





REGIONE SICILIA
COMUNE DI MONREALE (PA)

PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA PARI A 27216 kWp (20,905 MW IN IMMISSIONE)
DENOMINATO "PRINCIPE X" ED OPERE CONNESSE INDISPENSABILI
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MONREALE (PA)

TITOLO

Rel. 07 - Relazione di calcolo dimensionamento cavidotti 36 kV

PROGETTISTI	PROPONENTE	VISTI
 SCM Ingegneria S.r.l. Via Carlo del Croix, 55 Tel.: +39 0831-728955 72022 Latiano (BR) Mail: info@scmingegneria.com	PRINCIPE SOLAR X S.R.L. Sede legale e Amministrativa: Viale della Croce Rossa, 25 90144 PALERMO (PA) PEC: principesolarxsrl@pec.it	
 OM Ingegneria e Ambiente S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 Tel.: +39 091 9763933 90144 Palermo (PA) Mail: info@omingegneria.it		
Redattore Luca Maculan		

PROGETTAZIONE



Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
	A4	FVPRXD-I_Rel.07	00	Rel.07_Relazione di calcolo dimensionamento cavidotti 36 kV	1 di 9

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	01/23	Prima Emissione	L. Maculan	D.Cavallo	L.Nettuno

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	4
2.5	Connessione	4
3	SCOPO	5
4	DATI DI PROGETTO	5
5	CRITERI DI CALCOLO	7
5.1	Calcolo della portata	7
5.2	Calcolo delle correnti di corto circuito	8
5.3	Calcolo della caduta di tensione	8
6	RISULTATI	9

1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, mediante tecnologia fotovoltaica con tracker monoassiale, che la Società PRINCIPE SOLAR X S.R.L. (di seguito "la Società") intende realizzare nel Comune di Monreale (PA).

L'impianto avrà una potenza installata di 27216 kWp per una potenza di 20,905 MW in immissione, e l'energia prodotta verrà immessa sulla rete RTN in alta tensione.

Si evidenzia che sebbene la potenza di picco dell'impianto agrivoltaico in progetto sarà pari a 27216 kWp, la potenza in immissione sarà di 20,905 MW, inferiore rispetto alla potenza installata di picco in quanto, per l'effetto combinato delle perdite legate alla disposizione geometrica dei pannelli (dovute a ombreggiamento, riflessione), delle perdite proprie dell'impianto (dovute a temperatura, sporcamento, mismatch, conversione ecc.) e delle perdite di connessione alla rete, l'energia immessa al punto di consegna non sarà mai superiore ai 20,905 MW. Qualora, in condizioni meteo-climatiche favorevoli, l'impianto potesse produrre più di 20,905 MW, la potenza sarà limitata a livello dei convertitori AC/DC in modo da non superare il limite di immissione previsto al punto di consegna.

2 DATI GENERALI

2.1 Dati del Proponente

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	PRINCIPE SOLAR X S.R.L.
Indirizzo sede legale	Viale della Croce Rossa, 25 – 90144 Palermo (PA)
Codice Fiscale/Partita IVA	07133700828
Capitale Sociale	10.000,00 €
PEC	principesolarxsrl@pec.it

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2 Località di realizzazione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento e il relativo cavidotto 36 kV saranno realizzati nel Comune di Monreale (PA).

2.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

2.4 Dati catastali

I terreni interessati dall'intervento per quanto riguarda l'area di impianto, così come individuati da catasto del comune Monreale (PA) sono:

- FG 153 – Particelle 210, 138, 132, 127, 155, 142.
- FG 154 – Particelle 252, 186, 188, 163, 164.

L'area della cabina utente 36 kV interesserà invece i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Monreale (PA):

- FG 152 - Particella 4

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.

Luogo di installazione	Comune di Monreale
Potenza di Picco (kWp)	27216 kWp
Potenza Nominale (kW)	27216 kWp
Potenza massima in immissione	20,905kW
Informazioni generali del sito	Sito collinare ben raggiungibile da strade statali/provinciali/comunali
Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale
Coordinate area impianto Area nord	Latitudine: 37°53'53.37"N Long. 13°19'23.21"E
Coordinate area impianto Area sud	Latitudine: 37°53'07.37"N Long. 13°18'52.47"E
Coordinate cabina utente	Latitudine 37°53'59.22"N Longitudine 13°17'59.91"E

Tabella 2-2 – Dati catastali

2.5 Connessione

La Società PRINCIPE SOLAR X S.R.L. è titolare della richiesta di connessione alla RTN presentata a Terna S.p.A. ("il Gestore") per una potenza in immissione di 20,905 MW. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202101163.

Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), accettata in data 13 Dicembre 2022.

Il progetto di connessione prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la 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 delle cabine di trasformazione 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 nella tavola 11b inclusa nel progetto.

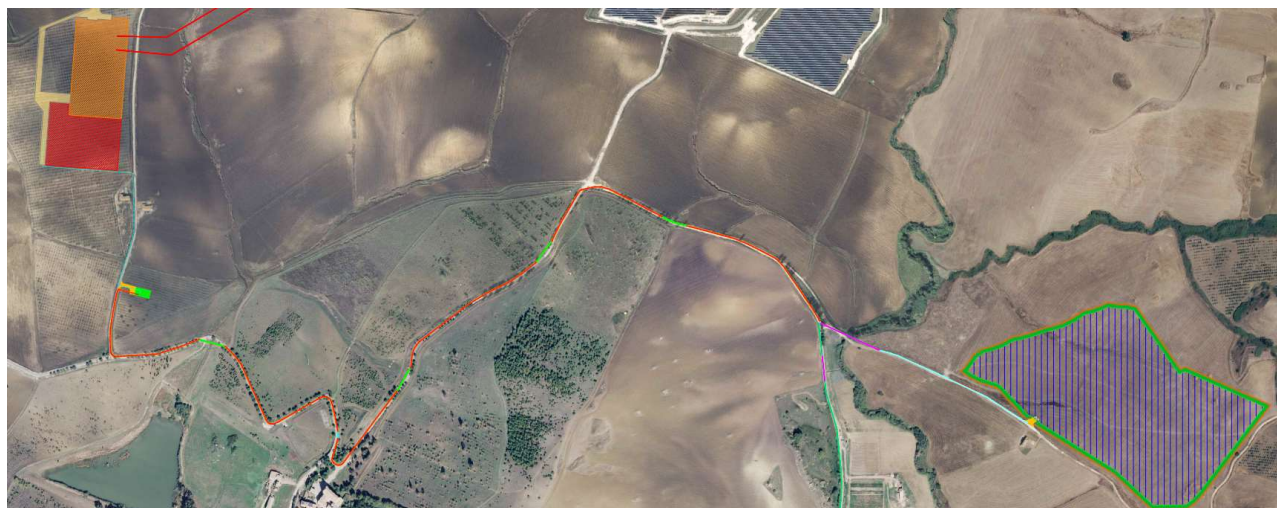


Figura 3-1 – Percorso cavi 36 kV

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 trasformatori	3,15 MVA

Potenza di immissione impianto	20,905 MW
Fattore di potenza al punto di connessione	0,95
Caduta di tensione massima ammissibile per ogni tratta	3 %
Sezione	95 ÷ 400 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 _o /U/U _m):	20,8/36/42 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Sezione	95 ÷ 400 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)
C10	C09	190	211
C09	C08	210	231
C08	C07	120	139
C07	C06	180	200
C06	C05	215	236

C05	C04	135	154
C04	SSE	4190	4331
C01	C02	125	144
C02	C03	165	185
C03	T01	110	128
T01	SSE	2760	2858
SSE	RTN	540	571

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:

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

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:

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

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 tabella:

Da	A	Lunghezza cavi (m)	Smin portata (mm ²)	Smin lcc (mm ²)	Smin ΔV (mm ²)	S (mm ²)	Composizione cavo
C10	C09	211	95	77	35	95	Unipolare
C09	C08	231	95	77	35	95	Unipolare
C08	C07	139	95	77	35	95	Unipolare
C07	C06	200	95	77	35	95	Unipolare
C06	C05	236	120	77	35	240	Unipolare
C05	C04	154	185	77	35	240	Unipolare
C04	SSE	4331	240	77	35	300	Unipolare
C01	C02	144	95	77	35	95	Unipolare
C02	C03	185	95	77	35	95	Unipolare
C03	T01	128	95	77	35	95	Unipolare
T01	SSE	2858	95	77	35	95	Unipolare
SSE	RTN	571	400	77	35	500	Unipolare

Tabella 6-1 – Sezioni cavi 36 kV