



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA
LECCE



COMUNE NARDÒ

OGGETTO:

Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO", di potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel comune di Nardò (LE)

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ARCHITETTONICHE



PROPONENTE:



ABEI ENERGY GREEN ITALY VI S.R.L.
VIA VINCENZO BELLINI, 22
00198- ROMA (RM)
P.IVA 16335531006

PROGETTAZIONE:

Ing. Carmen Martone
Iscr. n. 1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983


Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD	I.IF	A.10	R				

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2022	Emissione		Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project
01	GENNAIO 2023	Emissione			

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	4
2.1	Pannelli fotovoltaici	4
2.2	Stringhe	6
2.3	Strutture di supporto	8
2.4	Cassette di stringa	8
2.5	Cabine di campo e inverter	9
2.6	Trasformatore.....	15
2.7	Cabina di consegna	16
2.8	Potenza dell'impianto	17
2.9	Soluzioni impiantistiche di protezione.....	18
2.9.1	Protezione contro i contatti diretti	18
2.9.2	Protezione contro i contatti indiretti	19
2.9.3	Protezione dai sovraccarichi	21
2.9.4	Protezione conduttori contro il corto circuito	22
2.9.5	Protezione contro i fulmini	23
2.10	Apparecchiature e componenti.....	24
2.11	Impianto di videosorveglianza e illuminazione	29
2.12	Recinzioni e cancelli	30
2.13	Viabilità.....	32

2.14	Movimenti di terra.....	32
3	OPERE DI CONNESSIONE.....	32
3.1	Cavi AT.....	32
3.2	Cavi BT.....	37

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p>RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p>DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 3 di 40</p>
---	--	--

1 PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, tramite l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici montati su idonee strutture metalliche di supporto posizionate in direzione EST – OVEST e con inclinazione verso sud di 20°.

I pannelli, che trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua, saranno collegati in serie formando una "stringa" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre in apposite cassette di stringa (combiner box). Dai quadri di parallelo l'energia prodotta dai pannelli verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo in cui sono installati gli inverter centralizzati che la trasformano in corrente alternata. Le cabine di campo ospitano anche il trasformatore e fungono anche da "cabine di trasformazione" incrementando il voltaggio fino alla tensione (AT) 36kV. A valle dell'ultima cabina di campo, l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla futura stazione Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione posto nel territorio comunale di Leverano.

L'impianto è caratterizzato da una potenza di picco installata in corrente continua di 19,58MW ed è suddiviso in 2 "sottocampi", collegati a 2 cabine di campo di conversione e trasformazione.

2 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

2.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo monocristallino tipo Canadian Solar CS7N-650MB-AG o similare. Assemblati con 132 celle PERC bifacciali da 210 mm, questi moduli a doppio vetro hanno la capacità di convertire le luci incidenti sul lato posteriore in elettricità in aggiunta a ciò che viene generato dal lato anteriore, fornendo una maggiore potenza di uscita, un coefficiente di temperatura inferiore, una minore perdita di ombra e una maggiore tolleranza per il carico meccanico, risultando più performanti e più convenienti in termini di generazione di energia solare, nonché tolleranza per ambienti difficili e condizioni meteorologiche estreme.

I pannelli sfruttano la tecnologia "*half cut cells*" letteralmente celle tagliate a metà.

La tecnologia "*half cut cells*" permette l'aumento della potenza del singolo modulo e della producibilità, grazie ai seguenti fattori:

A) Maggiore tolleranza all'ombreggiamento

Nei moduli tradizionali le celle sono collegate in serie in una matrice 6 x 10 e l'effetto di un'eventuale ombra è mitigato dai 3 diodi di by-pass. Nell'eventualità in cui una cella non venga irraggiata come le altre, uno dei 3 diodi si attiva e la produzione del modulo viene garantita solo per 2/3 (un modulo da 300W potrebbe produrre 200W). Considerando invece un modulo con 120 celle half-cut ci saranno 2 serie da 60 celle in parallelo aventi in comune i 3 diodi di by-pass. In questo modo se una cella viene ombreggiata solo 1/6 del modulo risentirà dell'ombra (un modulo da 300W potrebbe quindi produrre 250W).

B) Diminuzione delle perdite resistive

Nelle celle half cut, essendo la superficie metà rispetto alle celle intere, la corrente prodotta sarà anch'essa dimezzata e di conseguenza le perdite saranno ridotte di 1/4 (essendo le perdite proporzionali al quadrato della corrente). Inoltre, con una minore corrente circolante nei bus bar, la temperatura del modulo sarà più bassa concorrendo

così ad aumentarne la producibilità.

C) Minore possibilità di crack

In una cella a minore superficie i microcrack che si formano nel tempo influiranno meno e il modulo fotovoltaico manterrà le prestazioni più a lungo nel tempo.

In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: Canadian Solar;**
- **modello: CS7N-650MG;**
- **tipologia: Bifacciali**
- **potenza di picco: 650 Wp;**
- **tensione massima di sistema: 1500V DC**
- **efficienza del modulo: 20.9%**
- **tensione a circuito aperto (Voc a STC): 37.90 V;**
- **corrente di corto circuito (Isc a STC): 17.16 A;**
- **dimensioni: 2384×1303x35 mm;**
- **peso: 37.9 kg.**

ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-635MB-AG		635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%
Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	19.18 A	21.5%
	10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	20.10 A	22.5%
	20%	762 W	37.3 V	20.44 A	44.4 V	21.92 A	24.5%
CS7N-640MB-AG		640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG		645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG		650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	22.07 A	25.1%

2.2 Stringhe

Dal punto di vista del collegamento elettrico, si prevede di collegare 30 moduli in serie, per formare una "stringa". Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a:

$$30 \times 650 \text{ W} = 19,5 \text{ kW}$$

Di seguito i dati nominali della stringa (rif. Condizioni STC):

DATI PANNELLO

Marca	Canadian Solar			
modello	CS7N-650 MB-GB			
Potenza nominale (STC)	W_n	650	683	715 W

Guadagno bifacciale	%	0	5	10 %
Potenza condizioni operative (40°)	W_p	617	683	679 W
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	37,9	37,9	37,9 V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	17,16	18,03	18,88 A
Tensione circuito aperto	V_{oc}	45	45	45 V
Corrente di corto circuito	I_{sc}	18,39	19,31	20,23 A
Efficienza del modulo	Eff	20,9%	22,0%	23,0% %

Stringa


numero moduli	n	30	30	30
Potenza massima	P_{MAX}	19,50	20,49	21,45 kW
Tensione alla potenza massima	V_{MPP}	1137	1137	1137 V
Tensione circuito aperto	V_{oc}	1350	1350	1350 V
Corrente alla potenza massima	I_{MPP}	17,16	18,03	18,88 A
Corrente di corto circuito	I_{sc}	18,39	19,31	20,23 A

Calcoli per variazione di temperatura

Temperatura STC	T_{STC}	25		°C
Coefficiente di temperatura per I_{sc}	$\alpha_{I_{sc}}$	0,05%		%/°C
Coefficiente di temperatura per V_{oc}	$\beta_{V_{oc}}$	-0,26%		%/°C
Coefficiente di temperatura per P_{MAX}	$\gamma_{P_{mp}}$	-0,34%		%/°C
Temperatura minima	T_{min}	-10		°C
Temperatura massima	T_{max}	40		°C
Tensione minima stringa	V_{min}	1092,7	1092,7	1092,7 V
Tensione massima stringa	V_{max}	1472,9	1472,9	1472,9 V
Corrente massima stringa (40°)	I_{max}	17,3	18,0	19,0 A

Dove:

V_{min} STRINGA è la tensione minima V_{MPP} della stringa alla massima temperatura ambiente del sito (40°C) calcolata come segue:

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 8 di 40</p>
---	--	--

$$V_{\min} = V_{MPP(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{-Voc} \cdot \Delta T) = V_{MPP(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{-Voc} \cdot (40-25))$$

$$V_{\min} = 1137 \cdot (1 + (-0.26\%) \cdot 15) = \mathbf{1092,70 \text{ V}}$$

V_{\max} STRINGA è la tensione massima V_{oc} della stringa alla minima temperatura ambiente del sito

(-10°C) calcolata come segue:

$$V_{\max} = V_{oc(20^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{-Voc} \cdot \Delta T) = V_{oc(25^{\circ})} \cdot (1 + \beta_{-Voc} \cdot (-10-25))$$

$$V_{\max} = 1350 \cdot (1 + (-0.26\%) \cdot (-35)) = \mathbf{1472,9 \text{ V}}$$

I_{\max} STRINGA è la corrente massima I_{MP} della stringa a condizioni STC

2.3 Strutture di supporto

I supporti dei pannelli sono costituiti da strutture in carpenteria metallica direttamente infissi nel terreno. I pannelli sono disposti su una struttura a binario, composta da profilati metallici distanziati tra loro da elementi trasversali, che formano la superficie di appoggio dei pannelli. Tale struttura è collegata a dei montanti verticali, costituiti da pali metallici di opportuno diametro, che garantiscono l'appoggio del terreno per infissione diretta, senza ricorso quindi a fondazioni permanenti. I supporti sono progettati per ospitare un sistema monoassiale di tipo fisso, con inclinazione del pannello a 20° rispetto l'orizzontale.

2.4 Cassette di stringa

Le stringhe da 30 moduli saranno unite in parallelo per formare un array di massimo 16 stringhe raccolte a livello elettrico in quadri di parallelo di campo denominati cassette di stringa o "combiner box" dotate anche di cablaggio dati per il monitoraggio da remoto dell'input elettrico di potenza e dei dati di produzione.

Le combiner box sono cassette di controllo intelligente (SMART) che consentono la misura della corrente di ogni singola stringa in ingresso dal generatore solare e

permettono di realizzare in uscita il parallelo di tutte le stringhe di moduli FV ad essi collegate. Le smart box, altamente performanti, implementano la misura della corrente mediante trasduttori ad effetto Hall e favoriscono una puntuale localizzazione delle problematiche del campo FV minimizzando i tempi di mancata produzione ed agevolando l'intervento mirato e tempestivo del service. Ogni cassetta è equipaggiata con protezioni a varistori SPD contro le sovratensioni; il sezionatore in uscita ed i portafusibili in ingresso permettono di isolare il singolo sottocampo FV o le singole stringhe dal resto dell'impianto, consentendo agli operatori di lavorare in piena sicurezza. Caratteristiche principali:

Ingressi DC: 16 stringhe (massimo)

Massimo voltaggio uscita: 1500 V

Le cassette di stringa saranno in totale 50, così divise per i diversi sottocampi:

- Sottocampo 1: 251 stringhe collegate a 16 Smart Combiner Box (20 ingressi DC)
- Sottocampo 2: 251 stringhe collegate a 16 Smart Combiner Box (20 ingressi DC)
- Sottocampo 3: 251 stringhe collegate a 16 Smart Combiner Box (20 ingressi DC)
- Sottocampo 4: 251 stringhe collegate a 17 Smart Combiner Box (20 ingressi DC)

Le cassette saranno distribuite e installate fisicamente sul campo in prossimità della struttura di supporto dei moduli fotovoltaici mediante appositi ancoraggi e staffaggi in acciaio zincato, immorsati nel terreno.

2.5 Cabine di campo e inverter

Dai quadri di parallelo l'energia prodotta verrà trasferita in corrente continua mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo (Power Station) che fungono da cabine di conversione da corrente continua (1500V DC) in corrente alternata (690V AC) e di trasformazione in grado di incrementare il voltaggio fino all'alta tensione (AT 36kV).

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 2 sottocampi, ognuno gestito da una power station Gamesa Electric PV Proteus 2x4700, con doppio inverter

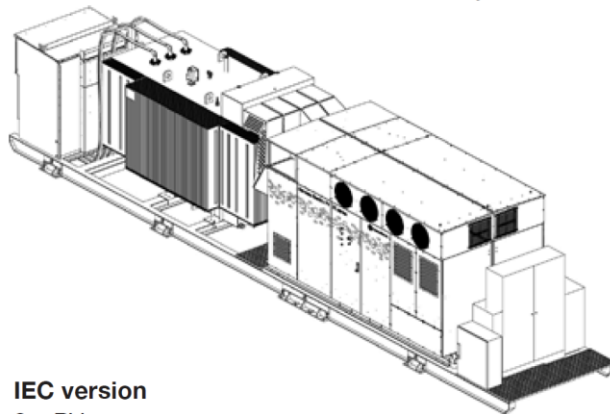
da 4700 kVA (potenza nominale a 40°C), e trasformatore a doppio secondario della potenza di 90000kVA realizzato su skid e idoneo al posizionamento esterno.



Figura 1: Soluzione integrata su skid composto da 2 inverter e trasformatore con doppio secondario

Components Proteus PV Station

Inverters	2 x Proteus PV 4700
Transformer ⁽¹⁾⁽⁶⁾	Dyn KNAN / ONAN
Switchgear ⁽¹⁾⁽⁶⁾	0L1V / 1L1V / 2L1V up to 36 kV
Custom Auxiliary Transformer ⁽¹⁾	Optional
Others ⁽¹⁾	Auxilliary cabinet



IEC version
 2 x PV

Gamesa Electric Proteus PV Station	
Number of Gamesa Electric Proteus PV Inverters	2 x Proteus PV 4700
DC Connection	
DC Voltage Range ⁽¹⁾	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT ⁽¹⁾	955 - 1300 V
Number of Power Modules	4, 2 independent MPPT
Max. DC Current @40°C [104°F]	4 x 2500 A
Max. DC Current @50°C [122°F]	4 x 2313 A
Max. DC Current @55°C [131°F]	4 x 2220 A
Max. DC Current @60°C [140°F]	4 x 1110 A
Number of DC Ports ⁽¹⁾	max 48 fuse +/- monitored max 72 fuse + monitored
AC Connection	
Number of Phases	Three-phase
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	9418 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	8178 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	8366 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	4182 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms / 2 x 3940 Arms
Nominal AC Voltage, LV side ⁽¹⁾	2 x 690 Vrms
Nominal AC Voltage, MV side ⁽¹⁾	< 34.5 kV
Nominal Voltage Allowance Range ⁽¹⁾	+/-10%
Frequency Range ⁽¹⁾	47.5 - 53 / 57 - 63 Hz
THD of AC Current	< 1% @Sn
Power Factor Range	0 (reactive) - 1 - 0 (capacitive)

Ogni Power Station è in grado di garantire una potenza nominale AC in uscita a 40° di 9418 kVA gestita dalla coppia di inverter Proteus 4700 aventi le seguenti caratteristiche:

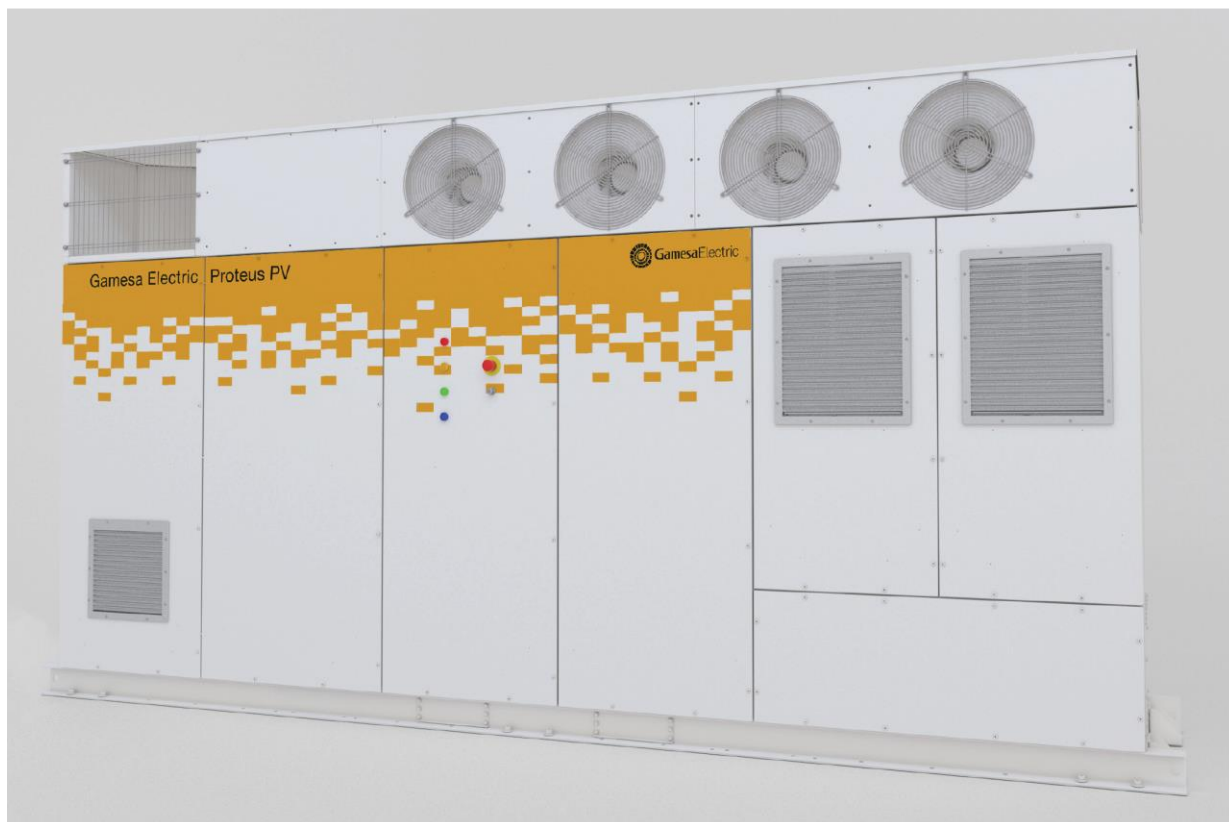


Figura 2: Inverter Gamesa Electric Proteus PV

Gamesa Electric

Proteus PV 4700

DC Input

DC Voltage Range ⁽¹⁾	955 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT ⁽¹⁾	955 - 1300 V
Number of Power Modules	2, not galvanically isolated, 1 MPPT
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 2500 A
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 2313 A
Max. DC Current @55°C [131°F]	2 x 2220 A
Max. DC Current @60°C [140°F]	2 x 1110 A
Maximum Short-circuit Current, I _{sc} PV	Up to 9000 A
Nr of DC Ports ⁽¹⁾	max 24 fuse +/- monitored max 36 fuse + monitored
Fuse Dimensions	125 A to 500 A
Max. Wire Cross Section per DC Input	2 x 400 mm ² - 800 AWG
Energy Production from	0.5% P _n approx.

AC Output

Number of phases	Three-phase
Nominal AC Power Total @40°C [104°F]	4709 kVA
Nominal AC Power Total @50°C [122°F]	4358 kVA
Nominal AC Power Total @55°C [131°F]	4183 kVA
Nominal AC Power Total @60°C [140°F]	2091 kVA
Maximum AC Current @40°C [104°F]	3940 Arms
Nominal AC Voltage ⁽¹⁾	690 Vrms
Nominal Voltage Allowance Range ⁽¹⁾	+/-10%
Frequency Range ⁽¹⁾	47.5 - 53/57 - 63 Hz
THD of AC Current	< 1% @S _n
Power Factor Range	0 (reactive) - 1 - 0 (capacitive)
Maximum Wire Cross Section per AC Output Phase	6 x 400 mm ²

Performance

Max. Efficiency	99.45%
Euro Efficiency	99.24%
CEC Efficiency	99.14%
Stand-by Power Consumption	< 200 W

General Data

Temperature Range - Operation ⁽²⁾	-20°C / +60°C [-4°F / +140°F]
Maximum Altitude ⁽³⁾	< 2,000 m [6,561 ft] (w/o derating)
Cooling System	Liquid & forced air
Relative Humidity	4% - 100% (w/o condensation)
Seismic ⁽¹⁾	Zone 4 IBC 2012
Max. wind speed ⁽¹⁾	288 km/h (179 mph)
Snow load ⁽¹⁾	2.5 kN/m ²

DATI INVERTER

MARCA	Gamesa Electric	
Modello	Proteus PV 4700	
Tensione minima avvio inverter	V_{min_inv}	955 V
Tensione massima in ingresso	V_{max_inv}	1500 V
Numero MPPT	MPPT	1
Numero ingressi per MPPT		2
Corrente massima per ingresso		2500 A
Corrente massima Inverter (40°)	I_{MPP}	5000 A
Corrente corto circuito	I_{sc}	9000 A
Potenza nominale	P_n	4700 W
Numero totale ingressi	N_{IN}	24
Rapporto DC/AC ammesso		2
Numero stringhe	N_{st}	1
Potenza massima in ingresso	P_{IN}	5491,2 W

combiner box

numero ingressi	$n_{in-comb}$	16,0	
Potenza uscita	P_{comb}	343,2 W	
corrente massima	$V_{max-comb}$	400,0 A	
Corrente massima (STC)	I_{max}	304,12 A	VERIFICATO
Corrente di corto circuito (STC)	I_{sc}	323,68 A	VERIFICATO


Comb-box collegate	n_{comb}	16	VERIFICATO
Fusibile ingresso		400 A	VERIFICATO
Potenza massima	P_{DC-IN}	5491,20 W	
rapporto DC/AC		1,17	VERIFICATO
Tensione minima stringa	V_{min}	1092,7 V	VERIFICATO
Tensione massima stringa	V_{max}	1472,9 V	VERIFICATO
Corrente massima	I_{max-IN}	4865,90 A	VERIFICATO
Corrente di corto circuito	I_{sc}	5178,88 A	VERIFICATO

Ogni inverter è dotato di un unico MPPT dotato di 2 ingressi DC con un corrente massima a 40° di 2500 A. La corrente massima in ingresso con il collegamento di 16 combiner box è inferiore alla corrente massima in ingresso dell'inverter, pertanto, in caso di condizioni STC (con guadagno di bifaccialità del 10%), l'inverter consentirà l'immissione della corrente di stringa a limite massimo consentito.

2.6 Trasformatore

Nel presente progetto è prevista la divisione dell'impianto in 2 sottocampi. In ogni sottocampo è prevista una power station con doppio inverter in cui verrà installato il trasformatore di elevazione BT/AT della potenza di 90000 kVA. Sarà a doppio secondario con tensione di 690V ed avrà una tensione al primario di 36kV con le seguenti caratteristiche a seguito:

- Tipo **olio** (avvolgimenti impregnati)
- Nucleo magnetico realizzato con lamierini a cristalli orientati a basse perdite
- Dimensioni tipo: 2240 (a) x1120 (b) x2390 (c) mm
- Peso: 9000 Kg ca
- frequenza nominale 50 Hz
- Tensione primario 36 KV
- Tensione secondario 0,69 KV
- Perdite 6%
- simbolo di collegamento Dyn
- collegamento primario triangolo
- collegamento secondari a stella
- classe ambientale E2
- classe climatica C2
- comportamento al fuoco F1
- classe di isolamento termico primarie e secondarie F/F
- temperatura ambiente max. 40 °C

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 16 di 40</p>
---	--	---

- installazione interna
- tipo raffreddamento: KNAN estere con raffreddamento naturale ad aria altitudine sul livello del mare $\leq 1000\text{m}$

2.7 Cabina di consegna

L'impianto si collegherà alla rete elettrica mediante nuova cabina di consegna collocata all'interno dell'area dell'impianto dove verrà effettuata la misura e la consegna dell'energia prodotta con la rete di Terna. La cabina sarà del tipo prefabbricato realizzata mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porte di accesso e griglie di aerazione. Le dimensioni seguiranno gli standard tecnici di Terna con una lunghezza di circa 19 m, e una larghezza di circa 5 m.

Le pareti sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm e il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m².

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi AT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie sono o vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1), ignifughe ed autoestinguenti. La base della cabina sarà sigillata alla platea, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo: ECOACRIL 150; successivamente la sigillatura sarà rinforzata mediante cemento anti-ritiro. Anche la fondazione della cabina sarà prefabbricata e per l'alloggio dovrà essere realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia, previo uno scavo a sezione ampia per l'asportazione del terreno coltivo.

2.8 Potenza dell'impianto

L'impianto, come detto, è suddiviso in 2 "sottocampi", caratterizzati dalle seguenti potenze di picco:

- sottocampo 1:

502 stringhe x 30 Moduli

15.060 moduli da 650 Wp

32 smart combiner box

2 inverter centralizzato da 4.700 kVA

Potenza totale in DC: 10.150 kWp

Potenza totale in AC: 9.400 kVA

-sottocampo 2:

502 stringhe x 30 Moduli

15.060 moduli da 650 Wp

33 smart combiner box

2 inverter centralizzato da 4.700 kVA


Potenza totale in DC: 9.487 kWp

Potenza totale in AC: 9.400 kVA

In totale, quindi, saranno installati 30.120 moduli per una potenza di picco installata in corrente continua pari a:

$$30.120 \text{ moduli} \times 650 \text{ Wp} = 19.578,00 \text{ Wp} = 19,58 \text{ MW DC}$$

30.121

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 18 di 40</p>
---	--	---

2.9 Soluzioni impiantistiche di protezione

2.9.1 Protezione contro i contatti diretti

Nella costruzione degli impianti va considerato di evitare il contatto non intenzionale con parti attive od il raggiungimento di zone pericolose prossime alle parti attive.


Per quanto riguarda le parti attive, vanno protette quelle con il solo isolamento funzionale e le parti che possono essere considerate a potenziale pericoloso:

- parti esposte attive;
- parti degli impianti dove sono state rimosse guaine metalliche collegate a terra o schermi conduttori di cavi;
- cavi ed accessori sprovvisti di schermi metallici collegati a terra, nonché cavi flessibili sprovvisti di schermi conduttori elastomerici;
- terminali e guaine conduttrici dei cavi, se essi possono portarsi ad una tensione pericolosa;
- corpi isolanti di isolatori ed altre parti simili, se può insorgere una tensione di contatto pericolosa;
- telai o contenitori di condensatori, convertitori e trasformatori di conversione, che possono essere in tensione durante il normale esercizio;
- avvolgimenti di macchine elettriche, trasformatori e reattori.

I tipi di protezioni che potrebbero essere adottati sono i seguenti:

- protezione per mezzo di involucri;
- protezione per mezzo di barriere (ripari);
- protezione per mezzo di ostacoli (parapetti);
- protezione mediante distanziamento.

Le barriere devono impedire che nessuna parte del corpo di un uomo possa raggiungere la zona di guardia prossima alle parti attive e possono quindi essere pareti piene, pannelli o reti metalliche con un'altezza minima di 2000 mm.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 19 di 40</p>
---	--	---

Gli ostacoli possono essere realizzati tramite l'impiego di coperture, parapetti, catene e corde oppure utilizzando pareti piene, pannelli o reti metalliche con un'altezza inferiore ai 2000 mm e che quindi non possono rientrare nelle barriere.

La protezione mediante distanziamento si ottiene collocando le parti attive al di fuori della zona dove le persone possono abitualmente soffermarsi o muoversi tenendo conto della distanza che si può raggiungere con le mani in qualsiasi direzione.

Le porte dei locali per le apparecchiature o per gli scomparti, utilizzate come elementi di chiusura, devono essere progettate in modo tale da poter essere aperte solo mediante attrezzi o chiavi.

2.9.2 Protezione contro i contatti indiretti


Nei sistemi di II categoria per la protezione contro i contatti indiretti la cabina deve essere dotata di un impianto di terra conforme alla Norma CEI 11-1.

Le masse o masse estranee facenti parte della cabina devono essere collegate all'impianto di terra. Per poter dimensionare l'impianto di terra si deve richiedere all'Ente Distributore:

- il valore della corrente di guasto a terra della rete;
- il tempo di eliminazione del guasto.

Le prescrizioni da rispettare affinché venga assicurata la protezione sono:

- Neutro collegato direttamente a terra;
- Conduttore di neutro e conduttore di protezione comuni PEN: sistema TN-C;
- Conduttore di neutro e conduttore di protezione separati PE + N: sistema TN-S;
- Masse di utilizzazione collegate al conduttore di protezione, a sua volta collegato a terra in più punti e alla messa a terra dell'alimentazione;
- Sgancio obbligatorio al primo guasto d'isolamento, eliminato tramite i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti o del differenziale.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p align="center">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p align="center">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 20 di 40</p>
---	---	--

I dispositivi di interruzione automatica ammessi dalle norme sono:

- Il dispositivo a corrente differenziale;
- Il dispositivo contro le sovracorrenti.

In un sistema IT il neutro del trasformatore non è connesso a terra, si dice, quindi, "sistema a neutro isolato". In questo tipo di sistema non è prevista alcuna protezione contro i contatti indiretti, in quanto l'intero sistema si ritiene isolato.

Un sistema come quello in oggetto viene impiegato, generalmente, laddove siano presenti situazioni di lavoro ove sia prioritaria la continuità del servizio, in quanto la presenza di un primo guasto a terra non dà luogo a correnti di valore elevato e /o pericoloso per le persone. La corrente di guasto a terra assume valori molto bassi, tipicamente fino a 2 A, e si richiude sul nodo di alimentazione attraverso l'impianto di terra delle masse e le capacità verso terra dei conduttori di linea. Il ridotto valore della corrente di guasto fa sì che non si abbia alcun intervento delle protezioni, le tensioni di contatto originate assumeranno, quindi, valori particolarmente bassi.

Normalmente in sistemi di questo tipo si prevede l'utilizzo di un dispositivo di controllo di isolamento il quale verifica se, effettivamente, il sistema rimane isolato nel tempo o sia necessario intervenire per ripristinare l'isolamento, segnalando le eventuali condizioni anomale che si manifestano in caso di guasto.

Questo dispositivo segnala qualsiasi riduzione significativa del livello di isolamento dell'impianto permettendo così l'individuazione della causa di questa riduzione prima del verificarsi di un secondo guasto a terra, che causerebbe l'interruzione dell'alimentazione.

Nel caso di doppio guasto a terra, infatti, si viene a modificare il sistema di distribuzione vanificando ogni beneficio di una rete isolata da terra. In funzione di come sono collegate le masse degli utilizzatori all'impianto di terra il sistema potrebbe passare da una situazione IT a TN o TT, in entrambi i casi si avrebbero elevate correnti di guasto.

La norma prevede dunque che, in presenza di un doppio guasto a terra, il sistema

debba essere interrotto, con modalità diverse nel caso di sistemi TT o TN cui migrerebbe il sistema IT di partenza.

La norma, inoltre, raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro nei sistemi IT, in primis per evitare il rischio che, in sistemi relativamente complessi, questo possa essere accidentalmente collegato a terra, vanificando in tal modo i vantaggi di un sistema IT; la seconda ragione secondo cui la norma raccomanda di non distribuire il neutro è legata a problematiche più prettamente impiantistiche, in quanto l'impedenza dell'anello di doppio guasto nei sistemi con neutro distribuito deve risultare inferiore che non nei sistemi a neutro non distribuito, con la conseguenza delle difficoltà pratiche nella realizzazione di una impedenza bassa e la conseguente difficoltà di coordinamento dei dispositivi di interruzione automatica per la protezione dai contatti indiretti.

2.9.3 Protezione dai sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una conduttura avente corrente di impiego I_b e portata I_z ($I_b < I_z$) si deve installare nel circuito della conduttura un dispositivo di protezione avente corrente nominale I_n e corrente convenzionale di funzionamento I_f che soddisfino le condizioni seguenti:


$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1.45 \cdot I_z$$

dove I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve avere caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producono nell'esercizio ordinario (Norme CEI 64-8).

Per quanto riguarda il rispetto della seconda condizione, nel caso di interruttori automatici non è necessaria alcuna verifica, in quanto la corrente di sicuro funzionamento è, rispettivamente:

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 22 di 40</p>
---	--	---

- $1.45 \cdot I_z$ per interruttori uso domestico conformi alla CEI 23-3;
- $1.30 \cdot I_z$ per interruttori uso industriale conformi alla CEI-EN 60947-2

2.9.4 Protezione conduttori contro il corto circuito

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono rispondere alle seguenti condizioni.

- 1) Devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che il valore di $I^2 \cdot t$ lasciato passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quello che può essere sopportato senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette. La corrente di cortocircuito da prendere in considerazione deve essere la più elevata che si può produrre in relazione alle configurazioni; in caso di impianto trifase si deve considerare il guasto trifase.
- 2) Devono intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre il limite ammissibile. Questa condizione deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta. In prima approssimazione, per cortocircuiti di durata non superiore a 5 sec, la condizione che il cortocircuito non alzi la temperatura dei conduttori dal valore massimo in servizio normale oltre al limite ammissibile si può verificare con la formula $I^2 \cdot t < k^2 \cdot S^2$ oppure verificando la curva dell'integrale di Joule fornita dal costruttore (Norma CEI 64-8).

In ciascun locale dove possono essere effettuate manovre sull'impianto di II categoria, a meno che gli addetti non ne siano dotati, devono essere disponibili le appropriate dotazioni di sicurezza (pedane o tappeti isolanti, fioretto di manovra, guanti isolanti).

2.9.5 Protezione contro i fulmini

L'impianto in progetto sarà soggetto a periodica manutenzione che comporta, pertanto, la presenza occasionale del personale addetto. Secondo il decreto Legislativo 81/2008, quindi, il datore di lavoro alla denuncia all'ASL/ARPA e all'ISPESL dei dispositivi di collegamento a terra e di dispersione delle scariche atmosferiche e alla verifica periodica degli stessi da parte dell'ASL/ARPA, o di un organismo abilitato, secondo l'art. 4 dello stesso decreto.

Protezioni contro le tensioni di passo e contatto

Con il collegamento delle strutture metalliche all'impianto di terra dei prefabbricati si crea una situazione di equipotenzialità tale da evitare l'insorgere di pericolose tensioni di passo e contatto.


Protezioni delle apparecchiature da sovratensioni

Sono previste idonee protezioni contro le sovratensioni, sia per il lato in corrente continua, con scaricatori di sovratensioni su ogni campo fotovoltaico, sia sul lato in corrente alternata.

Impianto di terra

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato con un anello perimetrale in corda di rame nudo e ai quattro vertici verranno posti dei picchetti in acciaio zincato di lunghezza 2 m completi di collare per il fissaggio della corda di rame. È opportuno che siano presi tutti i provvedimenti per limitare gli effetti della corrosione con particolare attenzione agli accoppiamenti di metalli diversi. Il terreno di riempimento intorno al dispersore dovrà essere del tipo vegetale e non contenere materiale di risulta.

L'impianto di terra realizza il collegamento equipotenziale di tutte le parti metalliche. La sezione dei conduttori equipotenziali principali sarà maggiore o uguale a metà di quella del conduttore di protezione principale di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm².

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 24 di 40</p>
---	--	---

2.10 Apparecchiature e componenti


I cavi dei sistemi di II categoria devono essere dotati di uno schermo o di una guaina metallica connessa a terra almeno ad una estremità del cavo.

Connessioni elettriche

Le connessioni elettriche devono essere eseguite in modo tale da non rappresentare punti deboli e devono essere studiate in modo da limitare la possibilità di effluvio, presentare una bassa resistenza elettrica e un'adeguata resistenza meccanica. In particolare, le connessioni dovranno avere caratteristiche elettriche e termiche non inferiori a quelle dei cavi o dei conduttori ad essi collegati. Le connessioni dei conduttori con i terminali degli apparecchi devono essere comunque tali da non trasmettere ai terminali inammissibili sollecitazioni termiche o meccaniche dovute a peso, dilatazione, vibrazioni, correnti di cortocircuito. Si raccomanda particolare attenzione all'ancoraggio dei cavi unipolari in corrispondenza alle connessioni terminali. Le connessioni devono essere realizzate con metalli che non diano luogo a coppie elettrolitiche; ove ciò non sia possibile devono essere adottati provvedimenti atti ad evitare il contatto diretto tra gli stessi. Le superfici di contatto delle connessioni devono essere preparate e protette in modo da assicurare il mantenimento nel tempo delle loro caratteristiche di conduttività.

Materiali isolanti

I materiali isolanti devono essere scelti in base alla tensione, all'ambiente di installazione e alla temperatura massima di servizio continuativo cui sono sottoposti e devono avere adeguate caratteristiche di non propagazione della fiamma. In caso di locali contigui tra i quali si voglia realizzare la separazione, la continuità dei circuiti che non siano realizzati a mezzo di cavi viene assicurata a mezzo di appositi isolatori a passante. Se si adottano altri sistemi, questi devono offrire la stessa garanzia di segregazione degli isolatori passanti.


	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 25 di 40</p>
---	--	---

Sezionatori

Nei sistemi di II categoria un dispositivo di sezionamento deve essere previsto in corrispondenza di ogni interruttore, dei fusibili di protezione e di ogni interruttore di manovra che non soddisfi le norme dei sezionatori. La possibilità di sezionamento del circuito deve essere prevista anche sulle linee di alimentazione o con possibile alimentazione di ritorno ed il sezionatore può essere posizionato anche lontano dalla cabina stessa. Gli apparecchi di manovra in esecuzione estraibile delle apparecchiature prefabbricate con involucro metallico svolgono anche la funzione di sezionatore. I sezionatori sono in genere interbloccati con i relativi apparecchi di manovra in modo da impedire la loro apertura o chiusura sotto carico. Qualora ciò non venga realizzato, sul pannello frontale della cella è consigliabile che sia indicata la corretta sequenza delle operazioni di manovra. I dispositivi di sezionamento devono essere equipaggiati in modo da permetterne il bloccaggio in posizione di aperto e chiuso. Il comando del dispositivo di sezionamento deve consentire l'applicazione dei blocchi eventualmente previsti in base alle esigenze della cabina. Ad ogni sezionatore o apparecchio di manovra in esecuzione estraibile è opportuno associare un sezionatore di terra interbloccato con la sua posizione di aperto o sezionato. Nel caso di sezionatori di terra posti in corrispondenza di una linea per la quale esiste la possibilità di alimentazione dall'altra estremità possono essere prese in considerazione, ad esempio, le seguenti soluzioni:

- Uso di sezionatore di terra con blocco a chiave condizionato al sicuro sezionamento della linea all'altra estremità;
- Uso di sezionatore di terra con potere di chiusura adeguato al valore della corrente di cortocircuito nel punto di installazione.

I sezionatori e i sezionatori di terra devono avere caratteristiche termiche e dinamiche adeguate all'intensità e alla durata della corrente di cortocircuito calcolata nel punto di installazione. Il comando meccanico deve essere facilmente manovrabile dall'operatore e dal posto di comando deve essere possibile

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p style="text-align: right;">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 26 di 40</p>
---	--	--

riconoscere la posizione raggiunta dal dispositivo di sezionamento mediante una delle seguenti condizioni:

- Sezionamento visibile;
- Segnalazione di un dispositivo indicatore sicuro;
- Posizione della parte estraibile rispetto alla parte fissa chiaramente identificabile rispetto al completo inserimento od al completo sezionamento.
-

Interruttori

Nei sistemi di II categoria gli interruttori devono avere un potere di interruzione e di chiusura adeguato alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto di installazione. Gli interruttori devono avere un comando di apertura e di chiusura con manovra indipendente dall'operatore. Quando è previsto un comando con sorgente esterna di energia, deve essere previsto anche un comando a mano di emergenza.

Interruttori di manovra

Nei sistemi di II categoria per gli interruttori valgono le disposizioni sopraelencate e per gli interruttori di manovra sezionatori si fa riferimento al paragrafo "Sezionatori" di questa relazione. Nel caso di combinazione interruttore di manovra-fusibile l'intervento di un fusibile deve provocare l'apertura automatica di tutti i poli dell'interruttore di manovra.

Relè di protezione

Ogni circuito equipaggiato con interruttore che svolge la funzione di protezione del circuito stesso deve essere dotato di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti che agiscono sul comando di apertura dell'interruttore.

I dispositivi di protezione possono essere:

- Relè diretti;
- Relè indiretti senza alimentazione ausiliaria;
- Relè indiretti con alimentazione ausiliaria.

I relè indiretti possono essere inseriti sia a monte che a valle dell'interruttore purché sia assicurato il funzionamento corretto dell'insieme, inoltre si deve prestare particolare attenzione all'adeguatezza delle loro caratteristiche termiche e dinamiche.

I relè di massima corrente possono essere con caratteristica di intervento a tempo dipendente, indipendente, istantaneo o con una combinazione di queste.


L'alimentazione dei circuiti amperometrici dei relè indiretti dovrebbe essere fatta preferibilmente da trasformatori di corrente di protezione o, nel caso di trasformatori con più secondari, utilizzando i secondari di protezione.

Nel caso di impiego di relè indiretti senza alimentazione ausiliaria, l'energia necessaria al funzionamento del relè e dello sganciatore viene prelevata direttamente dalla corrente di guasto. Il relè deve essere dotato di un dispositivo di prova che consenta di verificare agevolmente il suo corretto funzionamento.

Nel caso di impiego di relè indiretti con alimentazione ausiliaria, è necessario disporre di una sorgente indipendente che assicuri l'alimentazione anche in caso di guasto.

TA e TV di protezione

I trasformatori di corrente (TA) e i trasformatori di tensione (TV) di protezione hanno esigenze e quindi caratteristiche diverse dai TV di misura. I TA e TV di misura devono garantire una corretta misurazione della grandezza (corrente o tensione), nel proprio campo d'impiego e salvaguardare gli strumenti di misura da eventuali sovracorrenti. Ad esempio, i TA di misura garantiscono in genere una risposta lineare per correnti da 0,1 In a 1,2 In e saturano rapidamente per valori superiori, in modo che eventuali correnti di cortocircuito non danneggiano i delicati equipaggi degli strumenti di misura collegati sul secondario. I TA e i TV di protezione, invece, devono garantire una rilevazione corretta della grandezza elettrica per un campo di valori molto più ampio di un trasformatore di misura. Non si può impiegare un TA di misura per alimentare un relè di protezione, perché il TA di misura va in saturazione con le correnti di cortocircuito: la corrente sul secondario non è più proporzionale a quella sul primario e

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p>RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p>DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 28 di 40</p>
---	--	---

potrebbe non provocare l'intervento delle protezioni di massima corrente. I circuiti secondari di TA e TV devono essere collegati a terra (se non sono separati dal primario con uno schermo messo a terra), con conduttore di sezione minima 2,5 mm² se protetto meccanicamente, altrimenti 4 mm².

Trasformatori


I trasformatori devono essere installati in modo da impedire contatti accidentali con i terminali e le superfici isolanti degli avvolgimenti. Il trasformatore va installato in uno dei seguenti modi:

- Dietro barriere rigide, di altezza almeno uguale a 2 m;
- Dietro ostacoli di altezza compresa tra 1,2 m e 1,4 m (parapetti catene o funi), aventi una distanza minima dai terminali MT e dalle superfici isolanti del trasformatore maggiore o uguale alla distanza di guardia $A = (dg + 1250)$ mm;
- In involucri con grado di protezione almeno IP2X. Al di fuori delle cabine elettriche è richiesto un grado di protezione minimo IP23D.

Per quanto riguarda la possibilità di installazione dietro barriere rigide, bisogna tener conto che:

- Per barriere con grado di protezione maggiore o uguale a IP1XB la distanza dai terminali MT e dalle superfici isolanti del trasformatore deve essere maggiore o uguale alla distanza di guardia (dg);
- Per barriere metalliche, collegate a terra, con grado di protezione maggiore o uguale a IP3X la distanza dai terminali e dalle superfici isolanti del trasformatore deve essere maggiore o uguale alla distanza di isolamento fase – terra (N).

I trasformatori in resina possono essere installati, senza particolari accorgimenti, nello stesso locale con i quadri di media e bassa tensione. Nel caso di più trasformatori in resina di classe F1 nello stesso locale, non sono prescritte particolari precauzioni contro gli incendi, né provvedimenti per la loro separazione.

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p>DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 29 di 40</p>
---	--	---

Una separazione tra i trasformatori, mediante pareti di materiale incombustibile è comunque vantaggiosa, perché permette di accedere in sicurezza a ciascuna unità, mantenendo le altre in servizio. Gli involucri di protezione ostacolano la libera circolazione dell'aria, il che potrebbe portare al declassamento della potenza del trasformatore.

Le ditte costruttrici hanno pertanto adottato, per potenze fino a 2500 kVA, opportuni accorgimenti che creano all'interno degli involucri le stesse condizioni ambientali che si avrebbero in assenza del contenitore. Tali condizioni devono essere garantite dal costruttore del trasformatore, che generalmente è anche fornitore dell'involucro. L'accesso all'involucro di protezione, necessario per le normali operazioni di ispezione e di manutenzione, deve essere effettuato con l'impianto fuori servizio e in sicurezza.

2.11 Impianto di videosorveglianza e illuminazione

Si installerà un impianto anti-intrusione perimetrale comprensivo di filo di movimento, sensori perimetrali e tutto il necessario per rendere l'impianto funzionante. Inoltre verrà realizzata una trincea lungo il perimetro, per il passaggio del cavo dati necessario alla realizzazione dell'impianto di video sorveglianza e del cavidotto di illuminazione. I pali per l'illuminazione saranno lampioni solari stradali con corpo illuminante a LED, collegati da un cavidotto di tubi in polietilene ad alta rigidità SN 4: Ø esterno 200 mm, Ø interno 172 mm.

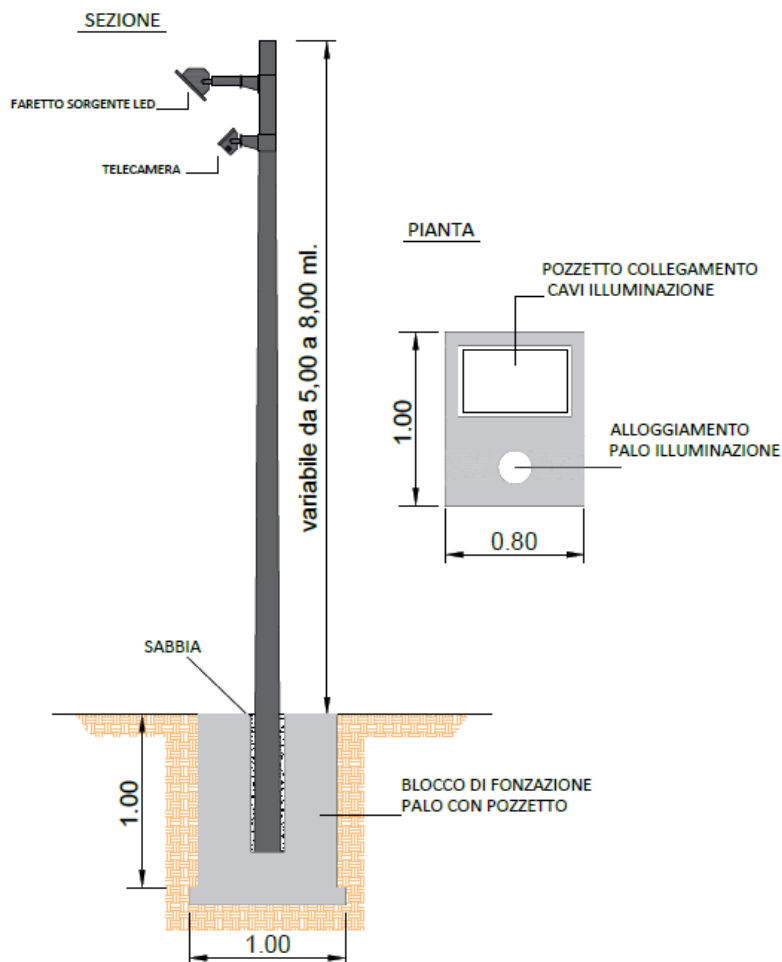


Figura 3 – Particolare palo di illuminazione con pozzetto di fondazione e videocamera

2.12 Recinzioni e cancelli

Lungo il perimetro, per una lunghezza di circa 3300 metri, verrà collocata una recinzione metallica con maglia 50x50 mm, in filo di ferro zincato, Ø 2 mm, di altezza 2 m ancorata a pali di sostegno in profilato metallico a T.

Per l'ingresso previsto un cancello carrabile largo m 7,00 ed un cancello in acciaio S235 JR secondo la norma UNI EN 10025 di altezza 2 m, completo di serratura

manuale e guide di scorrimento a terra, inserito fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato.

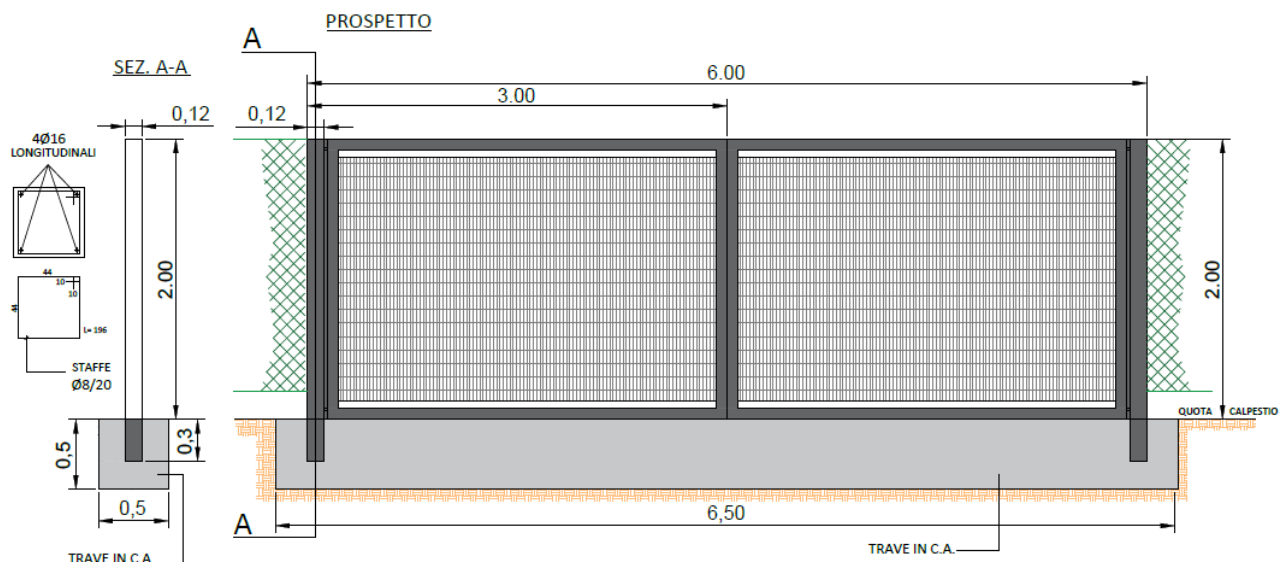


Figura 4 - Particolari cancello

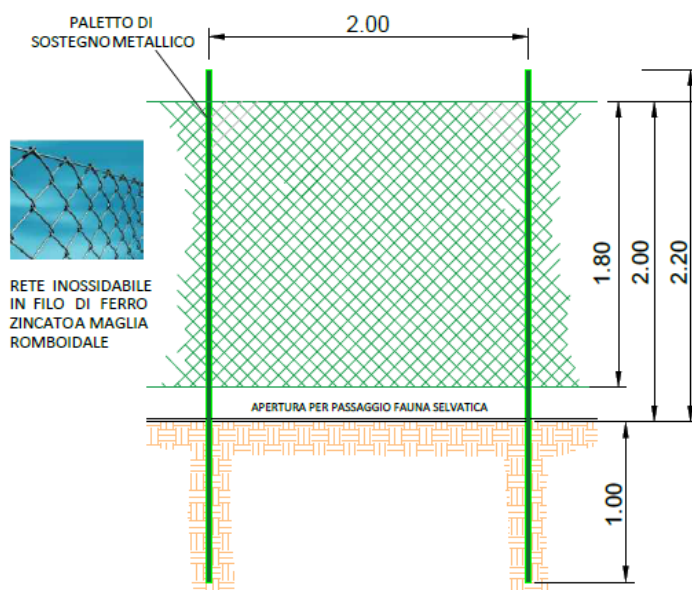



Figura 5 - Particolare recinzione

	<p>Progetto per l'impianto agrivoltaico denominato "CSPV LEVERANO" della potenza pari a 19.578 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Nardò (LE)</p> <p align="center">RELAZIONE DELLE OPERE ARCHITETTONICHE</p>	<p align="center">DATA: DICEMBRE 2022 Pag. 32 di 40</p>
---	---	--

2.13 Viabilità

Allo scopo di consentire la movimentazione dei mezzi nella fase di esercizio saranno realizzate delle strade di servizio (piste) all'interno dell'area di impianto. La viabilità sarà tipicamente costituita da una strada perimetrale ed alcune trasversali interne di ampiezza pari a circa 3,0 m, saranno realizzate con inerti compattati. Il materiale costituente le strade sarà idoneo alla formazione di rilevato stradale provenienti da cave di prestito.

2.14 Fondazioni

Le platee di fondazione per le due power station e per la cabina di consegna, saranno realizzate mediante getto in opera di calcestruzzo armato rck 250÷300 comprensivo di casseforme, previo magrone di sottofondazione in calcestruzzo rck. 200 e acciaio in barre per armature. Le fondazioni dei trasformatori in conglomerato cementizio saranno di dimensioni 20 x 5.8x 0.5 m.

2.15 Movimenti di terra

I rilievi effettuati sull'area in oggetto, evidenziano che il terreno, dove dovrà sorgere la nuova stazione, è praticamente pianeggiante; per cui non sono da prevedere movimenti di terra, se non di trascurabile entità.

3 OPERE DI CONNESSIONE

3.1 Cavi AT

La rete elettrica a 36kV sarà realizzata con posa completamente interrata assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Per il collegamento delle power station dei campi fotovoltaici si prevede la realizzazione di linee a 36kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

La rete a 36 kV, di lunghezza totale pari a circa 2,3 km, sarà realizzata per mezzo di

cavi del tipo RG7H1R 26/45 kV o equivalenti con conduttore in rame. L'isolamento sarà garantito mediante guaina termo-restringente.

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con una placca di protezione in PVC (nei casi in cui non è presente il tubo corrugato) ed un nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza di 50 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

I cavi AT a 36kV sono stati dimensionati in modo tale da soddisfare la relazioni:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino all'aerogeneratore più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

I cavi per l'impianto di alta tensione a 36 kV saranno del tipo RG7H1R 26/45 kV o similari, con conduttore rigido di rame rosso ricotto Classe 2 di tipo unipolare e/o unipolare avvolto ad elica, semiconduttore interno elastomerico estruso, isolamento in HEPR di qualità G7, guaina in PVC qualità RZ/ST2, direttamente interrati o infilati in corrugato.

La portata I_z di un cavo con una determinata sezione e isolante è notevolmente influenzata dalle condizioni di installazione. Nella posa interrata la portata può variare in funzione della profondità di posa, della resistività e della temperatura del terreno. Aumentando la profondità di posa, con temperatura del terreno invariata, la portata di un cavo si riduce.

La portata dipende però anche dalla resistività e dalla temperatura del terreno che aumentano verso la superficie, soprattutto nei periodi estivi, vanificando in tal modo i benefici che si possono ottenere a profondità di posa minori.

La portata di un cavo interrato diminuisce anche in caso di promiscuità con altre condutture elettriche e l'influenza termica tra i cavi aumenta sensibilmente se sono posati in terra piuttosto che in aria.

La portata di corrente in regime permanente IZ per il cavo utilizzato è stata ricavata, a partire dalla corrente I0 (capacità del cavo), tenendo conto di opportuni coefficienti di correzione relativi a condizioni di posa diverse da quelle di riferimento, mediante la seguente formula:

$$I_z = I_0 \times k$$

Dove:

I₀ = portata per posa interrata per cavi di tipo RG7H1R 26/45 kV con resistività terreno 1,5 K m/W;

k = prodotto di opportuni coefficienti di correzione, ovvero:

K_{tt} = fattore di correzione per posa interrata e temperature diverse da 20 °C;

K_d = fattore di correzione per spaziatura tra cavi tripolari pari a 250 mm;

K_p = fattore di correzione per profondità di posa diversi da 0.8;

K_r = fattore di correzione per valori di resistività termica diversa da 1,5 Km/W.

Tanto più elevata è la resistività termica del terreno tanto maggiore diventa la difficoltà del cavo a smaltire il calore attraverso gli strati del terreno. La resistività termica varia a seconda del tipo di terreno e del suo grado di umidità.

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Diametro indicativo isolante	Diametro indicativo esterno	Peso indicativo del cavo	Raggio minimo curvatura
Conductor Number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Approx insulation diameter	Approx external production diameter	Approx cable weight	Minimum radius bending
(N°)	(mmq)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
Unipolare / Single core						
1x	70	9.9	33.3	43.0	1990	550
1x	95	11.5	34.9	44.0	2300	580
1x	120	12.9	36.5	45.6	2630	585
1x	150	14.2	38.85	48.0	2790	590
1x	185	15.9	38.85	47.0	3200	610
1x	240	18.3	40.95	49.5	3820	650
1x	300	20.7	43.4	53.0	4640	690
1x	400	23.5	46.2	56.0	5430	730
1x	500	26.5	49.3	59.0	6900	770
1x	630	31.2	53.3	64.0	8200	850

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Capacità a 50 Hz	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz		Reattanza di fase		Portata di corrente			
			A trifoglio	In piano	A trifoglio	In piano	In aria a trifoglio	In aria in Piano	Interrato a trifoglio	Interrato in piano
Formation	Electric Resistance 20°C	Capacities 50 Hz	Apparent resistance at 90°C and 50 Hz		Phase Reactance		Current carrying capacities			
			Trefoil formation	Flat	Trefoil formation	Flat	Trefoil formation in air	Flat in air	Trefoil formation in ground	Flat in ground
(N° x mmq)	(Ohm/km)	(microF/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)	(A)	(A)
Unipolare / Single core										
1x70	0.268	0.15	0.342	0.342	0.15	0.21	280	315	255	260
1x95	0.193	0.16	0.246	0.246	0.14	0.20	340	380	300	310
1x120	0.153	0.18	0.196	0.196	0.14	0.20	395	440	355	365
1x150	0.124	0.20	0.159	0.158	0.13	0.19	445	495	385	395
1x185	0.0991	0.21	0.128	0.127	0.13	0.19	510	570	440	450
1x240	0.0754	0.23	0.0985	0.0972	0.12	0.18	600	665	510	520
1x300	0.0601	0.26	0.0797	0.0779	0.12	0.18	695	780	570	580
1x400	0.0470	0.28	0.0638	0.0616	0.11	0.17	800	875	650	655
1x500	0.0366	0.31	0.0517	0.0489	0.11	0.17	930	1010	735	740
1x630	0.0283	0.34	0.0425	0.0389	0.10	0.16	1070	1180	835	845

Figura 6 - Caratteristiche cavi AT

CIRCUITO			CAVI AT	
			Campo 1 - 2	Esterno
			RAME	RAME
TIPO CAVO			RG7H1R 26/45 Kv	RG7H1R 26/45 Kv
Tensione trasporto	Vn	KV	36	36
	Cosfi		0,9	0,9
	Sinfi	si	0,4	0,4
Potenza nominale	Pn	MW	7,50	15,00
Corrente di impiego	I _b	A	133,65	267,29
sezione cavo	S	mm ²	120	240
Lunghezza linea	L	m	150	2 300
Resistenza della linea	R _L	Ω / km	0,153	0,075
Reattanza della linea	X _L	Ω / km	0,120	0,100
Caduta di tensione	DV	V	6,6	118,7
	DV	%	0,02%	0,33%
PORTATA			VERIFICATO	VERIFICATO
Materiale isolamento			PVC	PVC
Portata nominale	I ₀	A	355	510
Temperatura terreno	T	°C	25	25
terne		nr	2	1
distanza		m	0,25	0,25
Profondità di posa		m	1,0	1,2
Resistività termica		K*m/W	1,5	1,5
Fattori di correzione				
K1	ktt		0,95	0,95
K2	kd		0,92	1,00
K3	kp		0,97	0,95
K4	kr		1	1
Portata cavo	I _c	A	235	359

3.2 Cavi BT

I cavi BT saranno del tipo TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC), con conduttore in rame stagnato, flessibile, secondo IEC 60228 classe 5, isolante HEPR reticolato 120 °C (mescola tipo EI6/EI8) e guaina in gomma EVA reticolata 120 °C (mescola tipo EM4/EM8).

I cavi BT in corrente continua a 1500V sono stati dimensionati in modo tale da soddisfare la relazioni:

$$I_b \leq I_z$$
$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina di consegna fino all'aerogeneratore più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

Per il calcolo della portata ci si riferisce alla tabella CEI UNEL 35026 fasc. 5777 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata". Dalla norma viene fornita la formula per il calcolo della portata effettiva I_z che può essere ricavata, a partire dalla corrente I_0 , tenendo conto di opportuni coefficienti di correzione relativi a condizioni di posa diverse da quelle di riferimento.

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

Dove:

I_0 =portata per posa interrata per cavi di tipo con resistività terreno 1K m/W;

K_1 =fattore di correzione per temperature diverse da 20 °C;

K_2 = fattore di correzione per gruppi di più circuiti affiancati sullo stesso piano;

K_3 =fattore di correzione per profondità di posa;

K_4 =fattore di correzione per terreni con resistività termica diversa da 1Km/W.

VERIFICA CAVI BT - CORRENTE CONTINUA

CIRCUITO			Linea BT	Linea BT	Linea BT	Linea BT
			Inverter 1	Inverter 2	Inverter 3	Inverter 4
		ALLUMINIO		ALLUMINIO	ALLUMINIO	ALLUMINIO
TIPO CAVO		TECSUN PV1-F 0,6/1 Kv AC (1,5kV DC)				
Tipo corrente		DC	DC	DC	DC	DC
Tensione trasporto	Vn	V	1500	1500	1500	1500
Stringhe		n	16	16	16	16
Potenza stringa		kW	19,50	19,50	19,50	19,50
Potenza nominale C-box	Pn	kW	312,0	312,0	312,0	312,0
Corrente di impiego	I_b	A	208,00	208,00	208,00	208,00
sezione cavo	S	mm ²	185	185	185	185
Lunghezza linea	L	m	500	500	500	500
Resistenza della linea	R _L	Ω / km	0,108	0,108	0,108	0,108
Caduta di tensione	ΔV	V	1,21	1,21	1,21	1,21
	ΔV	%	0,08%	0,08%	0,08%	0,08%
Portata						
Materiale isolamento			EPR	EPR	EPR	EPR
Portata nominale	I ₀	A	360	360	360	360
Temperatura terreno	T	°C	40	40	40	40
Cavi	numero	nr	6	6	6	6
distanza		m	0,25	0,25	0,25	0,25
Profondità di posa		m	0,8	0,8	0,8	0,8
Resistività termica		K*m/W	1,2	1,2	1,2	1,2
K1			0,85	0,85	0,85	0,85
K2			0,80	0,80	0,80	0,80
K3			1,02	1,02	1,02	1,02
K4			0,93	0,93	0,93	0,93
I_z		A	232	232	232	232
VERIFICA			VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO	VERIFICATO

Parametri elettrici / Electrical parameters

Tensione Nominale / Rated voltage	0,6/1 kV (600/1000 V)	0,6/1 kV (600/1000 V)
Tensione massima possibile in DC nei sistemi fotovoltaici / Maximum PV-System voltage DC	fino a 2000 V	up to 2000 V possible
Tensione di servizio massima consentita in AC / Max. permissible operating voltage AC	0,7/1,2 kV	0,7/1,2 kV
Tensione di servizio massima consentita in DC / Max. permissible operating voltage DC	0,9/1,8 kV	0,9/1,8 kV
Tensione di prova AC: / Test voltage AC:	6,5 kV / DC: 15 kV (5 min.)	6,5 kV / DC: 15 kV (5 min.)
Portata di corrente / Current Carrying Capacity description	Soddisfa i requisiti per cavi fotovoltaici secondo TÜV 2 PFG 1169/08.2007	Meets requirements for PV-Wire per TÜV 2 PFG 1169/08.2007
Portata di corrente / Electrical Tests	TÜV 2PFG 1169/08.2007: conforme a VDE 0282 Sezione 2, HD 22.2 ed EN 50395 per resistenza del conduttore, tensione di prova in AC e DC, rigidità dielettrica, resistenza superficiale e Spark Test su isolante, EN 50305 Parte 6 per stabilità in corrente continua (10 giorni, 85 °C, in acqua salata, 1500 V in DC), resistenza d'isolamento a 20 °C e a 90 °C in acqua. Test interno PRYSMIAN: Resistenza d'isolamento a 120 °C in aria.	TÜV 2PFG 1169/08.2007 meets VDE 0282 Section 2, HD 22.2 and EN 50395 Conductor Resistance, Test Voltages AC and DC, Electric Strength, Surface Resistance, Spark Test on Insulation, EN 50305 Part 6 DC stability (10 days, 85° C, salt water, 1500 V DC), Insulation Resistance at 20° C and 90° C in Water. PRYSMIAN Internal Testing: Insulation Resistance at 120° C in Air.

Figura 7 – Caratteristiche cavi BT

I cavi saranno posati ad una profondità minima di 1,50 m e circondati da uno strato di sabbia vagliata e protetti da tegoli vi sarà un nastro segnalatore ad un'altezza variabile tra 30/40 cm. I cavidotti seguiranno preferenzialmente percorsi interrati lungo la viabilità esistente. Si riporta la sezione di posa tipo conforme alla norma CEI 11-17:

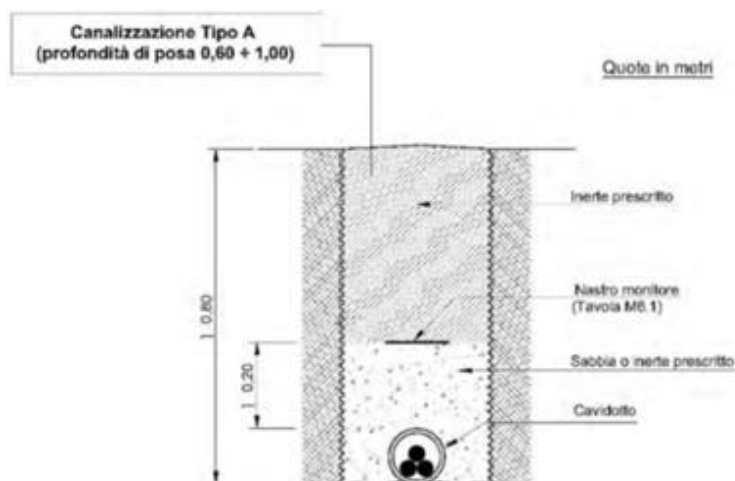


Figura 8 - Sezione di posa cavidotto interno

La sezione tipo di posa dei cavi sarà composta da una base di sabbia in cui verrà annegato il cavo di terra in Cu di almeno 200 mm², i cavi di potenza, il cavo di segnale in fibra ottica posto in tubo PVC corrugato, uno strato di calcestruzzo dello spessore di 10 cm (per gli attraversamenti stradali), un nastro segnalatore e un ultimo strato, a ricoprire lo scavo, di rilevato compattato.

Gli scavi saranno ripristinati con riempimento di terreno granulare per un'altezza di 40 cm dal piano campagna e successivamente chiuso con terreno vegetale (sarà ripristinato lo stato dei luoghi). Saranno infine posizionati pozzetti prefabbricati di ispezione in CLS, per la manutenzione della rete elettrica, distanziati tra loro di circa 100 m, in cui collocare le giunzioni dei cavi e i picchetti di terra.