura del fornitore delle strutture tracker emettere il certificato di conformità della strutture porta-moduli stesse, idonee all'area di progetto.

3.4 FONDAZIONI DEI CABINATI

I cabinati, così come le fondazioni degli stessi, sono di tipo prefabbricato. Questi elementi sono perciò realizzati in officina e solo assemblati in sito, dove si provvede a preparare il piano di posa con uno strato di magrone.

Il fornitore provvede a fornire delle schede del prodotto, i cui dettagli sono riportati negli elaborati progettuali di riferimento, e dalle quali si evinceranno le caratteristiche principali del prodotto. Si elencano i principali strettamente correlati:

- *SCS.DES.R.CIV.ITA.P.7112.014.00 - Relazione Tecnica del progetto definitivo*
- *SCS.DES.D.CIV.ITA.P.7112.043.00 - Dettagli strutture di supporto*
- *SCS.DES.D.CIV.ITA.P.7112.044.00 - Particolari costruttivi recinzione*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.045.00 - Cabine di Campo*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.046.00 - Cabina Generale MT - ausiliari*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.047.00 - Cabina Uffici*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.048.00 - Cabina Magazzino*

Come si può visualizzare dagli elaborati grafici allegati, le strutture di fondazione dei cabinati con trasformatore sono sempre di tipo superficiale e, in particolare, sono fornite sottoforma di vasca prefabbricata, su cui si innesterà la cabina.

4 DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di trasmissione nazionale RTN. L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun campo verrà, quindi, vettoriata verso le cabine di rispondenza posizionate nelle rispettive aree di progetto. In particolare la Cabina di Raccolta MT per l'area Nord e la Cabina Generale MT per l'area Sud. All'interno di quest'ultima avverranno le misure e le partenze verso il punto di consegna presso la nuova Sottostazione elettrica di utente ubicata in prossimità della SE di Manfredonia.

Come già rappresentato nelle premesse, il generatore fotovoltaico è costituito da due diverse aree, nelle quali sono realizzati i sottoparchi da progetto per un totale di n.11, di potenza variabile come di seguito rappresentati:

AREA	SOTTOPARCO	Potenza (MWp)	Potenza (MVA)
NORD	N1	4,6449	3,990
	N2	4,6449	3,990
SUD	S1	4,7191	3,990
	S2	4,4223	3,990
	S3	4,4520	3,990
	S4	4,4223	3,990
	S5	4,4223	3,990
	S6	4,4223	3,990
	S7	4,4223	3,990
	S8	4,3778	3,990
	S9	4,4520	3,990
TOTALE		49,402	43,890

Tabella 2: Suddivisione in sottoparchi

Il generatore fotovoltaico sarà composto complessivamente da 93.212 moduli fotovoltaici di potenza 530 Wp collegati in serie da 28 moduli tra loro così da formare le stringhe la cui corrente verranno raccolte da inverter modulari centralizzati, in numero di due per ciascuna Conversion Unit come indicato nello schema elettrico unifilare.

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 11 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15/18 presso degli appositi String Box (in numero complessivo di 190), dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali string box si dipartono le linee di collegamento verso le Conversion Unit giungendo così in ingresso agli inverter, i quali prevedono già a bordo macchina il sezionamento e la protezione dalle sovratensioni e dalle correnti di ricircolo.

All'interno delle Cabine di campo (Conversion Unit), oltre ai due inverter centralizzati, saranno installati due trasformatori BT/MT, i quadri elettrici BT ed MT e le apparecchiature per i servizi ausiliari.

5 CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

Tale capitolo si riferisce ai calcoli preliminari del solo impianto fotovoltaico ed esclusione delle opere di connessione di cui si rimanda allo specifico elaborato di progetto. Il calcolo elettrico sviluppato tiene conto della massima potenza AC erogabile dall'impianto pari a circa **43,890 MVA**. Tale valore coincide con la somma delle potenze AC erogabili da ogni singola cabina di campo.

Le suddette cabine di campo, pari a 11 "Conversion Unit", saranno poste all'interno delle rispettive aree di progetto di impianto oltre alla cabina di Raccolta MT, Cabina Generare MT, cabina magazzino e cabina ufficio.

5.1 NORME DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO

A seguire un elenco della normativa 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 64-8 Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- 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.
- 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. 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 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- 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
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- 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.
- Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema, possono essere referenziate. In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:
 - Leggi e regolamenti Italiani
 - Leggi e regolamenti comunitari (EU)
 - Documento in oggetto
 - Specifiche di società (ove applicabili)
 - Normative internazionali

5.2 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli previsti nel presente progetto saranno in silicio monocristallino bifacciale a 72 celle, la cui potenza di picco è pari a **530 Wp**. Il numero complessivo dei moduli è pari a 93.212 consentendo così il raggiungere una potenza nominale di picco pari a 49.402,36 kWp.

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

15 di/of 41

LR5-72HBD 520~540M

Design (mm)	Mechanical Parameters	Operating Parameters
	<p>Cell Orientation: 144 (6x24) Junction Box: IP68, three diodes Output Cable: 4mm², 300mm in length, length can be customized Glass: Dual glass 2.0mm coated tempered glass Frame: Anodized aluminum alloy frame Weight: 32.3kg Dimension: 2256x1133x35mm Packaging: 31 pcs per pallet 155 pcs per 20'GP 620 pcs per 40'HC</p>	<p>Operational Temperature: -40°C ~ +85°C Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W Voc and Isc Tolerance: ±3% Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL) Maximum Series Fuse Rating: 30A Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C Safety Protection Class: Class II Fire Rating: UL type 3 Bifaciality: 70±5%</p>

Electrical Characteristics	Test uncertainty for Pmax: ±3%									
	LR5-72HBD-520M		LR5-72HBD-525M		LR5-72HBD-530M		LR5-72HBD-535M		LR5-72HBD-540M	
Model Number	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	520	388.3	525	392.1	530	395.8	535	399.5	540	403.3
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.90	45.75	49.05	45.89	49.20	46.03	49.35	46.17	49.50	46.31
Short Circuit Current (Isc/A)	13.57	10.97	13.65	11.03	13.71	11.08	13.78	11.14	13.85	11.19
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.05	38.27	41.20	38.41	41.35	38.55	41.50	38.69	41.65	38.83
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.67	10.15	12.75	10.21	12.82	10.27	12.90	10.33	12.97	10.39
Module Efficiency(%)	20.3		20.5		20.7		20.9		21.1	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Spectra at AM1.5
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Electrical characteristics with different rear side power gain (reference to 530W front)

Pmax /W	Voc/V	Isc /A	Vmp/V	Imp /A	Pmax gain
557	49.20	14.40	41.35	13.46	5%
583	49.20	15.08	41.35	14.10	10%
610	49.30	15.77	41.45	14.74	15%
636	49.30	16.46	41.45	15.38	20%
663	49.30	17.14	41.45	16.02	25%

Temperature Ratings (STC)		Mechanical Loading	
Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C	Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Temperature Coefficient of Voc	-0.284%/°C	Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C	Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

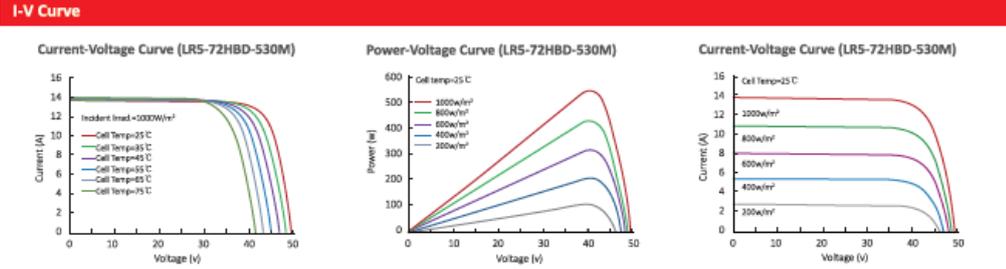


Figura 6: Datasheet modulo

Il numero dei moduli che compongono le stringhe è paria a 28 le cui caratteristiche sono riportate nella tabella di seguito:

PV module				String				
				Mod.	P	Ump	Imp	Isc
(Wp)	(Vmpp)	(Imp)	(Isc)	(Units)	(Wp)	(V)	(A)	(A)
530	41,35	12,82	13,71	28	14840	1157,8	12,82	13,71

Tabella 3: Caratteristiche elettriche stringhe

5.3 QUADRI DI CAMPO DI PARALLELO (STRING BOX)

Nell'impianto sono previsti complessivamente 190 quadri di campo, per consentire il parallelo delle stringhe; Le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi di 14/15/18 presso degli appositi String Box, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella di seguito:

Stringhe in parallelo	String Box			
	P	U	Imp	Isc
	(Wp)	(V)	(A)	(A)
18	267120	1157,8	230,7	246,8
15	222600	1157,8	192,3	205,7
14	207760	1157,8	179,4	191,9

Tabella 4: Caratteristiche elettriche Strin Box

5.4 CABINA DI CAMPO O CONVERSION UNIT

Le Cabine di Campo (o Conversion Unit) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica dal campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Le cabine di campo individuate, del tipo prefabbricato, è del Tipo Sunway Station 4000 1500V 640 LS della Santerno composte da:

- n°1 modulo con tre locali (locale inverter + QBT, locale trasformatore BT/MT e locale QMT);
- n°1 modulo con due locali (locale inverter, locale trasformatore BT/MT)

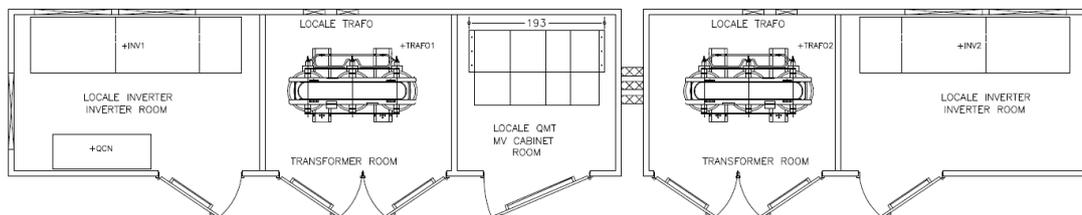


Figura 7: Cabinata di campo Santerno - Sunway Sation 4000



Figura 8: Vista assonometrica della tipologia di Cabinato di conversione

In generale la cabina, con ingresso in DC e uscita in MT, sarà equipaggiata con:

- N° 2 inverter centrali modulari;
- N° 2 trasformatori di media tensione
- N° 1 quadro di media tensione;
- N°1 quadro ausiliare
- sistema e dispositivi per il telecontrollo
- accessorie DPI

5.5 INVERTER

L'inverter a installarsi è adatto per il collegamento a linee di distribuzione BT o MT, nonché a reti HV.

L'interfaccia di rete avanzata, certificata in conformità con i requisiti più avanzati, garantisce affidabilità e massima disponibilità, fornendo funzionalità di supporto alla rete come FRT, modulazione della potenza attiva, controllo della tensione. Le funzionalità interattive di utilità sono integrate, controllate da software, completamente configurabili in base al codice di griglia applicabile.

Nell'impianto sono previsti complessivamente 22 inverter centralizzati per la conversione in corrente alterna dell'energia elettrica prodotta dal campo in corrente continua. Gli inverter saranno del tipo senza trasformatore con uscita lato CA collegata ad un quadro di parallelo BT posto a monte dell'avvolgimento BT del trasformatore BT/MT. Nello schema unifilare si riportano le caratteristiche ed i collegamenti.

Gli inverter a installarsi nel parco fotovoltaico saranno di due diverse tipologie in termini di potenza AC.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

18 di/of 41

In particolare ogni cabina di campo ospiterà due inverter centralizzati rispettivamente di potenza AC (@25°C) par a 1995 kVA.



SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG1800 1500V TE - 640

STD

Indoor Application



Sede legale: via della Concia, 7 - 40023 Castel Guelfo (Bo) | t +39 0542 489711 | f +39 0542 489722
Pec: santerno.group@legalmail.it | info@santerno.com | www.santerno.com
Cap. Soc. € 4.412.000 | C.F. – P.IVA: 03686440284 | R.E.A. BO 457978 | Cod. Ident IVA Intracom. IT03686440284
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Enertronica S.p.A. | www.enertronica.it

Figura 9: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

19 di/of 41



Designed for utility scale applications, the **SUNWAY TG** inverters feature best-in-class technology and deliver the highest power density and reliability.

Thanks to its intrinsic flexibility, the **SUNWAY TG** product range allows optimal configuration of medium and large PV plants, at the lowest system costs and with maximum yield.

The **SUNWAY TG** inverters are designed and manufactured in Italy by the technicians and engineers of Elettronica Santerno S.p.A.

BENEFITS

- Very high conversion efficiency with a single power conversion stage, optimized for minimum losses
- Modular construction and cabinet industrialization for maximum reliability and easy access to all components for maintainability and ease of on-site servicing
- Grid Code integrated features (LVRT, Reactive Power Control, Frequency and Voltage control) in compliance with the most advanced European and worldwide standards
- Remote monitoring via Sunway Portal website and REMOTE SUNWAY™ software, both for single- and multi-inverter installations
- Integrated DC-side protection provided by disconnect switch with release coil
- Integrated miswiring protection on DC side
- Integrated AC-side protection with automatic-disconnection on load breaker
- Integrated active monitoring of DC isolation
- Integrated Modbus on RS485 and TCP-IP on Ethernet data connection
- Integrated inputs for environmental sensors
- Compatible with photovoltaic modules requiring one earthed pole (positive or negative pole)
- Made in Italy with first class materials

Figura 10: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

20 di/of 41



Main features	
Model	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1 (Master-Slave) or 2 (Independent)
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V ± 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m

Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	1500 A each MPPT (double MPPT configuration) or 3000 A (single MPPT configuration)
PV voltage Ripple	< 1%

Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	1995 kVA	1774 kVA	1663 kVA
Rated output current	1800 A	1600 A	1500 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		

Inverter efficiency	
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %

Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm
Weight	2700 kg

Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W
Auxiliary consumptions	1800 W

NOTES

⁽¹⁾ @ rated V_{AC} and cos φ =1.

⁽²⁾ With power derating

⁽³⁾ Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

Figura 11: Datasheet inverter

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

21 di/of 41



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m ³ /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

NOTES

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

Description of Operation

The **SUNWAY TG** are grid connected solar inverters, suitable for connection to LV or MV distribution lines, as well as HV grids.

Advanced grid interface, certified in compliance with the most advanced requirements, ensures reliability and maximum uptime, providing grid support features such as FRT, active power modulation, voltage control. Utility Interactive Features are embedded, software-controlled, completely configurable based on the applicable grid code.

Moreover, the Sunway TG inverters can be integrated in smart grid plants, installed together with off-grid inverters.

Best reliability is ensured by design. All electronics PCBs are coated for best protection against harsh environments. Redundant protection systems and auto-diagnostic functions are also implemented.

Auxiliary power and LVRT are self-supplied. Neither external power nor UPS is needed; however, an external source may be connected, if desired.

Figura 12: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

22 di/of 41



PV earthing

Optionally, the **SUNWAY TG** inverters can be provided with positive or negative earth connection of the PV field. PV earthing is recommended whenever modules sensitive to PID (potentially induced degradation) are used. Earthing configuration shall be defined upon ordering the equipment.

Standard Supply

All inverters are supplied with user manuals, technical documents complying with the regulations in force, keys and lifting hooks, special pallets for easy and safe transport.

Main Normative References

The **SUNWAY TG** inverters have been developed, designed and manufactured in accordance with up-to-date requirements of the Low Voltage directives, Electromagnetic Compatibility directives and Grid Connection standards (as per applicable parts).

Standards ⁽¹⁾	
Certification	CE, BDEW, CQC
Immunity	IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-2
Harmonics	IEC 61000-3-12
Emissions	IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-1
Safety	IEC 62109-1, IEC 62109-2
Grid connection	CEI 0-16, A.70, BDEW, Arrêté du 23 Avril 2008, RD 1699/2011, RD 661/2007, CQC, IEEE 1547
Efficiency certification	IEC 61683:1999

NOTES

(1) Some standards apply to specific models only.

Figura 13: Datasheet inverter

5.6 QUADRO MT

Di seguito vengono indicate le caratteristiche del quadro di media tensione della Santerno Power Units.

Data	Unit	Value
Rated Voltage	kV	36
Service Voltage	kV	33
Rated Frequency	Hz	50 / 60 Hz
Rated current	A	630
Lightning impulse withstand voltage (between phases and towards the ground)	kV	170
Lightning impulse withstand voltage(across the isolating distance)	kV	195
Power frequency withstand voltage (between the phases)	kV	70
Power frequency withstand voltage (across the isolating distance)	kV	80
Rated short time withstand current I_k	kA	20
Rated peak withstand current I_P (making capacity)	kA	2.5 I_k
Rated duration of short circuit t_k	s	1
Terminals		Type C connectors
Degree of protection on front face		IP2x
Degree of protection on electrical MV circuits		IP65
Internal Arc withstand current AFLR	kA	Up to 25kA 1s
Making & breaking on fuse-switch	kA	20
Loss of Service Continuity class		LSC 2A

Figura 14: Caratteristiche QMT

Il quadro è progettato, prodotto e testato in conformità agli standard IEC (International Electrical Code) e in particolare possono essere applicati i seguenti standard di riferimento.

- IEC 62271 - 100 - High voltage alternating current circuit breakers
- IEC 62271-102 - Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-103 - High voltage switches for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-105 - Alternating current switch - fuse combination
- IEC 62271-1 - Common specifications for high voltage switchgear and controlgear
- IEC 62271-200 - A.C. Metal enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-201 - AC insulated enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

- IEC 62271-202 - Compact sub-station system
- IEC 60282-1 - Protection fuse
- IEC 60265-1 - Switch disconnectors
- IEC 60376 - Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment
- IEC 60447 - Basic and safety principles for HMI, marking and identification - Actuating principles
- IEC 60470 - Contactors
- IEC 60044 - Instrument transformers
- IEC 60125 - Protection relays
- IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

5.7 TRASFORMATORE MT/BT

L'uscita del quadro di parallelo in corrente alternata sarà collegata ad un trasformatore trifase MT/BT avente potenza in funzione del cabinato corrispondente.

L'uscita MT di ogni trasformatore sarà collegata ad un quadro di media tensione composto da uno scomparto con un interruttore automatico MT con relativa protezione di massima corrente, come indicato nello schema unifilare.

L'uscita in media tensione di ciascun trasformatore sarà collegata, mediante una linea MT indipendente, ad una partenza nel quadro MT installato nella cabina utente.

In particolare per ogni CU verranno installati due trasformatori MT/BT a doppio secondario a 30/0,64-0,64 kV, di potenza cadauno pari a 2000 MVA.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

25 di/of 41

DATA	U.M.	VALUE	NOTE
Rated Power	kVA	2000 (1000 + 1000)	
Frequency	Hz	50	
Phases		3	
Primary Voltage	kV	20	+/- 10%
Primary Tapping Voltage Range		(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	m	<= 1000 a.s.l.	
Primary Connection		Delta	
Secondary Voltage	V	640 - 640	
Secondary Connections		Wye Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	kV	24/50/125	
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	kV	3.6/10/-	
Phase Displacement		Dy11y11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method		AN	(*) see ventilation listed in the accessories list
Climatic Classification		C2	
Environmental Classification		E2	
Fire Behaviour Classification		F1	
Insulating Material Classification pri/sec		F/F	
Operating Temperature min / max	°C	-20 / +45	
Core Temperature Rise - pri/sec	°C	95/95	
No-Load Loss (at rated voltage)	W	A0	According to UE N.548/2014
Load Loss (at 120°C)	W	Ak	According to UE N.548/2014
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/sec @ rated power	%	6	
No-Load Current (at rated voltage)	%	0.6	
Partial Discharge Level	pC	≤10	
Windings Material		Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	dB(A)	<80	
Weight (indicative)	kg	5000	to be e confirmed
Wheelbase (Lu x La)	mm	1070 x 1070	to be e confirmed
Installation room dimensions (L x H x W)	mm	3230 x 2640 x 2240	

Figura 15: Caratteristiche trasformatore MT/BT

5.8 QUADRI SERVIZI AUSILIARI

La Conversion Unit sarà fornita dei quadri di servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento degli impianti. Il quadro servizi ausiliari sarà diviso in tre sezioni:

- sezione in ingresso, nella quale confluisce la linea proveniente dal trafo MT/bt, protetta da appositi interruttori automatici;
- sezione ordinaria, nella quale sono presenti tutte le utenze ordinarie e non essenziali per il funzionamento della CU.
- sezione privilegiata, le cui utenze sono alimentate sotto UPS;

5.9 TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX

A monte di ogni trasformatore MT/BT (quindi lato BT), è prevista una linea per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e dell'intero impianto che andrà a confluire in un quadro elettrico specifico.

L'alimentazione in BT dei servizi ausiliari sarà consentita tramite la presenza di un trasformatore BT/BT (640/400 Vac) di potenza nominale di 20/30 kVA (isolato in resina) e, in parallelo, in assenza di alimentazione dall'impianto, sarà comunque garantita da una linea temporanea di backup indipendente.

5.10 SISTEMA CENTRALIZZATO DI COMUNICAZIONE

Presso ciascuna CU verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali.

6 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI MT e BT

Sulla base dei componenti sopra indicati, si riportano i calcoli di dimensionamento atti a verificare se tutti i componenti del generatore fotovoltaico sono correttamente accoppiati; inoltre, vengono definite le sezioni dei conduttori da impiegare in modo da verificare le portate degli stessi conduttori e la caduta di tensione.

6.1 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi MT e BT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle sovracorrenti.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la

protezione anche delle condutture derivate;

- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi.

Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide in funzione delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- IEC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

La sezione viene scelta in modo che la portata del cavo selezionato sia superiore alla I_z min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

6.2 INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori selezionati deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K = 143
- Cavo in alluminio e isolato in PVC: K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7: K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: K = 176
- Cavo in rame nudo: K = 228

6.3 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm², se il conduttore è in rame, e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

6.4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che 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 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

6.5 CADUTA DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate mediante la formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70°C per i cavi con isolamento PVC, a 90°C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50 Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

6.6 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare, le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km \max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag \max}$).

6.7 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3, "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) mediante i punti di intersezione tra le curve dell' I^2t lasciato passare dall'interruttore automatico e quella dell' I^2t sopportabile dal cavo. Pertanto:

a) Protezione da cortocircuito assicurata da interruttori automatici. Si hanno due intersezioni per le quali:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
- $I_{ccmin} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).

b) Protezione da cortocircuito assicurata da fusibili. Si ha un'unica intersezione per cui:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a).

a) Protezione da cortocircuito e sovraccarico assicurata da unico dispositivo di protezione. In questo caso, la verifica della corrente di cortocircuito minima non è necessaria per via della tipologia di intersezione delle curve di riferimento dell' I^2t del dispositivo di protezione e del cavo che si ottiene.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

6.8 CALCOLI ELETTRICI

Si riportano di seguito due tabelle esemplificative relative alle caratteristiche tecniche dei cavi utilizzati per la distribuzione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico oggetto della presente relazione di calcolo e in particolare riferite ai cavi di bassa tensione in alluminio di collegamento Strings Box - Inverter e ai cavi di media tensione in alluminio per la distribuzione della potenza AC dalle sedici cabinati di campo. Per quanto riguarda i cavi di stringa invece, necessari per il collegamento in parallelo a livello di ciascuno String box delle stringhe di moduli fotovoltaici, è stata considerata una sezione di 6 mm².

Tutti i cavi considerati ai fini della progettazione sono in linea con le specifiche tecniche della committenza in termini di caratteristiche tecniche richieste.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di bassa tensione, in particolare delle tratte che vanno dagli string box alle rispettive cabine di conversione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60364-5-52 applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono:

- metodo di installazione= D2
- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (n°di circuiti nello stesso scavo a distanza pari a 0.25m - 0,5m) = 0,7 / 0,8
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1,00
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 1,12

Come si evince dai valori riportati precedentemente in merito al coefficiente di riduzione della portata per i circuiti posati all'interno di uno stesso scavo, nel calcolo sono state considerati due differenti interdistanze di posa tali da garantire il corretto dimensionamento dei circuiti DC. Nella fase di progettazione esecutiva, si potrà valutare la possibilità di installare alcuni quadri di parallelo stringhe aggiuntivi in maniera tale da uniformare l'interdistanza tra i circuiti all'interno dello stesso scavo.

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

33 di/of 41

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
ORIGINE	DESTINAZ.	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA TRASPORTATA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)			ΔP TOT (%)	MATERIALE	
								STRINGA - STRING BOX	STRING BOX - INVERTER	STRINGA - INVERTER		CONDUTTORE	ISOLANTE
C.U.N1	SB.N1.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	453	1,16%	0,74%	1,90%	1,45%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	383	0,98%	0,74%	1,72%	1,28%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	263	0,67%	0,74%	1,41%	0,99%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	215	0,55%	0,74%	1,29%	0,87%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	173	0,44%	0,74%	1,18%	0,77%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	115	0,29%	0,74%	1,04%	0,62%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	421	1,08%	0,74%	1,82%	1,38%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	301	0,77%	0,74%	1,51%	1,08%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.1.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	187	0,48%	0,74%	1,22%	0,80%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	275	0,70%	0,74%	1,44%	1,02%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	237	0,61%	0,74%	1,35%	0,92%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	211	0,54%	0,74%	1,28%	0,86%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	265	0,68%	0,74%	1,42%	0,99%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.5	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	349	0,69%	0,74%	1,44%	1,06%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	353	0,90%	0,74%	1,64%	1,21%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	377	0,96%	0,65%	1,61%	1,19%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.8	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm ²)	459	0,98%	0,92%	1,90%	1,33%	AI	XLPE
C.U.N1	SB.N1.2.9	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	371	0,74%	0,65%	1,38%	1,00%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.1	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	485	0,96%	0,65%	1,61%	1,20%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	399	1,02%	0,74%	1,76%	1,32%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	451	1,15%	0,74%	1,89%	1,45%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	429	1,10%	0,74%	1,84%	1,40%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	361	0,92%	0,74%	1,66%	1,23%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	317	0,81%	0,74%	1,55%	1,12%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	231	0,59%	0,74%	1,33%	0,91%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	163	0,42%	0,74%	1,16%	0,74%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.1.9	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm ²)	175	0,37%	0,92%	1,30%	0,78%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	453	1,16%	0,74%	1,90%	1,45%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	393	1,00%	0,74%	1,75%	1,31%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	255	0,65%	0,74%	1,39%	0,97%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	63	0,16%	0,74%	0,90%	0,50%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	181	0,46%	0,74%	1,20%	0,79%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	349	0,89%	0,74%	1,63%	1,20%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	315	0,80%	0,74%	1,55%	1,12%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	411	1,05%	0,74%	1,79%	1,35%	AI	XLPE
C.U.N2	SB.N2.2.9	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	127	0,25%	0,65%	0,90%	0,56%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	349	0,89%	0,74%	1,63%	1,20%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	389	0,99%	0,74%	1,74%	1,30%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

34 di/of 41

C.U.S1	SB.S1.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	431	1,10%	0,74%	1,84%	1,40%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	489	1,25%	0,74%	1,99%	1,54%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.5	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm²)	117	0,25%	0,92%	1,17%	0,67%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	171	0,44%	0,74%	1,18%	0,76%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	231	0,59%	0,74%	1,33%	0,91%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	313	0,80%	0,74%	1,54%	1,11%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.1.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	299	0,76%	0,74%	1,51%	1,08%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	115	0,29%	0,74%	1,04%	0,62%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	175	0,45%	0,74%	1,19%	0,77%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	233	0,60%	0,74%	1,34%	0,91%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	339	0,87%	0,74%	1,61%	1,17%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	247	0,63%	0,74%	1,37%	0,95%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.6	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm²)	307	0,65%	0,92%	1,58%	1,04%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	369	0,94%	0,74%	1,68%	1,25%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	453	1,16%	0,74%	1,90%	1,45%	AI	XLPE
C.U.S1	SB.S1.2.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	449	1,15%	0,74%	1,89%	1,44%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.1	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	371	0,74%	0,65%	1,38%	1,00%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	333	0,85%	0,74%	1,59%	1,16%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	273	0,70%	0,74%	1,44%	1,01%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	235	0,60%	0,74%	1,34%	0,92%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	177	0,45%	0,74%	1,19%	0,78%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	103	0,26%	0,74%	1,01%	0,60%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	143	0,37%	0,74%	1,11%	0,69%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	201	0,51%	0,74%	1,26%	0,84%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.1.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	261	0,67%	0,74%	1,41%	0,98%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.1	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	377	0,75%	0,65%	1,40%	1,01%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	317	0,81%	0,74%	1,55%	1,12%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	237	0,61%	0,74%	1,35%	0,92%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	177	0,45%	0,74%	1,19%	0,78%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	117	0,30%	0,74%	1,04%	0,63%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	141	0,36%	0,74%	1,10%	0,69%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	201	0,51%	0,74%	1,26%	0,84%	AI	XLPE
C.U.S2	SB.S2.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	261	0,67%	0,74%	1,41%	0,98%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	405	1,03%	0,74%	1,78%	1,34%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	345	0,88%	0,74%	1,62%	1,19%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	249	0,64%	0,74%	1,38%	0,95%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	275	0,70%	0,74%	1,44%	1,02%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	355	0,91%	0,74%	1,65%	1,21%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	255	0,65%	0,74%	1,39%	0,97%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	197	0,50%	0,74%	1,25%	0,83%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	105	0,27%	0,74%	1,01%	0,60%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.1	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm²)	227	0,48%	0,92%	1,41%	0,88%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	205	0,52%	0,74%	1,27%	0,85%	AI	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

35 di/of 41

C.U.S3	SB.S3.2.3	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm²)	149	0,32%	0,92%	1,24%	0,73%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	97	0,25%	0,74%	0,99%	0,58%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	157	0,40%	0,74%	1,14%	0,73%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	217	0,55%	0,74%	1,30%	0,87%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	223	0,57%	0,74%	1,31%	0,89%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	263	0,67%	0,74%	1,41%	0,99%	AI	XLPE
C.U.S3	SB.S3.2.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	323	0,83%	0,74%	1,57%	1,14%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	367	0,94%	0,74%	1,68%	1,24%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	287	0,73%	0,74%	1,48%	1,05%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	209	0,53%	0,74%	1,28%	0,86%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.4	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	129	0,26%	0,65%	0,90%	0,57%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	149	0,38%	0,74%	1,12%	0,71%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	227	0,58%	0,74%	1,32%	0,90%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	307	0,78%	0,74%	1,53%	1,10%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	189	0,48%	0,74%	1,22%	0,81%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.1.9	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	267	0,53%	0,65%	1,18%	0,81%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	353	0,90%	0,74%	1,64%	1,21%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	293	0,75%	0,74%	1,49%	1,06%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	235	0,60%	0,74%	1,34%	0,92%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	175	0,45%	0,74%	1,19%	0,77%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	115	0,29%	0,74%	1,04%	0,62%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	109	0,28%	0,74%	1,02%	0,61%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	169	0,43%	0,74%	1,17%	0,76%	AI	XLPE
C.U.S4	SB.S4.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	227	0,58%	0,92%	1,50%	0,93%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.1	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	387	0,77%	0,65%	1,42%	1,03%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	307	0,78%	0,74%	1,53%	1,10%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	227	0,58%	0,74%	1,32%	0,90%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	129	0,33%	0,74%	1,07%	0,66%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	125	0,32%	0,74%	1,06%	0,65%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	225	0,57%	0,74%	1,32%	0,89%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	305	0,78%	0,74%	1,52%	1,09%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	363	0,93%	0,74%	1,67%	1,23%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	335	0,86%	0,74%	1,60%	1,16%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	275	0,70%	0,74%	1,44%	1,02%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	215	0,55%	0,74%	1,29%	0,87%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	137	0,35%	0,74%	1,09%	0,68%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	57	0,15%	0,74%	0,89%	0,48%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	119	0,30%	0,74%	1,05%	0,63%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	197	0,50%	0,74%	1,25%	0,83%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	277	0,71%	0,74%	1,45%	1,02%	AI	XLPE
C.U.S5	SB.S5.2.9	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	337	0,67%	0,65%	1,32%	0,94%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	305	0,78%	0,74%	1,52%	1,09%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	207	0,53%	0,74%	1,27%	0,85%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 9 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.7112.054.00

PAGINA

36 di/of 41

C.U.S6	SB.S6.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	147	0,38%	0,74%	1,12%	0,70%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	133	0,34%	0,74%	1,08%	0,67%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	125	0,32%	0,74%	1,06%	0,65%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	185	0,47%	0,74%	1,21%	0,80%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	245	0,63%	0,74%	1,37%	0,94%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	251	0,64%	0,74%	1,38%	0,96%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.1.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	311	0,79%	0,74%	1,54%	1,11%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	221	0,56%	0,74%	1,31%	0,88%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	161	0,41%	0,74%	1,15%	0,74%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.3	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	109	0,22%	0,65%	0,86%	0,53%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	187	0,48%	0,74%	1,22%	0,80%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	267	0,68%	0,74%	1,42%	1,00%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	363	0,93%	0,74%	1,67%	1,23%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	445	1,14%	0,74%	1,88%	1,43%	AI	XLPE
C.U.S6	SB.S6.2.8	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	419	0,83%	0,65%	1,48%	1,09%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	519	1,33%	0,74%	2,07%	1,62%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	439	1,12%	0,74%	1,86%	1,42%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	361	0,92%	0,74%	1,66%	1,23%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	261	0,67%	0,74%	1,41%	0,98%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	181	0,46%	0,74%	1,20%	0,79%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	117	0,30%	0,74%	1,04%	0,63%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	177	0,45%	0,74%	1,19%	0,78%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.1.8	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	211	0,42%	0,65%	1,07%	0,71%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	443	1,13%	0,74%	1,87%	1,43%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	385	0,98%	0,74%	1,73%	1,29%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	285	0,73%	0,74%	1,47%	1,04%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.4	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm²)	225	0,45%	0,65%	1,09%	0,74%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	215	0,55%	0,74%	1,29%	0,87%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	175	0,45%	0,74%	1,19%	0,77%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	117	0,30%	0,74%	1,04%	0,63%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	93	0,24%	0,74%	0,98%	0,57%	AI	XLPE
C.U.S7	SB.S7.2.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	151	0,39%	0,74%	1,13%	0,71%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	507	1,30%	0,74%	2,04%	1,59%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	427	1,09%	0,74%	1,83%	1,39%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	349	0,89%	0,74%	1,63%	1,20%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	269	0,69%	0,74%	1,43%	1,00%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	121	0,31%	0,74%	1,05%	0,64%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	351	0,90%	0,74%	1,64%	1,20%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	293	0,75%	0,74%	1,49%	1,06%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	195	0,50%	0,74%	1,24%	0,82%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.1.9	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	115	0,29%	0,74%	1,04%	0,62%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	411	1,05%	0,74%	1,79%	1,35%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm²)	313	0,80%	0,74%	1,54%	1,11%	AI	XLPE

C.U.S8	SB.S8.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	233	0,60%	0,74%	1,34%	0,91%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	153	0,39%	0,74%	1,13%	0,72%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.5	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm ²)	503	1,07%	0,92%	1,99%	1,42%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.6	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	427	0,85%	0,65%	1,49%	1,10%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.7	14	207760	1157,8	191,9	2x (1x300mm ²)	327	0,65%	0,65%	1,30%	0,92%	AI	XLPE
C.U.S8	SB.S8.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	175	0,45%	0,74%	1,19%	0,77%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	207	0,53%	0,74%	1,27%	0,85%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	287	0,73%	0,74%	1,48%	1,05%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	345	0,88%	0,74%	1,62%	1,19%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	405	1,03%	0,74%	1,78%	1,34%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	77	0,20%	0,74%	0,94%	0,53%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	175	0,45%	0,74%	1,19%	0,77%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	255	0,65%	0,74%	1,39%	0,97%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.1.8	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm ²)	333	0,71%	0,92%	1,63%	1,09%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.1	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	177	0,45%	0,74%	1,19%	0,78%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.2	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	237	0,61%	0,74%	1,35%	0,92%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.3	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	275	0,70%	0,74%	1,44%	1,02%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.4	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	315	0,80%	0,74%	1,55%	1,12%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.5	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	309	0,79%	0,74%	1,53%	1,10%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.6	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	369	0,94%	0,74%	1,68%	1,25%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.7	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	467	1,19%	0,74%	1,93%	1,49%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.8	18	267120	1157,8	246,8	2x (1x300mm ²)	447	1,14%	0,74%	1,88%	1,44%	AI	XLPE
C.U.S9	SB.S9.2.9	15	222600	1157,8	205,7	2x (1x300mm ²)	507	1,08%	0,92%	2,00%	1,43%	AI	XLPE

Figura 16: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Box - Inverter)

La caduta di tensione sul tratto stringa - string box è stata ottenuta considerando cautelativamente tutte i cavi di stringa di lunghezza lineare massima pari a 200 metri.

La massima caduta di tensione che si ottiene nella sezione DC dell'impianto è quella sul circuito DC di collegamento tra lo String Box 9.1 e la CU S7. La caduta di tensione totale in questo caso è pari all' 2,07%.

Per quanto riguarda le perdite di potenza totali sui circuiti DC, queste si attestano all'incirca al 1,6 %.

Si sottolinea che il dimensionamento dei cavi della sezione DC potrebbero subire modifiche in seguito ai dati che si otterranno in campo durante la fase esecutiva.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di media tensione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60502-2 2005, applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione B.5.2.a):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti a distanza pari a 0,30 m) = 0,83/0,73/0,58
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 0,88/0,89

AREE	CIRCUITO MT			DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
	MV-LINE	ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	I _b (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/V _m (kV)
												CONDUTTORE	ISOLANTE	
Area Nord	1	CU N1	QRMT	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	251	0,04 %	0,69 %	AL	XLPE	18/30
		CU N2	QR1	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	470	0,07 %		AL	XLPE	18/30
		QRM1	QGMT	3φ	7980	30	153,6	3 x (1 x 300 mm ²)	5598	0,76 %		AL	XLPE	18/30
Area Sud	2	CU S1	CU S3	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	647	0,10 %	0,37 %	AL	XLPE	18/30
		CU S3	CU S2	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm ²)	274	0,08 %		AL	XLPE	18/30
		CU S2	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm ²)	1405	0,26 %		AL	XLPE	18/30
	3	CU S6	CU S5	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	168	0,03 %	0,24 %	AL	XLPE	18/30
		CU S5	CU S4	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm ²)	203	0,06 %		AL	XLPE	18/30
		CU S4	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm ²)	1076	0,20 %		AL	XLPE	18/30
	4	CU S7	CU S8	3φ	3990	30	76,8	3 x (1 x 120 mm ²)	239	0,04 %	0,11 %	AL	XLPE	18/30
		CU S8	CU S9	3φ	7380	30	142,0	3 x (1 x 120 mm ²)	25	0,01 %		AL	XLPE	18/30
		CU S9	QGMT	3φ	10770	30	207,3	3 x (1 x 300 mm ²)	443	0,08 %		AL	XLPE	18/30
Connessione	5	QGMT	SSU	3φ	43890	30	844,7	3 x 3 x (1 x 630 mm ²)	6935	0,98 %	0,69%	AL	XLPE	18/30

Figura 17: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione

Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, le sezioni scelte indicate nello schema unifilare sono 120 - 300 - 650 mm², nettamente sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

Inoltre tale scelta è determinata dalla tenuta del cavo alle possibili correnti di cortocircuito che potrebbero instaurarsi a livello dei quadri di media tensione prima dell'apertura del circuito da parte delle protezioni in caso di guasto. Queste correnti sono state considerate elevate in questa fase progettuale non di dettaglio.

La massima caduta di tensione che si ottiene è quella sulla linea MT di connessione tra il parco FV e la SSU pari al 0,98%. In merito alle perdite totali di potenza invece, si ottiene un valore finale nella sezione AC d'impianto pari a 287,654 kW.

Si sottolinea che il dimensionamento dei cavi della sezione MT potrebbero subire modifiche in seguito ai dati che si otterranno in campo durante la fase esecutiva.

Per maggiori dettagli su percorso dei cavi di progetto si adotta si rimanda

all'elaborato grafico SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.038.00 - Percorso cavidotti.

7 IMPIANTO GENERALE 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.

La progettazione è influenzata da diversi fattori:

- Tipo di terreno;
- Stratificazione;
- Temperatura;
- Umidità del terreno.

Per maggiori dettagli sulla configurazione, adottata si rimanda all'elaborato grafico SCS.DES.D.ELE.ITA.P.7112.039.00 - Impianto di Terra.

7.1 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra deve essere dimensionato per sopportare le sollecitazioni meccaniche e termiche dovute alla corrente di guasto.

Il dispersore utilizzato dovrà essere in corda di rame nuda con una sezione minima paria a:

$$S_{min}[mm^2] = \sqrt{\frac{I^2 * t}{k_c^2}}$$

ove:

- S è la sezione in mm²;
- t è il tempo di intervento della protezione MT in secondi;
- I è la corrente di guasto fase – terra in kA (massima corrente di guasto verso terra lato 30 kV);
- K_c è il coefficiente termico per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili.

In questa fase di progettazione si è scelta un sezione minima del conduttore di terra pari a 50 mm² che sarà confermata in fase esecutiva.

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello. Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto l'utilizzo di strutture su palo).

8 SISTEMA DI PROTEZIONE DALLA SOVRATENSIONE

Sarà realizzato un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per linee dati delle unità centrali;
- limitatori di sovratensione per protezione delle centrali di apparati sensibili come: centrale telefonica, rivelazione incendio, etc.;
- limitatori di sovratensione per protezione di linee di segnale;
- limitatori di sovratensione per protezioni delle linee dati.

Si dovranno fornire e posare in opera protezioni per le linee Ethernet, e tutte le linee dati e per tutte le unità centrali di centri informatici (supervisione, eccetera).

Dovranno essere utilizzate apparecchiature del seguente tipo:

a) protezione compatte delle linee dati e sistemi di trasmissione:

- Tipo 1 reti ethernet:
- tensione segnale 6 Volt;
- Corrente nominale di scarica isn (8/20) 8 kA;
- trasmissione 10 Mbits;
- Capacità trasversale Cq minore di 30 pF;
- Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- tensione massima segnale 15 V;
- Tipo 1 linee dati:
- tensione segnale 6 Volt;
- Corrente nominale di scarica isn(8/20) 8 kA;
- trasmissione 10 Mbits;
- Capacità trasversale Cq minore di 50 pF;
- Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- tensione massima segnale 15 V.

b) Protezioni dirette le linee di trasmissione e di ricezione direttamente nel cavo saranno inoltre protetti con Connettori tipo UHF tipo:

- potenza di trasmissione 400 W;
- Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA;
- Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
- Perdita di trasmissione fino a 2,5 GHz minore di 0,8 dB;
- Tempo di innesco minore di 100 ns.

c) Impedenza 75 Ω ;

d) Protezioni di tutti gli ingressi/uscite delle unità centrali contro le sovratensioni nelle linee dati tipo:

- Tensione segnale U_s +/-12 V;
- Tensione massima segnale U_{max} +/-15 V;
- Corrente nominale 100 mA;
- Corrente nominale di scarica $i_{sn}(8/20)$ 5 kA;
- Corrente massima di prova i_{sg} 10 kA;
- Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
- Rate di trasmissione 100 kBits;
- Limitazione tensione a 1kV/micros 20 V;
- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- Impedenza 75 ohm.

L'opera comprende l'integrazione al sistema equipotenziale e dovrà essere coordinato in sede di scelta delle apparecchiature e delle reti effettivamente montate dall'Appaltatore. Il sistema nel suo complesso dovrà essere rispondente alla CEI 81-4 e dovrà garantire la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.

Dovrà essere assicurata la protezione contro le sovratensioni che si inducono direttamente nelle linee BUS per accoppiamento elettromagnetico con la corrente di fulmine in edifici.

Dovranno essere evitati:

- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche.

e) Collegamento a terra degli schermi: quando il sistema prevede l'uso di cavi schermati, lo schermo va collegato a terra in un solo punto per evitare che possa convogliare le correnti di guasto e quindi diventare una sorgente di disturbo o, peggio, subire danni per effetto Joule.