



REGIONE SICILIA
COMUNE DI MONREALE (PA)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO
PARI A 20,5 MWp DENOMINATO " LIMES 21"
NEL COMUNE DI MONREALE (PA)

TITOLO

Rel. 07 - Relazione di calcolo dimensionamento
cavi 36 kV

PROGETTISTA	PROPONENTE	VISTI
<p>Progettista</p>  <p>SCM ingegneria S.r.l. Via Carlo del Croix, 55 Tel.: +39 0831-728955 72022 Latiano (BR) Mail: info@scmingegneria.com</p> <p>Dott. Ing. Daniele Cavallo</p>	<p>LIMES 21 S.r.l.</p> <p>Sede legale e Amministrativa: Via Giuseppe Giardina, 22 96018 PACHINO (SR) PEC: limes21@pec.it</p>	

PROGETTAZIONE

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	07/12/2022	Prima Emissione	L. Maculan	D. Cavallo	D. Cavallo

Scala	Formato Stampa	Cod. Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
	A4	FV-LIME-MRL-PD-REL07	00	FV-LIME-MRL-PD-REL07-Relazione di calcolo dimensionamento cavi 36 kV	1 di 10

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	07/12/2022	Prima Emissione	L. Maculan	D. Cavallo	D. Cavallo

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DATI GENERALI	3
2.1	DATI DEL PROPONENTE	3
2.2	LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	3
2.3	DESTINAZIONE D'USO	3
2.4	DATI CATASTALI	3
2.5	CONNESSIONE.....	4
3	SCOPO.....	5
4	DATI DI PROGETTO	7
5	CRITERI DI CALCOLO	8
5.1	CALCOLO DELLA PORTATA	8
5.2	CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	9
5.3	CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE.....	9
6	RISULTATI	10

1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico con tracker monoassiale per la produzione di energia della potenza nominale 20500 kW, da realizzarsi nel comune di Monreale (PA).

2 DATI GENERALI

2.1 DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	LIMES 21 S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Giuseppe Giardina, 22 - 96018 Pachino (SR)
Codice Fiscale/Partita IVA	01974980896
Capitale Sociale	10000 €
PEC	limes21@pec.it

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2 LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento sarà realizzato nel comune di Monreale (PA).

2.3 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

2.4 DATI CATASTALI

I terreni interessati dall'intervento, così come individuati al catasto terreni del Comune di Monreale (PA) sono particelle al foglio 146, part. 21-22-31-32-49-54-55-111-119, e al foglio 147, part. 56-147-154-194-195-280-282-283

Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo o in ogni caso lasciati incolti.

Luogo di installazione	Comune di Monreale (PA)
Potenza di Picco (kWp)	20500 kWp

Potenza Nominale (kW)	20500 kWp
Potenza massima in immissione	20500 kW
Informazioni generali del sito	Sito collinare ben raggiungibile da strade provinciali/comunali
Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale
Coordinate area Nord	Latitudine 37°54'36.26"N
	Longitudine 13°13'53.04"E
Coordinate area Centro	Latitudine 37°53'53.21"N
	Longitudine 13°12'46.47"E
Coordinate area Sud	Latitudine 37°52'56.38"N
	Longitudine 13°12'51.65"E
Coordinate Cabina Utente 36 kV	Latitudine 37°54'0.45"N
	Longitudine 13°18'0.12"E

Tabella 2-2 – Dati catastali

2.5 CONNESSIONE

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202100063 prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra, denominata "Monreale 3", da collegare in entra - esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico - Ciminna".

3 SCOPO

Il presente documento riporta il dimensionamento preliminare per la selezione delle sezioni dei cavi a 36 kV per il collegamento degli inverter dell'impianto oggetto del presente progetto.

I cavi a 36 kV raccolgono la potenza generata dai pannelli fotovoltaici per portarla fino al quadro 36 kV ubicato nell'edificio della Cabina Utente.

Il percorso dei cavi 36 kV è mostrato nelle seguenti figure.

Il percorso di dettaglio dei cavi delle dorsali è mostrato nelle tavole 10a e 10b incluse nel progetto.

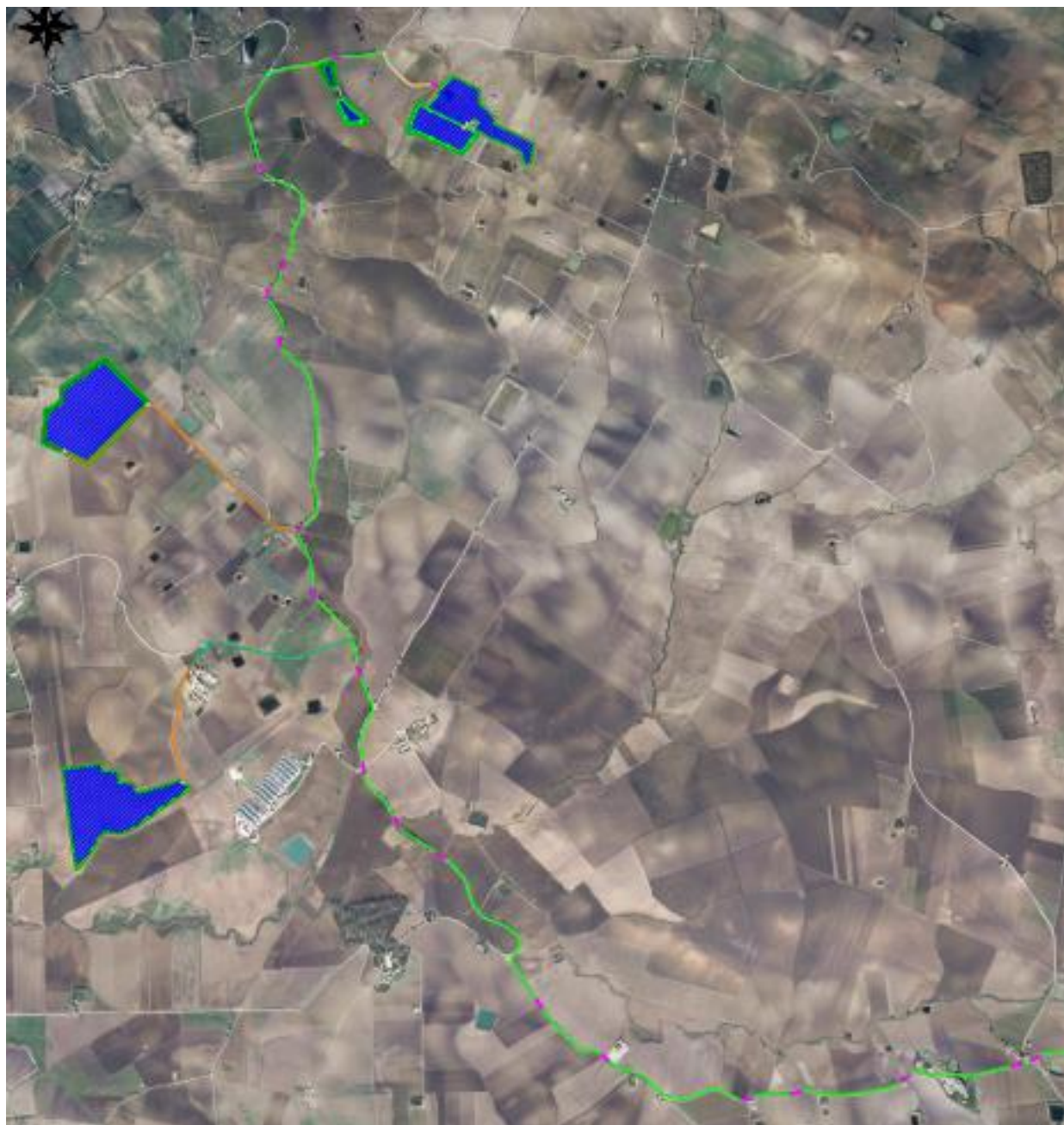




Figura 3-1 – Percorso cavi 36 kV

4 DATI DI PROGETTO

Nella seguente tabella si riportano i dati di progetto utilizzati per il dimensionamento dei cavi. Nel calcolo sono state considerate le condizioni più gravose, per esempio in termini di potenza e fattore di potenza, sono state considerate nel calcolo, a favore della sicurezza.

Dati di progetto	Valore
Tensione di rete MT	36 kV
Materiale conduttore	Alluminio
Profondità di posa	1,2 m
Temperatura del terreno	20°C
Resistività del terreno	1,5 °C·m/W
Potenza nominale inverter	2,66 / 4,2 / 4,4 MW
Potenza di immissione impianto	20,5 MW
Fattore di potenza al punto di connessione	0,95
Caduta di tensione massima ammissibile per ogni tratta	3 %
Sezione	120 ÷ 500 mm ²

Tabella 4-1 – Dati di progetto per dimensionamento cavi 36 kV

Le caratteristiche principali dei cavi MT considerati per il progetto, come disponibili sul mercato, sono riportate nella seguente tabella:

Grandezza	Valore
Tipo	Unipolari
Materiale conduttore	Alluminio
Materiale isolante	XLPE
Schermo metallico	Alluminio
Guaina esterna	PE resistente all'urto (adatti alla posa direttamente interrata)
Tensione nominale (U ₀ /U/Um):	20,8/30/42 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Sezione	120 ÷ 500 mm ²

Tabella 4-2 – Caratteristiche cavi 36 kV

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione delle diverse cabine 36 kV.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata per tenere in considerazione le risalite in cabina, sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso; la seguente tabella riassume le lunghezze risultanti per ciascuna tratta (la sigla SSE si riferisce al quadro 36 kV presente nella cabina utente).

Da	A	Distanza (m)	Lunghezza cavi (m)
C01	T01	4420	4568
C03	C02	170	190
C02	T01	280	303
C05	C04	170	190
C04	T02	290	314
T01	T02	2850	2951
T02	SSE	12615	13008
SSE	RTN	490	520

Tabella 4-3 – Lunghezze cavi 36 kV

5 CRITERI DI CALCOLO

I cavi sono stati dimensionati seguendo le norme specifiche di riferimento, andando a selezionare la sezione minima richiesta in accordo ai seguenti differenti metodi di calcolo richiesti dalle normative:

- Portata nominale
- Tenuta al cortocircuito
- Massima caduta di tensione ammissibile

I calcoli sono stati eseguiti alla luce delle normative vigenti e delle indicazioni dei fornitori principali di cavi della tipologia selezionata, tenendo conto dei dati di progetto, delle condizioni di posa e delle condizioni ambientali.

Le differenti verifiche di dimensionamento sono dettagliate nei seguenti paragrafi.

5.1 CALCOLO DELLA PORTATA

Il primo criterio di calcolo da considerare è quello della portata dei cavi in accordo alle condizioni di posa, come specificato dalla normativa di riferimento IEC 60502, "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)".

In linea con la suddetta norma, per il calcolo delle sezioni effettive dei cavi di distribuzione si sono tenuti in considerazione i coefficienti di riduzione applicati alla portata nominale del cavo

scelto, ossia:

- K_1 (profondità di posa, diversa da 1,2): 1,0
- K_2 (temperatura del suolo): 1,0
- K_3 (resistività termica del terreno): 0,93
- K_4 (vicinanza di due terne nello scavo): 0,81 (considerando la sezione di posa più gravosa lungo il percorso)

Per un coefficiente totale di riduzione della portata dei cavi di 0.75.

5.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

In termini di correnti di corto circuito la sezione minima del conduttore deve essere verificata secondo la seguente equazione:

$$S_{\min} = (I_{CC} \cdot \sqrt{t}) / K$$

dove:

I_{CC} = corrente di corto circuito (A)

K = costante caratteristica dei cavi che dipende sia dal materiale del conduttore sia dal tipo di isolante del cavo scelto, definito dalla Norma CEI 11-17 (tabella 4.2.2)

t = tempo di eliminazione del corto circuito

Per quanto riguarda la corrente di corto circuito si considera il valore massimo della corrente di cortocircuito in corrispondenza del quadro MT cui sono collegate le dorsali dell'impianto, in modo da considerare lo scenario peggiore e verificare quindi sicuramente la sezione del cavo in tutti i possibili scenari di esercizio.

5.3 CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE

La sezione dei cavi di media tensione deve essere infine verificata calcolando la caduta di tensione corrispondente al passaggio della massima corrente di progetto, in modo da rispettare la massima caduta di tensione richiesta.

La caduta di tensione in percentuale può essere calcolata secondo la seguente equazione:

$$\Delta V (\%) = \sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos j + X \cdot \sin j) / (I_x \cdot L \cdot V)$$

dove:

R e X sono rispettivamente resistenza e reattanza al km della linea

L è la lunghezza della linea

I è la corrente massima della linea come risultato della somma della corrente degli aerogeneratori connessi alla linea stessa.

j è l'angolo corrispondente al fattore di potenza degli aerogeneratori

V è la tensione nominale della rete in media tensione

6 RISULTATI

I risultati delle verifiche di dimensionamento di cui ai paragrafi precedenti sono mostrate nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata**.tabella:

Da	A	Lunghezza cavi (m)	Smin portata (mm ²)	Smin Icc (mm ²)	Smin ΔV (mm ²)	S (mm ²)	Composizione cavo
C01	T01	4568	95	77	35	120	Unipolare
C03	C02	190	95	77	35	120	Unipolare
C02	T01	303	95	77	35	120	Unipolare
C05	C04	190	95	77	35	120	Unipolare
C04	T02	314	95	77	35	120	Unipolare
T01	T02	2951	120	77	35	240	Unipolare
T02	SSE	13008	400	77	400	500	Unipolare
SSE	RTN	520	240	77	35	500	Unipolare

Tabella 6-1 – Sezioni cavi 36 kV