



COMUNE DI LARIANO

CITTÀ METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE



PROGETTO ESECUTIVO

INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA CARLO COLLODI

IL RUP			PROGETTISTA			TITOLO:			
Geom. Piero Cedrone Piazza Sant'Eurosia 1 00076 LARIANO Tel. 0696499251 piero.cedroni@comune.lariano.rm.it			Sicurezza Progettazione Direzione lavori			RELAZIONE TECNICA FOTOVOLTAICO			
FILE: - FORMATO: Fuori Formato SCALA DI STAMPA: 1:1 (PDF 100%)			SCALA: 1:100 FOGLIO: 1 DI 1			SOTTOTITOLO: RELAZIONE TECNICA			
EU			Ing. Ciro Orlando Via Monte Rosa, 1 00012 Guidonia Montecelio Tel. 334.2020369 ciro.orlando@stingenim.it			IDENTIFICAZIONE NUMERO ARGOMENTO TAVOLA PROGR. REV. RT020200			
2 - -			- - -			- - -			
1 - -			- - -			- - -			
0 04-12-2020 EMISSIONE - ISSUED			PER PROGETTISTA: -			ORLANDO CIRO ORLANDO CIRO			
REV. DATA: DATE: DESCRIZIONE: DESCRIPTIO:			timbro e firma			PREPARATO: CONTROLLATO: APPROVATO/FIRMA:			



COMUNE DI LARIANO

Città Metropolitana di Roma Capitale

Intervento di manutenzione straordinaria della Scuola Materna C. Collodi dell'Istituto Comprensivo di Lariano

PROGETTO ESECUTIVO
Relazione tecnica impianto fotovoltaico
Lotto 1: "Scuola Materna C. Collodi"

Lariano, 01.03.2021

Il Tecnico
Ing. **Ciro Orlando**

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica generale del progetto per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza di 10,20 kWp da realizzarsi sulle coperture della Scuola COLLODI, con connessione alla rete in Media Tensione (MT).

Ai fini del collegamento dell'impianto alla rete elettrica pubblica si procederà ad inoltrare apposita richiesta di connessione ad e-distribuzione S.p.A. ai sensi della Delibera n. 99/08 dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente e s.m.i.. All'emissione del preventivo di connessione da parte di e-distribuzione verranno definite, in rapporto all'assetto attuale della rete, le eventuali opere e gli eventuali oneri di allacciamento ed adempimenti vari che dovessero rendersi necessari ai fini del collegamento dell'impianto. La realizzazione della connessione in parallelo alla rete pubblica, rispetterà le prescrizioni tecniche ed i criteri di allacciamento riportati nella nuova Norma CEI 0-16 - *Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica*. Il presente documento è a corredo della documentazione progettuale definitiva, pertanto dovrà essere interpretato unitamente agli elaborati grafici come planimetrie, schemi e dettagli.

2. DESCRIZIONE PROPOSTA PROGETTUALE

L'impianto fotovoltaico sarà connesso in parallelo alla rete elettrica in MT di Enel Distribuzione S.p.A. e opererà in regime di scambio sul posto. Esso sarà composto da moduli in silicio cristallino e inverter di stringa. L'impianto fotovoltaico sarà installato sulla copertura a falda della Scuola (vedi tavole EL_01_06, EL_02_07 e EL_03_08), con riferimento alle esigenze dell'Amministrazione e alle aree disponibili individuate, l'impianto è stato dimensionato in modo tale da costituire un campo fotovoltaico di potenza totale di picco pari a **10,20 kWp**, costituito da 34 moduli ciascuno di potenza pari a 300 Wp, sulla copertura a OVEST. La superficie captante dei moduli sarà di circa 60 m². L'impianto fotovoltaico sarà composto da n.1 campi il quale farà capo ad un inverter di stringa di potenza nominale pari a 8,8 kW. L'inverter avrà in ingresso un numero di stringhe come riportato nella tabella seguente:

COPERTURA OVEST

	MPPT A	MPPT B
Numero di stringhe FV:	1	1
Moduli FV per stringa:	17	17
Picco di potenza della stringa FV (ingresso):	5,1kWp	5,1kWp
Tensione normale della stringa FV:	617,3V	617,3V
Tensione minima della stringa FV:	✓ 200,0V	✓ 200,0V
Tensione CC minima dell'inverter (tensione della rete elettrica 380V):	200,0V	200,0V
Tensione massima della stringa FV:	✓ 832,9V	✓ 832,9V
Tensione CC massima:	1100,0V	1100,0V
Corrente massima della stringa FV:	✓ 8,26A	✓ 8,26A
Corrente CC massima dell'inverter:	11,0A	11,0A

Tabella 1 – Suddivisione stringhe per inverter

L'inverter sarà posato sulla parete esterna della scuola, come meglio rappresentato nella tavola EL_02_07. Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche delle aree della copertura e la distribuzione delle stringhe su di esse, divise per inverter.

COPERTURE EDIFICI	AZIMUT	TILT	INVERTER
Copertura EST	-90°	10°	– 2 stringhe da 17 moduli

Tabella 2 – Suddivisione stringhe sulle coperture

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il presente progetto ha per oggetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a **10,20 kWp**, compresi tutti gli impianti e componenti elettrici necessari alla distribuzione, trasformazione e cessione mediante connessione alla Rete del Distributore, dell'energia elettrica prodotta. Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici su indicati, valgono quelle stabilite dalle vigenti Norme CEI. L'impianto, verrà realizzato nel Comune di Lariano, in provincia di Roma, sulle coperture della Scuola Collodi.



Fig.1 - Aerofoto

4. ASPETTI AMBIENTALI

4.1 Introduzione

L'area interessata dal progetto generale è ubicata all'interno del territorio Comunale di Lariano, in Via Napoli 165.

4.2 Metodologia

Un approccio metodologico d'analisi e valutazione del paesaggio non può prescindere dall'assunzione del concetto più ampio dello stesso, così come ormai acquisito e definito dalle più recenti tendenze culturali e dalla vigente normativa riguardante la procedura V.I.A..

Lo studio del paesaggio parte quindi col considerare lo stesso come risultato di molteplici e complesse componenti ed azioni, naturali e culturali, i cui rapporti dinamici vengono via via modificati e definiti nel tempo, attraverso una serie di legami, collegamenti e conseguenze, non solo fisiche e visive, ma derivanti anche dalla storia e dalle tradizioni.

La ricerca di valori di permanenza storica del paesaggio e del processo continuo di formazione e trasformazione delle caratteristiche organizzative del territorio porta all'acquisizione di elementi che formano la sua struttura, quindi alla «costruzione» delle varie componenti nelle diverse epoche. La componente visiva del sistema territoriale, un sistema di elementi, attività, utilizzazioni che imprime un'impronta al territorio stesso è legata alla soggettività della visione e alle valutazioni umane. Può tornare utile, per ovviare a questa soggettività, studiare il paesaggio integrando le valutazioni di tipo percettivo/soggettivo con analisi, osservazioni e parametrizzazioni basate su riscontri oggettivi quali assetto morfologico e vegetazionale sul territorio, emergenze di valore storico testimoniale, ecc.. Questa attività può essere convenientemente condotta utilizzando gli strumenti di pianificazione e tutela del paesaggio vigenti (Piani Territoriali Paesistici, regime di vincoli, ecc.). Fra le varie relazioni che l'uomo ha con il paesaggio e con i suoi elementi, deve essere tenuta in specifica considerazione la relazione percettiva e in

particolare «percettivo-visiva», tramite la quale egli accede alla conoscenza dello spazio che lo circonda, entra in rapporto conoscitivo con il territorio e, di conseguenza, agisce per modificarlo a suo vantaggio, reagendo, con specifici comportamenti, agli stimoli esterni.

4.3 Descrizione dell'ambito oggetto dell'intervento e dei luoghi circostanti

L'area di intervento si trova in una zona fortemente urbanizzata e atropizzata, l'elemento caratterizzante l'area di intervento è certamente la presenza delle una importante infrastrutture che ne compromettono fortemente l'aspetto originario, ovvero la SP600.

Nel caso specifico l'area di intervento non ricade all'interno di nessuna area sotto tutela ambientale.

Pertanto dal punto di vista urbanistico l'installazione dell'impianti risultano conformi alle previsioni degli strumenti urbanistici, nonchè alla disciplina ambientale vigente.

Inoltre a norma dell'art. 1 comma 4 della Legge n. 10/1991, l'utilizzazione delle fonti di energia quali il sole, il vento, l'energia idraulica, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione dei rifiuti organici o di prodotti vegetali è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

4.4 Generalità

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 11840,95 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90%, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

4.5 Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	141.95
TEP risparmiate in 20 anni	2 608.95

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

4.6 Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	35981.03	28.15	32.14	1.63
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	6 6136.21	5 20.95	5 5.34	19.32

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

5. SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

5.1 Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Roma" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

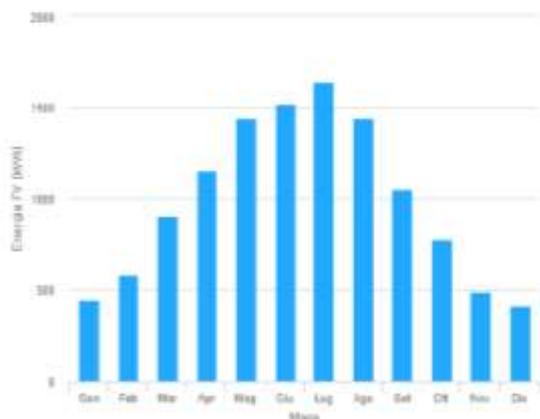
Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di LARIANO (RM) avente latitudine 41°723 N, longitudine 12°829 E e altitudine di 350 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.75	2.50	3.69	5.19	5.97	7.08	7.69	6.36	4.75	3.28	1.97	1.69

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Roma

Energia prodotta dal sistema FV fisso fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:

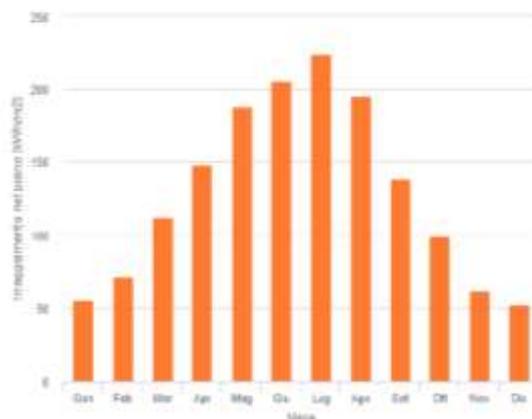


Fig. 2 - Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Lariano

Energia FV ed irraggiamento mensile

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	443.6	55.5	39.4
Febbraio	579.8	71.3	69.6
Marzo	904.0	112.2	122.7
Aprile	1152.3	147.7	59.2
Maggio	1440.2	188.5	135.1
Giugno	1518.1	205.6	60.4
Luglio	1637.2	224.4	69.5
Agosto	1437.0	195.3	84.0
Settembre	1053.7	138.6	57.3
Ottobre	773.7	98.7	87.1
Novembre	488.0	61.6	61.1
Dicembre	413.4	52.5	49.4

E_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema scelto [kWh].

H(i)_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m²].

SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

5.2 Fattori morfologici e ambientali

Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all’orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell’investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1.00.

Di seguito il diagramma solare per il comune di LARIANO:

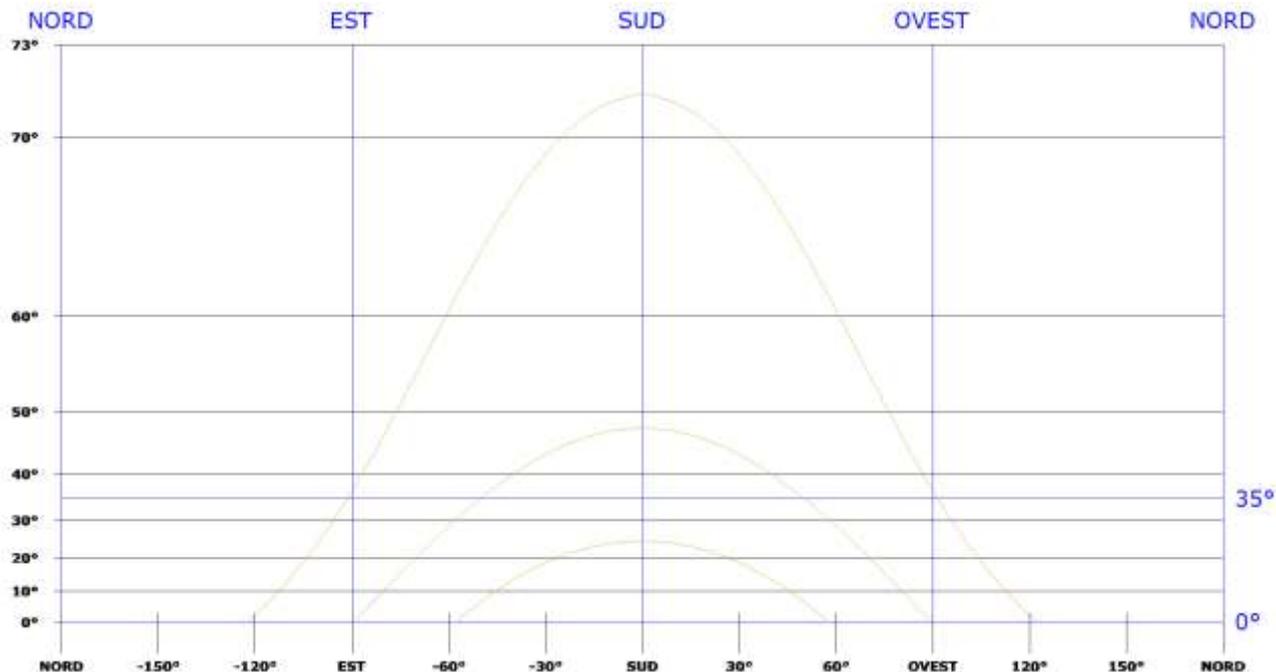


Fig. 3 - Diagramma solare

Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l’impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a 0.20.

6. DIMENSIONAMENTO DELL’IMPIANTO

L’impianto, denominato “COLLODI”, è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a 10.200 kW e una produzione di energia annua pari a 11840.95 kWh (equivalente a 1 160.88 kWh/kW), derivante da 34 moduli che occupano una superficie di 60 m², ed è composto da 1 generatore.

6.1 Scheda tecnica dell’impianto

Dati generali	
Committente	COMUNE DI LARIANO
Indirizzo	PIAZZA SANT’EUROSIA 1

CAP Comune (Provincia)	00076
Latitudine	41° .723 N
Longitudine	12° .829 E
Altitudine	350 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	1 551.78 kWh/m²
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	50.49 m²
Numero totale moduli	34
Numero totale inverter	1
Energia totale annua	11 840.95 kWh
Potenza totale	10.200 kW
Energia per kW	1 160.88 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
BOS	74.97 %

6.2 Sezioni

L'impianto è organizzato in sezioni, caratterizzate da date di entrate in esercizio successive e/o da diverse tipologie e applicazioni (Delibera ARG-elt 161-08 del 17 novembre 2008).

Elenco delle sezioni

Nome	Num. moduli	Energia annua	Potenza	Numero generatori e/o sottoimpianti
Sezione1	34	11 840.95 kWh	10.200 kW	1

6.3 Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **11 840.95 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

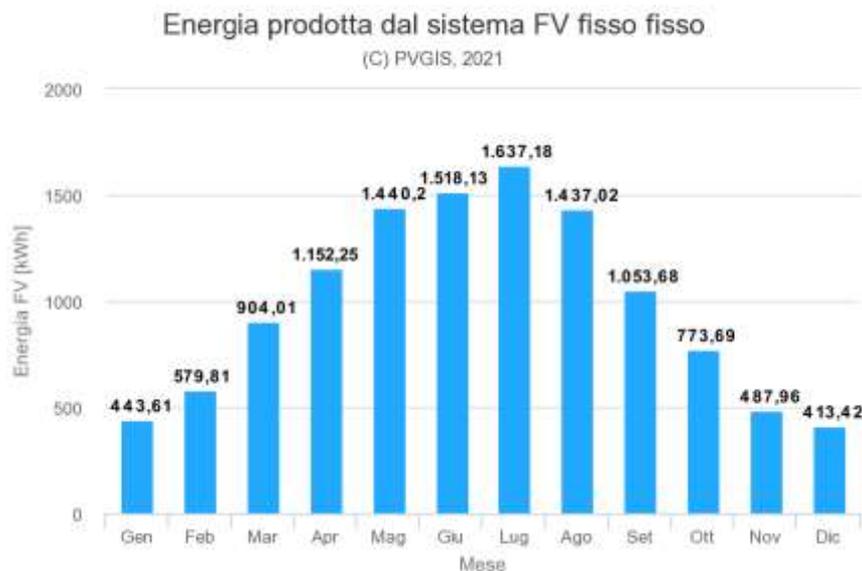


Fig. 4 - Energia mensile prodotta dall'impianto

6.4 Dimensionamento Dei Cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle correnti di sovraccarico.

Definizioni:

- In corrente nominale Interruttore o protezione;
- Iz portata ammissibile dal conduttore;
- If corrente di funzionamento dell'interruttore;
- Ib corrente di impiego del circuito;

data una dorsale dell'impianto e computate le potenze di assorbimento derivabili dai carichi previsti si calcola la Ib : $I_b = P / (kV\cos.)$

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

- a) $I_b < I_z < I_n$
- b) $I_f < 1,45I_z$

Per la condizione:

- a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente Ib, pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$I_z \text{ min} = I_n / k$ dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;

- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla I_z min.

Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che essi 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 CEI17.5 e IEC947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45 I_z .

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Energia specifica ammessa nei conduttori - Integrale di Joule

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

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

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, per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante.

Alcuni valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3), considerato che nel progetto si utilizzeranno solo cavi in rame:

- 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 etile propilenica G5-G7: $K= 143$
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico: $K= 115$
- Cavo in rame serie L nudo: $K= 200$
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico: $K= 115$
- Cavo in rame serie H nudo: $K= 200$

dal rispetto delle condizioni sopra espresse si definisce la compatibilità delle sezioni e della tipologia di cavo rispetto alle portate di corrente massime previste per le sezioni dell'impianto in progetto.

Dimensionamento Dei Conduttori Di Neutro

La norma CEI 64-8par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, può 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 mm^2 ;
- 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 mm^2 se il conduttore è in rame;

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16mm^2 se conduttore in rame, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il criterio adottato consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto al criterio appena citato, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Requisiti Generali Per La Posa Dei Cavi:

La posa dei cavi deve avvenire in modo da non dar luogo a sforzi di trazione permanenti, a meno che si usino tipi di cavi in grado di sopportare tale sforzo (autoportanti).

Durante le operazioni di posa, gli sforzi di trazione non devono essere applicati al rivestimento, bensì ai conduttori, per i quali non devono essere superate sollecitazioni superiori a 60 N per mm^2 , se di rame.

La temperatura di posa non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- cavi in PVC: 0°C ;
- cavi in materiali elastomerici (gomma): -25°C .

Il raggio di curvatura dei cavi non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- cavi con guaina in alluminio: 30 D ;
- cavi con altra armatura (piombo, rame ecc.): 16 D ;
- cavi senza alcun rivestimento metallico, cavi armati con isolamento elastomerico, cavi con isolamento minerale e guaina di rame: 12 D ;

dove D è il diametro esterno del cavo.

Prescrizioni Particolari Per La Posa:

I tubi o condotti porta cavi devono avere un diametro superiore a 1,4 volte il diametro, del cavo o del fascio di cavi.

Se i tubi sono metallici, i cavi di tutte le fasi (compreso l'eventuale neutro) del medesimo circuito devono essere infilati nello stesso tubo.

I tubi incassati nei muri o sotto intonaco devono avere percorsi paralleli od ortogonali agli spigoli della muratura.

Il raggio di curvatura dei tubi deve rispettare il valore previsto per i cavi.

I cavi in cunicoli devono essere provvisti di guaina protettiva.

I cunicoli devono avere curvature compatibili con quella prevista per i cavi e dimensioni in grado di

permettere l'ispezione e la sostituzione dei cavi.

I canali porta cavi devono avere una sezione utile sufficiente per permettere un'agevole installazione e rimozione dei cavi. Inoltre devono soddisfare le prescrizioni valide per i tubi.

I cavi a parete o a soffitto, su passerelle o su supporti distanziati devono essere provvisti di guaina protettiva.

Nelle installazioni fisse, qualora sussistano rischi di danneggiamento dovuti a sollecitazioni meccaniche (fino ad un'altezza di 2,5 m), i cavi devono essere protetti opportunamente.

I cavi interrati devono essere muniti di guaina protettiva e di una protezione meccanica supplementare atta a sopportare le prevedibili sollecitazioni meccaniche esterne.

Requisiti Particolari Propagazione del fuoco lungo i cavi:

I cavi in aria installati singolarmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione della fiamma prevista dalla Norma CEI 20-35;

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, devono essere conformi alla Norma CEI 20-22.

Provvedimenti contro il fumo:

Nel caso di installazione di notevoli quantità di cavi in ambienti chiusi, frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, devono essere adottati sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o, in alternativa, cavi a bassa emissione di fumo come prescritto dalle Norme CEI 20-37 e 20-38;

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:

Se i cavi sono installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovano a coesistere in ambienti chiusi con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi, bruciando, sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi (Norma CEI 20-37 e 20-38).

Colori Distintivi Dei Cavi:

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL00722 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio cenere, marrone.

6.5 Generalità Sulle Condizioni Di Posa Dei Cavi Nell'area Esterna

Per il passaggio dei cavi verranno sfruttati i cavidotti esistenti, come da indicazione della Committente.

6.6 Impianto Di Messa A Terra

Per impianto di terra s'intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali.

Si prevede la connessione all'impianto di terra esistente, rispetto al quale verranno rispettate le seguenti prescrizioni, per le parti di impianto di nuova realizzazione.

La sezione dei conduttori di protezione di ogni circuito dovrà risultare pari a quella dei rispettivi conduttori di fase sino alla sezione di 25 mm² e poi per sezioni maggiori potranno risultare pari alla metà della fase.

I conduttori di protezione saranno posati nella medesima conduttura dei rispettivi conduttori di fase.

Tutte le masse degli impianti elettrici dovranno essere collegate al conduttore di protezione.

Sarà realizzata una rete generale unica di terra che collegherà tutte le strutture metalliche ed i quadri elettrici di nuova realizzazione, con le seguenti funzioni:

- Messa a terra di equipotenzialità delle masse estranee;
- Messa a terra di protezione contro tutti i contatti accidentali degli involucri metallici delle apparecchiature e delle macchine elettriche installate, che per un difetto di isolamento potrebbero trovarsi in tensione;
- Messa a terra di tutti gli utilizzatori;

Sezione dei conduttori di terra:

La sezione minima dei conduttori di terra deve essere:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente 16 mmq (rame);
- non protetto contro la corrosione 25 mmq (rame) oppure 50mmq (fe);

Sezione conduttori equipotenziali principali:

La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali deve essere di 6mmq (rame);

Sezione conduttori equipotenziali supplementari:

La sezione minima dei conduttori equipotenziali deve essere:

- fra masse e masse, uguale alla sezione del conduttore di protezione minore;
- fra massa e massa estranea sezione uguale alla metà dei conduttori di protezione.
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:

- 2,5 mmq (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mmq (rame) se non protetto meccanicamente.

6.7 Protezioni

Protezione Da Sovraccarico

La norma CEI 64-8/3 prescrive che i circuiti di un impianto (salvo eccezioni) debbano essere provvisti di dispositivi di protezione atti ad interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un riscaldamento eccessivo ed il conseguente danneggiamento dell'isolante del cavo del circuito.

Per garantire tale protezione è quindi necessario che vengano rispettate le seguenti regole:

1) $IB < In < IZ2$ $If < 1,45 IZ$

Dove:

IB = Corrente di impiego del circuito;

In = Corrente nominale dell'interruttore;

IZ = Portata a regime permanente del cavo;

If = Corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico.

La prima regola soddisfa le condizioni generali di protezione dal sovraccarico.

La regola 2, impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata, poiché la corrente di sicuro funzionamento I non è mai superiore a 1,45 In (1,3 In secondo CEIEN 60947-

2; 1,45 In secondo CEI EN 60898).

Analizzando la regola generale di protezione $IB < In < IZ$ risulta evidente che si possono realizzare due condizioni di protezione distinte:

- una condizione di massima protezione, realizzabile scegliendo un interruttore con una corrente nominale prossima o uguale alla corrente di impiego IB;
- una condizione di minima protezione scegliendolo con una corrente nominale prossima o uguale alla massima portata del cavo.

È chiaro che scegliendo la condizione di massima protezione si potrebbero verificare delle situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, perché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di anomalie sopportabili.

Per contro la scelta di un interruttore con una corrente regolata uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito del massimo sfruttamento del rame installato.

La scelta progettuale si colloca in una via intermedia tra le due.

Protezione da Cortocircuito

Le condizioni richieste e adottate nel progetto per la protezione dal cortocircuito sono sostanzialmente le seguenti:

L'apparecchio di protezione non deve avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego (questa condizione è imposta anche per la protezione da sovraccarico).

L'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto ove l'apparecchio stesso è installato;

L'apparecchio deve intervenire, in caso di cortocircuito che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, con la necessaria tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

Calcolo della corrente di cortocircuito

La corrente presunta di cortocircuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento di resistenza trascurabile fra i conduttori in tensione.

L'entità di questa corrente è un valore presunto perché rappresenta la peggiore condizione possibile (impedenza di guasto nulla, tempo d'intervento talmente lungo da consentire che la corrente raggiunga i valori massimi teorici). L'intensità della corrente presunta di cortocircuito dipende essenzialmente dai seguenti fattori, considerato che il sistema di distribuzione è di tipo TT e si ha presenza di cabina elettrica, si stima una corrente di corto circuito superiore a 15kA nel punto di partenza e inferiore ad i 10kA sui quadri secondari.

Protezione Contro I Contatti Diretti

Le parti attive sono previste completamente ricoperte con isolamento, che ne impedisce il contatto e può essere rimosso solo mediante distruzione ed è in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui può essere soggetto nell'esercizio.

Le parti attive sono comunque racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurano un grado di protezione minimo di IP 2X o IP 4X per quelle superfici di involucri o barriere orizzontali a portata di mano.

Sono stati previsti inoltre, come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti l'impiego di interruttori differenziali con soglia di intervento su correnti differenziali Max 30mA.

Protezione dai contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel prendere le misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

I metodi di protezione contro i contatti indiretti sono classificati come segue:

- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- Protezione senza interruzione automatica del circuito (doppio isolamento, separazione elettrica, locali isolati, locali equipotenziali);
- Alimentazione a bassissima tensione.

Le prescrizioni da ottemperare per conseguire la protezione contro i contatti indiretti sono stabilite dalle norme CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua e dalle Norme CEI 11-8 per gli impianti utilizzatori in media e in alta tensione.

Misura Di Protezione Aggiuntiva Mediante Interruttori Differenziali

La protezione con interruttori differenziali con I_{dn} 30 mA, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede l'abbinamento con una delle misure di protezione precedentemente riportate.

L'uso dell'interruttore differenziale da 30 mA permette per altro la protezione contro i contatti indiretti in condizioni di messa a terra incerte ed è sicuramente una protezione efficace contro i difetti di isolamento, origine di piccole correnti di fuga verso terra (rischio d'incendio).

6.8 Generatore COPERTURA OVEST

Il generatore, denominato "OVEST", ha una potenza pari a **10,200 kW** e una produzione di energia annua pari a **11840.95 kWh**, derivante da 34 moduli con una superficie totale dei moduli di 50.49 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli – EST	Complanare alle superfici
Struttura di sostegno	Fissa
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	1551.78 kWh/m²
Numero superfici disponibili	1
Potenza totale	10.200 kW
Energia totale annua	11840.95 kWh

Configurazione inverter		
MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	17	1 x 17
2	17	1 x 17

Inverter	
Marca – Modello	HUAWEI - 8KTL o equivalente
Numero totale	1
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	83.13 % (VERIFICATO)
Tipo fase	Trifase

Verifiche elettriche MPPT 1

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (617.3 V) maggiore di V _{mppt min.} (200.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (832.9 V) minore di V _{mppt max.} (1 100.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (832.9 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 100.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V _{oc} a -10 °C (36.31 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.26 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (132.00 A)	VERIFICATO

Verifiche elettriche MPPT 2

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V _m a 70 °C (617.3 V) maggiore di V _{mppt min.} (200.00 V)	VERIFICATO
V _m a -10 °C (832.9 V) minore di V _{mppt max.} (1 100.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
V _{oc} a -10 °C (832.9 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 100.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (36.31 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (8.26 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (132.00 A)	VERIFICATO

7. MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo scelto per il generatore fotovoltaico è a tecnologia policristallina tipo da 300W, di dimensioni (1650x990x35) mm e peso 17,7 kg. La preferenza progettuale per tale prodotto è scaturita in considerazione di alcuni aspetti preponderanti a seguito riportati.

Rendimento Rendimento alto rispetto alle tecnologie a film sottile e potenza maggiore in relazione alla superficie del modulo; minore superficie utilizzata in relazione alla potenza generata.

Ergonomia Composto da una cornice in alluminio anodizzato che rende il modulo leggero, facilmente si adatta a diverse esigenze di fissaggio/montaggio grazie alla cornice preforata, senza alterare il funzionamento e le garanzie di resistenza meccanica del modulo.

Costo contenuto Costo competitivo in relazione alla potenza e alla superficie totale occupata per l'impianto.

Impatto visivo i processi di fabbricazione della tecnologia rendono il modulo gradevole alla vista, caratteristico è l'effetto dei diversi cristalli assemblati. La superficie stessa con finitura in vetro temperato ottimizzare la ricezione dei raggi, sfavorisce i sedimenti di sporcizia, totale eliminazione del fenomeno di rifrazione.

Di seguito le principali caratteristiche tecniche:

- Garanzia di 15 anni sul prodotto
- Celle PERC ad alta efficienza con 5 busbar ottimizzate per il basso irraggiamento riducono la perdita di corrente ed incrementano la potenza di uscita
- Vetro temperato da 3,2 mm per garantire il migliore equilibrio tra la massima resistenza meccanica e la trasparenza
- Resistenza alle alte temperature (testati a 105°C per 200 ore)
- Massima resistenza d'urto alla grandine (83 km/h, 2,5 mm)
- Controllo di qualità con il test di elettroluminescenza (EL) su ogni modulo
- IEC 61215:2016 – IEC 61730:2016 & Factory Inspection
- Reazione al Fuoco – Classe 1
- Corrosione da nebbia salina IEC 61701
- Corrosione da vapori di ammoniaca IEC 62716

- Resistenti alle tempeste di sabbia IEC 60068-2-68
- Dimensioni 1650 x 990 x 35 mm
- Peso 17,7 kg
- Coefficiente di temperatura Pmax -0,389 %/°C
- NMOT 45 °C
- Scatola di giunzione Certificato secondo IEC 62790, omologato IP 68

GARANZIE

Garanzia di prodotto: 15 anni

Garanzie di rendimento:

Max decadimento **0,5%** all'anno

97% per il **1° anno**

90% al termine del **20° anno**

87% al termine del **25° anno**

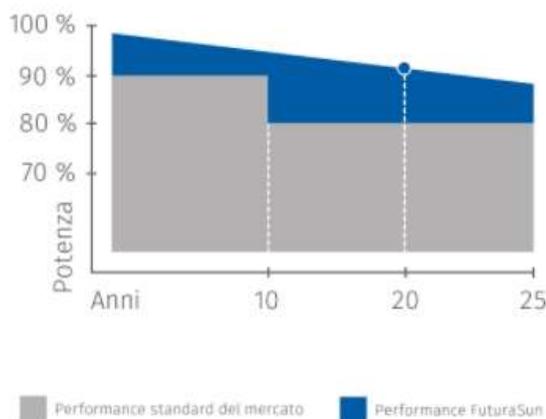


Fig. 5 - garanzie

8. GRUPPI DI CONVERSIONE

8.1 Generalità

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) attua il condizionamento e il controllo della potenza trasferita. Esso è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. In particolare il gruppo deve essere rispondente alle norme su EMC e alla Direttiva Bassa Tensione (73/23/CEE e successiva modifica 93/68/CEE).

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura è compatibile con quelli del campo fotovoltaico cui è connesso, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete del distributore alla quale viene connesso. Il convertitore è in grado di operare in modo completamente automatico, inseguendo il punto di massima potenza (MPPT) del campo fotovoltaico.

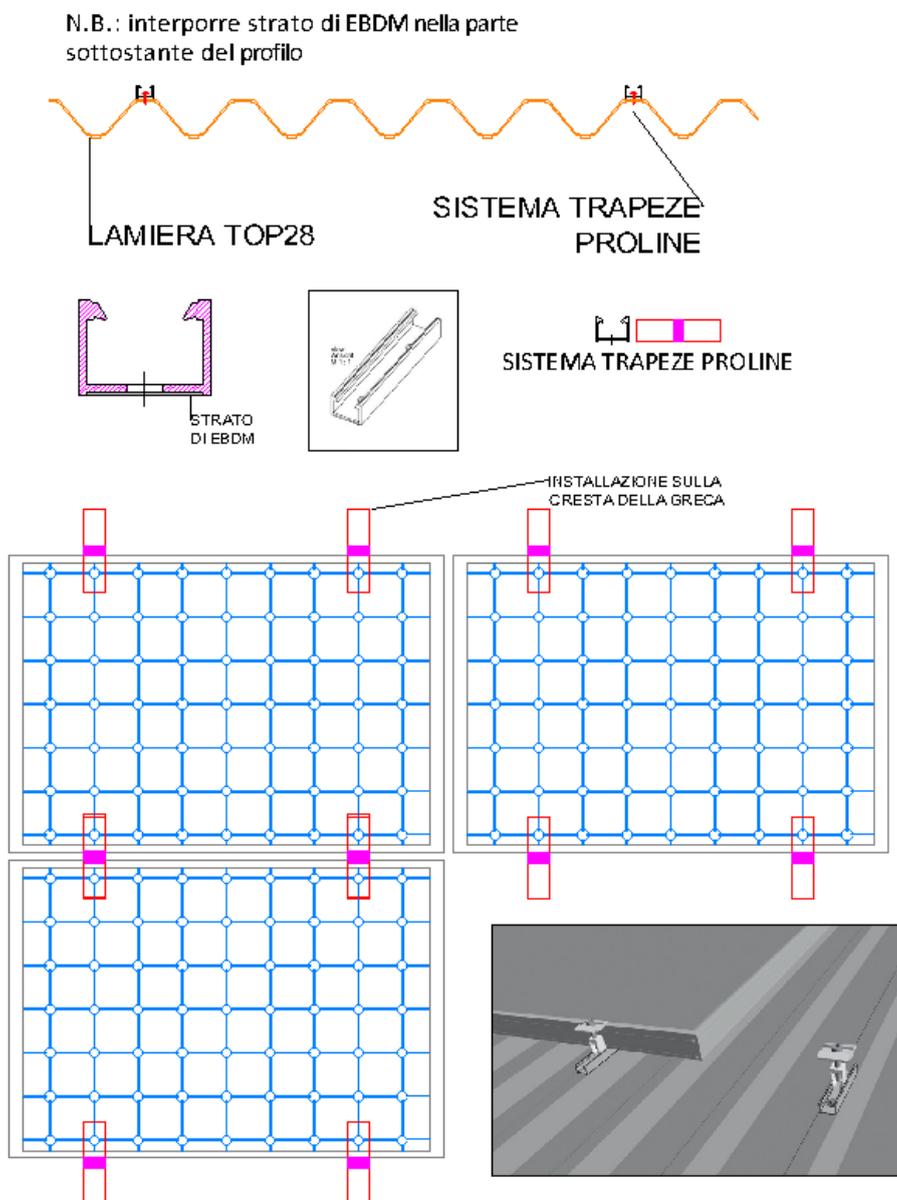
8.2 Caratteristiche Tecniche Inverter

Per l'impianto in oggetto si è previsto di installare n.6 inverter del tipo HUAWEI SUN2000-8KTL-M0, completo, lato DC di fusibili a protezione di ogni stringa in ingresso e sezionatore di manovra. Le caratteristiche principali degli inverter previsti sono riportate nella scheda tecnica riportata di seguito.

9. STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

9.1 Generalità

I moduli saranno fissati sulle coperture della scuola a mezzo di idonea struttura ancorata con viti. La struttura da utilizzare sarà tipo in alluminio.



La struttura di appoggio sarà realizzata in modo tale che i moduli fotovoltaici risultino complanari al piano di posa e sarà in grado di reggere il peso proprio (anche se ridottissimo) più il peso dei moduli e di resistere alle due principali sollecitazioni costituite dal carico neve e dall'azione del vento agente sul piano dei moduli

che stabiliscono le norme all'uopo applicabili.

I profilati di fissaggio dei moduli fotovoltaici saranno ancorati alla copertura dell'edificio in modo da non compromettere le caratteristiche di impermeabilità della stessa.

10. DATI TECNICI SUI CABLAGGI

10.1 Generalità

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC;
- Tipo FG16OR16 per i cavi in corrente alternata;
- Tipo H1Z2Z2-K per i cavi in corrente continua.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone

Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del pos. con “+” e del negativo con “-”.

10.2 Caduta massima di tensione e portata massima di corrente

La caduta massima di tensione per ogni circuito, misurata dal Quadro di parallelo fino ad i circuiti più distanti, quando sia inserito il carico nominale non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti.

La densità di corrente nei vari conduttori non dovrà mai essere superiore a quella consentita dalle tabelle CEI UNEL 35024/1 relative tenendo conto delle modalità di posa e di un coefficiente di contemporaneità per le potenze installate.

10.3 Connessione tra i moduli

I pannelli fotovoltaici sono già dotati di scatola di giunzione stagna e non apribile; in uscita dalla scatola sono collegati i cavi di lunghezza opportuna, terminati con spine di tipo MULTI-CONTACT. I collegamenti elettrici della singola stringa saranno realizzati utilizzando questi stessi cavi, già in dotazione ai pannelli fotovoltaici. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette.

10.4 Quadri elettrici

Quadro lato corrente continua [QCC]: Anche se l'inverter è dotato delle proprie protezioni, si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore che assolve tutte le funzioni di protezione e sezionamento

previste lato DC.

Quadro lato corrente alternata [QAC]: si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata a valle dei convertitori statici per la protezione, la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter, ne verrà realizzato uno per ogni copertura.

11. CRITERI GENERALI DI ALLACCIAMENTO ALLA RETE ENEL

11.1 Generalità

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete ENEL è subordinato a precise condizioni tra le quali hanno particolare rilevanza le seguenti:

- il regime di parallelo non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete ENEL, in caso contrario il collegamento con la rete ENEL stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente; pertanto, ogniqualvolta l'impianto del Cliente Produttore è sede di guasto o causa di perturbazioni si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete ENEL;
- il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniqualvolta manchi l'alimentazione della rete da parte ENEL o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti;
- in caso di mancanza tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete ENEL non compresi nel campo consentito, l'impianto di produzione non deve entrare nè permanere in servizio sulla rete stessa. Le suddette prescrizioni hanno lo scopo di garantire l'incolumità del personale chiamato ad operare sulla rete in caso di lavori e di consentire l'erogazione dell'energia elettrica al Cliente Produttore secondo gli standard contrattuali e di qualità previsti da leggi e normative vigenti, nonché il regolare esercizio della rete ENEL.

11.2 Interfaccia con la rete elettrica

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, conforme alla normativa CEI 0-16.

L'impianto sarà equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

- *Dispositivo del generatore.* L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.
- *Dispositivo di interfaccia.* Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica. La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno.
- *Dispositivo di ricalzo.* È un'apparecchiatura con idonea capacità di manovra, apertura e sezionamento, la cui apertura separa la rete del Distributore dai gruppi di generazione del produttore nel

caso di intervento delle Protezioni di Interfaccia e di mancata apertura del DDI.

- *Dispositivo generale. Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti di generazione elettrica. Per i piccoli impianti come quello oggetto della presente relazione tecnica è sufficiente la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico.*

12. IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe II.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione da 6 mmq fino al nodo equipotenziale del capannone che accoglie l'impianto. Sarà necessario predisporre la messa a terra di tutti gli inverter attraverso un cavo da 6 mmq fino al nodo equipotenziale del capannone che accoglie l'impianto.

13. PREVENZIONE INCENDI E SGANCIO DI EMERGENZA

L'impianto dovrà essere realizzato nel pieno rispetto e secondo i requisiti previsti dalla "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012" (VVF Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012) e relativi chiarimenti (VVF Nota DCPREV prot. n. 6334 del 4 maggio 2012), saranno pertanto previsti tutti gli accorgimenti tecnici ivi previsti, nonché la cartellonistica e la segnaletica di sicurezza.

Gli inverter e il lato C.C. dell'impianto sono stati considerati fuori da eventuali compartimenti antincendio pertanto non è stato previsto un comando di emergenza che agisca sul lato C.C..

In fase realizzativa si dovrà verificare tale condizione e nel caso in cui non dovesse essere verificata si dovrà prevedere un comando di emergenza che intervenga sui cavi in ingresso all'eventuale compartimento antincendio.

14. VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI E DOCUMENTAZIONE TECNICA

Le verifiche tecnico-funzionali sull'impianto consistono in un esame a vista e in un esame strumentale. L'esame a vista ha il fine di controllare che l'impianto sia stato realizzato secondo le norme CEI. In particolare deve accertare che i componenti siano conformi alle prescrizioni delle relative norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente.

L'esame strumentale consisterà nel controllo dei seguenti punti:

- continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;

- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- condizione: $P_{cc} > 0,85 P_{nom} I / ISTC$, dove:
 - P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
 - P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
 - I è l'irraggiamento (in W/mq) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;
 - $ISTC$, pari a 1000 W/mq, è l'irraggiamento in condizioni standard;
- condizione: $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$, dove:
- P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- la condizione: $P_{ca} > 0,75 P_{nom} I / ISTC$.

Al termine dei lavori dovranno essere emessi e rilasciati i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi manutentivi;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del Decreto 22 gennaio 2008 n. 37, articolo 2, lettera a e ss.mm.ii.;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate.

15. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito le principali norme che regolano l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti fotovoltaici, precisando che restano valide le normative comuni a tutti gli impianti elettrici:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61000-3-12: Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 3-12: Limiti – Limiti per le

correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso >16 A e

- ≤ 75 A per fase.
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase).
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori.
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990.
- UNI 8477: Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati; IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- CEI EN 62305-1: Protezione contro I fulmini. Parte 1: Principi generali.
- CEI EN 62305-2: Protezione contro I fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305-3: Protezione contro I fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4: Protezione contro I fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- D.Lgs 81/2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.