



**OGGETTO - REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RIQUALIFICAZIONE PREVISTI ALL'INTERNO DEL PALAZZO DEL GHIACCIO DI TORRE PELLICE**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**



Consorzio Stabile - S.c.ar.l.

**Mythos Consorzio Stabile S.c.ar.l.**  
Sede legale: Via Trottechien, 61 - 11100 Aosta  
Sedi operative:  
Via Giolitti 24 - 10123 Torino  
Via Lampedusa 13 - 20141 Milano  
Passage du Verger 5 - 11100 Aosta  
Piazza Italia 34 - 07100 Sassari



**Claudio Lucchin & Architetti Associati**  
Via Galvani, 6c - 39100 Bolzano

**Coordinatore delle prestazioni specialistiche:**  
Dott.Ing. Fabio Inzani

**Attività di rilievo:** arch. Daniela Varnier  
**Progettazione strutturale:** arch. Edi Vuillermoz  
**Progettazione architettonica:** arch. Giovannino Carota  
**Progettazione impiantistica:** ing. Stefano Bonfante  
**Coordinamento della sicurezza in progettazione:** ing. Roberto Taddia  
**Progettazione antincendio:** dott. ing. Fabio Inzani



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**ELABORATI DESCRITTIVI**  
**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA DEGLI IMPIANTI**

**R.MW.E.001**

**data:**  
**maggio 2017**

**scala:**  
**---**

01	giugno 2017	Modifiche a seguito delle osservazioni dei validatori	MYT	Ing. Stefano Bonfante	Ing. Fabio Inzani
00	maggio 2017	Emissione PROGETTO ESECUTIVO	MYT	Ing. Stefano Bonfante	Ing. Fabio Inzani
Revisione	Data	Descrizione	Emissione	Verifica	Approvazione

## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IMPIANTO DI COGENERAZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>8</b>
3.1. Sito di installazione .....	12
3.2. Dimensionamento dell'impianto .....	13
3.3. Descrizione dell'impianto .....	13
3.4. Attenzione per l'ambiente .....	14
Risparmio in combustibile .....	14
Risparmio di Combustibile in TEP .....	14
Emissioni evitate in atmosfera.....	14
3.5. Radiazione solare .....	14
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale.....	14
3.6. Fattori morfologici ambientali .....	15
Ombreggiamento .....	15
Diagramma solare.....	15
3.7. Procedura di calcolo .....	15
Criterio generale di progetto .....	15
Criterio di stima dell'energia prodotta .....	16
3.8. Criterio di Verifica Elettrica.....	16
Tensioni MPPT .....	16
Tensione massima .....	17
Tensione massima modulo .....	17
Corrente massima.....	17
Dimensionamento .....	17
3.9. Strutture di sostegno.....	17
3.10. Specifiche componenti dell'impianto .....	17
GENERATORE 1 .....	17
Dati generali.....	17
Moduli 18	
Configurazione inverter .....	18
Inverter18	
Verifica elettriche.....	18
Tensioni mppt .....	18
Tensione massima .....	18
Tensione massima modulo .....	18
Corrente massima.....	18
GENERATORE 2.....	18
Dati generali.....	18
Moduli 19	
Configurazione inverter .....	19
Inverter19	
Verifica elettriche.....	19

Tensioni mppt .....	19
Tensione massima .....	19
Tensione massima modulo .....	19
Corrente massima .....	19
GENERATORE 3 .....	19
Dati generali .....	19
Moduli 20	
Cofigurazione inverter .....	20
Inverter20	
Tensioni mppt .....	20
Tensione massima .....	20
Tensione massima modulo .....	20
Corrente massima .....	20
3.11. Schede tecniche .....	20
Moduli Utilizzati .....	20
Dati generali .....	20
Caratteristiche elettriche in condizioni stc .....	20
Altre caratteristiche elettriche .....	21
Caratteristiche meccaniche .....	21
3.12. Separazione galvanica e messa a terra .....	21
3.13. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM) .....	21

#### 4. COLLEGAMENTI ELETTRICI E TERMOFLUIDICI..... 22 2

## 1. PREMESSA

Gli interventi a carico delle componenti prettamente impiantistiche previste a progetto sono costituiti da:

1. **Fornitura e posa in opera di sistema di cogenerazione** a motore endotermico caratterizzato da potenza termica pari a 180KWt e potenza elettrica pari a 197KWe. Il cogeneratore verrà connesso direttamente in BT al quadro generale di bassa tensione per quanto compete la parte elettrica ed alla centrale termica attraverso nuova tubazione in acciaio nero coibentata. Si prevede inoltre un secondo circuito di utenza dedicato al serpentino di scioglimento neve relativo alla vasca di recapito della macchina rasaghiaccio;
2. **Realizzazione di campo di captazione fotovoltaica** di potenza nominale pari a 52 KWp posizionato sulla copertura dell'edificio;
3. **Interventi minori dedicati alla connessione dei nuovi sistemi elettrici e termici** nonché alla **alimentazione elettrica della vasca di raccolta delle acque piovane** nel piazzale fronte nord del Palazzo del Ghiaccio.

## 2. IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Si prevede la fornitura in opera di un impianto per la produzione di energia elettrica con contemporaneo recupero termico (sistema di cogenerazione) con motore primo del tipo endotermico ad alimentazione a gas posizionato (struttura containerizzata) in corrispondenza del piazzale sud del palazzetto in adiacenza ai locali di cabina elettrica.

Il gruppo elettrogeno alimentato a gas metano verrà installato in una cofanatura adatta all'installazione in esterno dimensionata per un livello sonoro residuo pari a 75 dB(A) a 7 mt. Sulla parte superiore è posizionata una marmitta per abbattimento rumore di scarico, lo scambiatore a fascio tubiero per recupero termica fumi e i cassoni di insonorizzazione delle prese di aspirazione e mandata aria di ventilazione.

All'interno della cofanatura è posizionato il gruppo elettrogeno con un accoppiamento tra motore e alternatore del tipo monosupporto. Le vibrazioni vengono eliminate mediante l'impiego di appositi supporti elastici ad alto assorbimento opportunamente dimensionati per il carico da sostenere, posizionati fra gruppo e telaio di appoggio del gruppo stesso. La cofanatura dispone di un sistema di ventilazione opportunamente dimensionato per garantire sia in inverno che in estate il corretto  $\Delta T$  (temperatura) tra ingresso e uscita aria. All'interno del container è installato il modulo termico, che:

- gestisce il recupero della termica acqua motore da circuito camicie così come l'eventuale smaltimento di emergenza;
- alloggia pompe e componenti di linea smaltimento circuito refrigerazione carica combustione (aftercooler), la cui termica è sempre dissipata a bassa temperatura per garantire il miglior rendimento elettrico.

La linea di adduzione del gas metano è collegata internamente al motore: i componenti con valenza funzionale sono posti all'interno del container mentre quelli con valenza di sicurezza ai fini delle normative vigenti sono installati immediatamente all'esterno dello stesso in modo accessibile e protetto.



Il quadro di comando e controllo con relativo interruttore di macchina (Dispositivo di Generatore coincidente con Dispositivo di interfaccia) e le protezioni di generatore e interfaccia previste per legge, saranno installati all'interno del container in un vano quadri termicamente e acusticamente segregato per garantire sicurezza e confort all'operatore addetto alle operazioni di normale conduzione di impianto.

Si prevede pertanto la seguente fornitura:

- n° 1 Gruppo elettrogeno alimentato a gas metano della potenza elettrica 197 kWe con alternatore adatto al funzionamento in parallelo rete del Distributore;
- n°1 cofanatura per esterno da 75 dB(A) a 7 mt. con relativi ventilatori adatta per l'alloggiamento del gruppo e dei sistemi di recupero calore, dotata di sistema automatico di rilevazione fughe gas e incendi;
- n°1 sistema di setti di silenziamento in ingresso/uscita aria idonei ad un livello sonoro residuo pari a 75 dB(A) a 7 mt.;
- n° 1 Rampa gas esterna con i relativi dispositivi di sicurezza previsti per legge (valvola di intercettazione NC a riarmo manuale con sensore sismico, valvola di sfiato NA a riarmo automatico, valvola manuale di intercettazione) e con un sistema di misura certificata della portata gas (misuratore e convertitore);
- n.1 sistema di recupero calore dal circuito acqua motore e dai gas di scarico, per la produzione di acqua calda alla temperatura massima di 90 °C, comprensivo dei relativi dispositivi di dissipazione e contabilizzazione certificata dell'energia termica prodotta;
- n°1 marmitta gas di scarico idonea per l'abbattimento del rumore fino a 75 dB(A) a 7 mt.
- Quadri di comando e controllo con interruttore di macchina a 400V motorizzato, centralina di parallelo per sincronizzazione con i parametri della rete del Distributore, sistema multifunzione di protezione e contabilizzazione certificata dell'energia elettrica sia prodotta ai morsetti alternatore sia auto consumata per servizi ausiliari cogenerazione.

Dati principali del gruppo di cogenerazione:

- Potenza elettrica 197KWe;
- Potenza termica totale 263KWt;
- Efficienza totale 82,91%

Caratteristiche principali del motore:

- Numero di cilindri 6;
- Alesaggio 128mm;
- Corsa 166mm;
- Potenza meccanica all'asse motore 210KW;
- Tipo di combustibile gas metano;
- Consumo specifico al 100% del carico 57,7m<sup>3</sup>/h.

Motore 4 tempi tipo di iniezione diretta. Aspirazione: turboalimentato ed interrefrigerato, raffreddamento ad acqua in circuito chiuso controllato termostaticamente, avviamento elettrico, lubrificazione forzata con pompa ad ingranaggi Il motore viene fornito completo di:

- filtri aria aspirazione con indicatore di intasamento;
- filtro olio ad elementi intercambiabili;
- pompa olio lubrificante azionata dal motore;
- refrigerante olio;
- volano pesante per gruppi elettrogeni;
- campana copri volano;

Sistema di avviamento: elettrico a 24 V. cc., comprendente:

- motorino d'avviamento a 24 V;
- alternatore carica batterie da 24 V, completo di regolatore di carica e raddrizzatore incorporato;
- batterie di avviamento al Pb da 24 V.

Sul motore saranno previsti i seguenti dispositivi di comando controllo e protezione:

- minima pressione olio;
- massima temperatura acqua di refrigerazione;
- sovravelocità motore;
- dispositivo di arresto automatico per avaria motore.

Il sistema integrato nel container prevede un rabbocco automatico dell'olio in coppa tramite un serbatoio da 120 lt. All'interno del container viene installato un dispositivo a tre vie che segnala il livello in coppa al diminuire del quale viene aperta la condotta che unisce il serbatoio e la coppa consentendo il refilling dell'olio fino al massimo livello consentito nella coppa.

5

Vengono forniti i seguenti giunti compensatori/flessibili:

- Compensatore/ flessibile per linea combustibile, esecuzione in acciaio inossidabile, con flange in acciaio al carbonio;
- compensatori per raccordi acqua esecuzione in gomma con flange in acciaio al carbonio;
- tubi flessibile per raccordi olio fresco ed olio esausto;
- compensatore per uscita gas di scarico esecuzione in acciaio inossidabile con flange in acciaio al carbonio.

Per consentire l' avviamento della macchina anche in condizioni di temperatura critica, il gruppo è provvisto di un dispositivo idoneo a mantenere l'acqua refrigerante del motore ad una temperatura fra 40°C e 45° C a motore fermo. Il sistema è controllato tramite apposito termostato che consente l' attivazione e la disattivazione del sistema di preriscaldamento.

La rampa di alimentazione del gas naturale sarà realizzata con componenti conformi alla Direttiva GAS 90/396/CEE e comprenderà obbligatoriamente:

- filtro del gas;
- manometro con rubinetto a pulsante;
- n. 2 valvole elettromagnetiche (o valvola elettromagnetica doppia);
- regolatore di pressione (zero);
- tubazione flessibile in acciaio legato per collegamento al motore;

- valvola manuale di intercettazione;
- tubazioni in acciaio nero per gas;
- valvola di sfiato NA;
- elettrovalvola NC a riarmo manuale.

### Silenziatore gas di scarico

Il sistema di silenziamento dei gas di scarico verrà dimensionato per l'ottenimento di un valore di emissioni sonore residue misurate alla bocca di uscita pari a 75 dB(A) a 7 mt. con il motore in marcia e sarà realizzato interamente in acciaio inox 304 con flange in acciaio al carbonio.

Caratteristiche principali dell'alternatore:

- Configurazione: singolo senza spazzole a campo rotante;
- Numero di poli 4;
- Potenza nominale continua 275KVA

I generatori trifase sincroni senza spazzole, autoeccitati, autoregolanti, con dispositivo ammortizzante per il 30% del carico sbilanciato e il funzionamento in parallelo, centro stella, grado di protezione IP23, con impregnazione tropicalizzata speciale sotto vuoto, interferenze radio grado "N", set-point di regolazione della tensione + / - 5%.

### Esecuzione meccanica

Il generatore è composto dallo statore principale a poli salienti, lo statore eccitatrice esterna come poli macchina, un regolatore automatico di tensione (AVR) con stadio di uscita tiristore che viene alimentato attraverso i terminali di uscita del generatore. Autoventilato con flusso radiale, max. sovravelocità 2.250 rpm.

### Principio elettrico

L'alimentazione dell'eccitazione è effettuato mediante il regolatore automatico di tensione (AVR). La tensione trifase (AC) indotta all'interno del rotore eccitatrice sarà corretta attraverso il raddrizzatore rotante e trasferita allo statore principale. La stabilizzazione della tensione del generatore principale con carico variabile viene fatta dalla corrente di eccitazione dal tiristore di uscita del regolatore di tensione automatica.

Esecuzione conforme a: DIN 6280-3, VDE 0530, ÖVE-M 10, ISO 8528-3, BS 5000, IEC 34

### Componenti

- Telaio, pacco statore
- 2/3 passo di avvolgimento per la soppressione della più alta corrente armonica
- Morsettiera con morsetti principali e terminali ausiliari per sensori di temperatura
- Rotore con albero di sufficientemente dimensionato;
- Albero bilanciato dinamicamente con mezza linguetta;
- cuscinetto bloccato lato accoppiamento;
- cuscinetto libero lato opposto;
- Unità di eccitazione;

- Regolatore di Cos-phi e potenza reattiva;
- regolatore di tensione automatico con dispositivo di rilevamento trifase.

**Recupero calore per produzione acqua calda a 90° C.** Il sistema di recupero termico ad alta temperatura consente lo sfruttamento dell' energia termica dei circuiti di raffreddamento acqua motore, oil-cooler e il residuo di potenza termica dai fumi per la produzione di acqua calda.

Il sistema di recupero calore è principalmente composto da:

- scambiatore di calore di tipo a piastre ispezionabile fra acqua di raffreddamento motore e acqua utenza, montato su apposito sostegno;
- recuperatore a fascio tubiero per il recupero dell' energia termica residua dei gas di scarico, montato su apposito sostegno completo di by pass a comando elettrico modulante;
- pompe, valvole strumentazione di comando e controllo necessarie al corretto funzionamento e alla sicurezza del sistema di recupero;
- skid di contenimento di tutta la parte strumentale/scambiatori, pre-assemblato in officina CTM;
- cablaggio di tutta la strumentazione relativa in apposita junction box.

### Controllo delle emissioni

Il livello di concentrazione  $\text{NO}_x$  viene limitato a livello di carburazione motore: il sistema di gestione dei parametri di funzionamento motore ottimizza in continuo il rendimento di combustione operando un'ottimizzazione vincolata a due parametri: il rendimento elettrico e il rispetto della soglia di 500 mg/nmc di  $\text{NO}_x$  al 5% di ossigeno.

7

### Sistema di dissipazione del calore

Il calore prodotto dal motore sotto forma di acqua di raffreddamento camicie e oil-cooler e non utilizzato dall'utente viene dissipato attraverso un sistema di raffreddamento (radiatore) sistemato all'esterno del container. L'elettroscambiatore interviene sul circuito acqua tramite una valvola modulante con controllo della temperatura di ingresso al motore. Il calore prodotto dal sistema di raffreddamento della miscela di combustione viene sempre gestito in assetto dissipativo attraverso un sistema di raffreddamento aria/acqua e relativo radiatore sistemato all'esterno del container. L'elettroscambiatore interviene sul circuito miscela tramite una valvola modulante per garantire raffreddamento (aumento della densità della miscela diretta alle camere di combustione) e relativo beneficio di rendimento, scongiurando nel contempo un'eccessiva interrefrigerazione che porterebbe alla formazione di condensa. La fornitura consiste in 2 elettroscambiatori 400/220 Volt, 50 Hz o in alternativa integrati in uno solo a doppia massa radiante.

### Sistema di insonorizzazione

Il container insonorizzato (o cofanatura solidale a basamento in carpenteria) serve per alloggiare il gruppo di cogenerazione con tutti gli accessori ed i relativi quadri. Esso viene sistemato all'esterno e costituisce un'unità "package" autonoma e pronta per l'esercizio.

Il container è progettato per i moduli di cogenerazione con motore endotermico, assolve le funzioni di:

- Insonorizzazione del rumore meccanico del gruppo elettrogeno e dei servizi ausiliari ad esso connessi;



- Alloggiamento e protezione delle apparecchiature dalle intemperie.

Tali funzioni devono essere ottimizzate nel rispetto dei vincoli di:

- Canalizzazione aria necessaria alla ventilazione e all'apporto comburente ai filtri;
- Accessibilità e sicurezza ai fini manutentivi e di conduzione;
- Rispetto delle normative di sicurezza con particolare riguardo alla prevenzione incendi, protezione dal contatto con parti in tensione, con superfici ad alta temperatura o componenti in movimento.

**L'abbattimento del rumore è progettato per un valore residuo di 75 dB(A) misurato a 7 mt.**

La dotazione di sicurezza per prevenzione incendi e infortuni prevede:

- n.°1 sensori presenza metano;
- n.°1 centralina controllo;
- n.°1 dispositivo di segnalazione acustica e luminosa;
- n.°1 estintore portatile di tipo omologato per fuochi di classe 21-A, 113 B-C;
- Cartellonistica di sicurezza.

Gli impianti non rientrano nell'ambito degli impianti AD e si limitano quindi al rispetto della norma CEI 68-8 (legge n.°186 del 01/03/68). Il sistema di insonorizzazione del container sarà completato con :

- n°1 setto di insonorizzazione su presa d'aria di aspirazione
- n°1 setto di insonorizzazione su presa d'aria di espulsione

## Quadri elettrici

Quadro elettrico di parallelo con la rete. N°1 Quadro Elettrico Automatico di controllo e comando di una centrale di autoproduzione, composta da n°1 Gruppo Elettrogeno funzionante in parallelo, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- Potenza: 200 kW
- Tensione: 400V
- Frequenza: 50Hz
- Tensione di batteria: 24 Vcc

Verrà installato un riduttore di pressione a monte delle caldaie sulla rete di alimentazione gas metano.

## 3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

La presente relazione ha per oggetto la realizzazione di un generatore fotovoltaico di potenza di picco pari a 52 kW nei limiti più avanti esplicitati e che verrà posizionato sulla copertura dell'edificio adibito a palazzetto del ghiaccio di Torre Pellice (TO), da realizzare con la migliore tecnica impiantistica e comunque a "regola d'arte". **Rispetto alla soluzione prevista nel progetto definitivo (65 KWp), si è proceduto con un ridimensionamento della copertura e conseguente riduzione della potenza complessiva installata da impianto fotovoltaico a seguito della richiesta della Commissione Paesaggistica di minimizzare l'impatto delle opere (eliminazione di porzioni della nuova copertura metallica in corrispondenza dei fronti sud ed ovest).**

## Prescrizioni costruttive e qualità dei materiali

Tutti i componenti degli impianti dovranno essere eseguiti con gli accorgimenti più perfezionati ed i sistemi costruttivi più aggiornati. Essi dovranno essere conformi ai materiali e componenti indicati nella descrizione generale dell'impianto.

## Osservanza delle norme

L'impianto dovrà essere eseguito in osservanza alle norme vigenti alla data dell'offerta, comprese eventuali varianti, completamenti o integrazioni alle norme stesse.

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

In particolare saranno osservate i seguenti riferimenti legislativi:

- Legge 186 del 01-03-1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici."
- DM 37/08 Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di impianti all'interno degli edifici (nota come: Nuove disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno degli edifici).
- Legge 791 del 18-10-1977 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n.73 / 23 / CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione."
- Legge 46 del 05-03-1990 "Norme per la sicurezza degli impianti", (solo art. 8, 14, 16).
- Lgs 81/08 Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (nota come: Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro).
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra e di impianti elettrici pericolosi.
- PR 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi".

Le vigenti norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) applicabili, in particolare si rammentano:

- I 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 17-5 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici;
- CEI 17-113 - EN 60349-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri B.T.);

- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS);
- CEI 20-107 Cavi elettrici; Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;
- CEI 23-3 Interruttori automatici per sovracorrenti per impianti domestici o similari;
- CEI 23-9 Piccoli apparecchi di comando per usi domestici o similari;
- CEI 23-12 Prese a spina per usi industriali;
- CEI 31-87 - CEI EN 60079 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori ausiliari e telefonici;
- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
- UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;
- UNI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo;
- UNI EN 12464-1 Luce ed illuminazione. Illuminazione dei luoghi di lavoro all'interno;
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio;
- UNI 11224 Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi;
- CEI 79-2 "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature.";
- CEI 79-3 "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione.";
- CEI 79-4 "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi.".
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia radiante ricevuta;
- CEI EN 60904 Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;



- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility- interconnected photovoltaic inverters;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- CEI EN 60099-1(CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo - macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;



- CEI EN 61000-3-2(CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI EN 62053-21(CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23(CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- 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 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Eventuali guide CEI se citate nella presente specifica tecnica:

- VDE 0510 parte 2 par. 6.5 Corrente di ripple in batterie;
- EN 50091-1 Sistemi statici di continuità - norme generali e per la sicurezza;
- le prescrizioni della Società Distributrice dell'energia elettrica competente;
- le prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco;
- le prescrizioni della Società Telefonica;
- le normative e raccomandazioni dell'ISPESL;
- le prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali;
- le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo;
- le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità (IMQ) per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio;
- ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da eventuali Enti ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti;
- ogni altra Norma, leggi, decreti e regolamenti, vigenti o che siano emendati in corso d'opera, anche in tema di assicurazioni sociali e di pubblici lavori che trovino, comunque, applicabilità con i lavori di cui trattasi, compresi i relativi regolamenti e le prescrizioni comunali del sito, non escluso il Regolamento Comunale e Regionale per l'occupazione del suolo pubblico, lo scarico a rifiuto dei materiali di risulta e quanto altro necessario.

### 3.1. Sito di installazione

Il generatore fotovoltaico verrà installato sulla copertura dell'edificio adibito a uso di palazzetto del ghiaccio, sito nel comune di Torre Pellice. L'impianto presenta le seguenti caratteristiche:

- Località: Torre Pellice
- Latitudine: 044° 49 '
- Longitudine: 007° 13 '
- Altitudine slm: 516 m

Il dimensionamento energetico del generatore 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).

#### Dati tecnici

Superficie totale moduli:	350 mq
Numero totale moduli:	208
Numero totale inverter:	3
Potenza totale:	50.500 W
Potenza fase L1:	10.000 W
Potenza fase L2:	12.500 W
Potenza fase L3:	28.000 W

#### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 52999,46 kWh.

### 3.2. Dimensionamento dell'impianto

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento): in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

### 3.3. Descrizione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico di tipo grid-connected e montato sulla copertura è costituito da n°3 generatori fotovoltaici dalle seguenti caratteristiche:

- Generatore 1: Potenza installata 8KWp con 32 moduli da 250W;

- Generatore 2: Potenza installata 30KWp con 120 moduli da 250W;
- Generatore 3: Potenza installata 14KWp con 56 moduli da 250W.

**La potenza nominale complessiva dell'impianto è di 52 kWp per una produzione di 52999,46 kWh annui distribuiti su una superficie captante netta di 350 m<sup>2</sup>.**

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

### 3.4. Attenzione per l'ambiente

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, 52999,46 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90%, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio in 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 in TEP

Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]:	0,187
TEP risparmiate in un anno:	4,64
TEP risparmiate in 20 anni:	85,30

14

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

#### 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 di CO<sub>2</sub>
- Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]: 433
- Emissioni evitate in un anno [kg]: 28.903,13
- Emissioni evitate in 20 anni [kg]: 531.181,72
- Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2011

### 3.5. Radiazione 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" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di TORRE PELLICE (TO) avente latitudine 44° 49' N, longitudine 7° 13' E e altitudine di 516m.s.l.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a [kWh/m<sup>2</sup>]:

- Gennaio: 5
- Febbraio: 7,8
- Marzo: 12,2

- Aprile: 17
- Maggio: 19,6
- Giugno: 21,5
- Luglio: 23,5
- Agosto: 18,5
- Settembre: 13,5
- Ottobre: 9,3
- Novembre: 5,5
- Dicembre: 4,7

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 4105,99 kWh/m<sup>2</sup> (Fonte dati: UNI 10349).

### 3.6. Fattori morfologici 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.

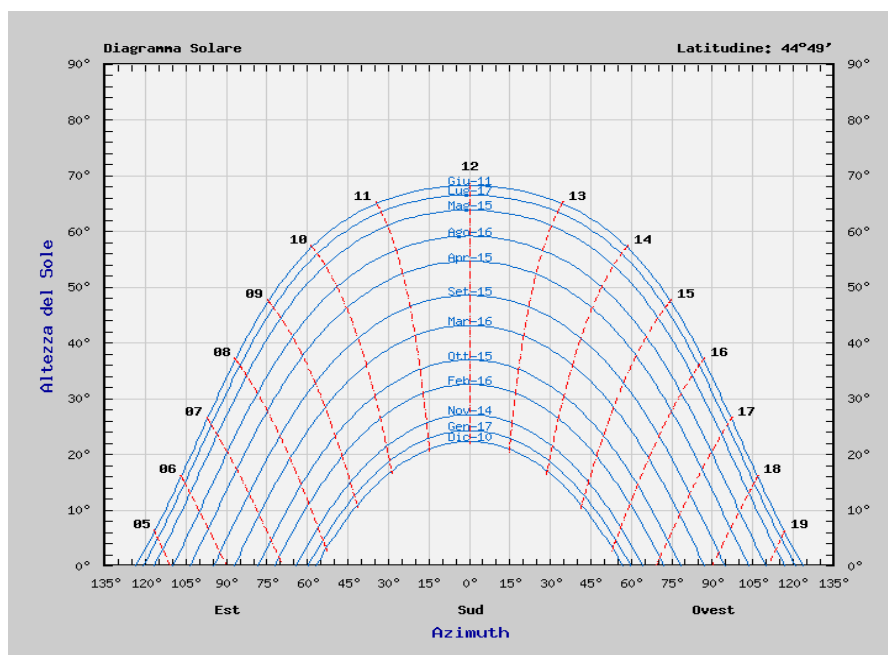
Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1.00.

Di seguito il diagramma solare per il comune di TORRE PELLICE.

#### Diagramma solare

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

TORRE PELLICE (MI) - Latitudine 44°49'N - Longitudine 7°13' E - Altitudine di 516m.s.l.m.,



### 3.7. Procedura di calcolo

#### Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli



eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati. Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- Perdite per riflessione.
- Perdite per ombreggiamento.
- Perdite per mismatching.
- Perdite per effetto della temperatura.
- Perdite nei circuiti in continua.
- Perdite negli inverter.
- Perdite nei circuiti in alternata.

### 3.8. Criterio di Verifica Elettrica

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

- Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).
- Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

#### **Tensione massima**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

#### **Tensione massima modulo**

Tensione di circuito aperto, Voc, a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

#### **Corrente massima**

Corrente massima (corto circuito) generata, Isc, minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

#### **Dimensionamento**

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

### **3.9. Strutture di sostegno**

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

### **3.10. Specifiche componenti dell'impianto**

Si specifica che gli eventuali riferimenti a marche e prodotti devono essere indicativi del livello di qualità del prodotto da fornire e quindi non prescrittivi intendendo quindi possibile ogni fornitura di prodotto simile ed a livello prestazionale equivalente.

#### **GENERATORE 1**

Il generatore, denominato "Generatore 1", ha una potenza pari a 8,00 kWp e una produzione di Energia annua pari a 8153,48 kWh, derivante da 32 moduli con una superficie totale dei moduli di 53,69 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

#### **Dati generali**

Posizionamento dei moduli: Non complanare alle superfici

Struttura di sostegno: Struttura di sostegno Fissa

Inclinazione dei moduli (Tilt): 3°

Orientazione dei moduli (Azimut): 0°

Irradiazione solare annua sul piano dei moduli 1: 1358,91 kWh/mq

Numero superfici disponibili: 1

Estensione totale disponibile: 94 mq

Estensione totale utilizzata: 53,69 mq

Potenza totale: 8,00 kW

Energia totale annua: 8153,48 kWh

## Moduli

Costruttore: SHUNDA o equivalente

Sigla: SDI-200/250-96M o equivalente

Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino

Numero Totale moduli: 32

Superficie totale moduli: 53,69 mq

## Configurazione inverter

MPPT1: Numero moduli 16, Stringhe per modulo 2x8

MPPT2: Numero moduli 16, Stringhe per modulo 2x8

## Inverter

Marca - Modello: Ingeteam – 10 TL o equivalente

Numero totale: 1

Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %): 100.00 % (VERIFICATO)

Tipo fase: Trifase

## Verifica elettriche

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<sub>m</sub> a 70 °C (439.91 V) maggiore di V<sub>mppt</sub> min. (360.00 V) VERIFICATO

V<sub>m</sub> a -10 °C (496.25 V) minore di V<sub>mppt</sub> max. (750.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima modulo

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V) VERIFICATO

### Corrente massima

Corrente max. generata (19,76 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (20,00 A) VERIFICATO

## GENERATORE 2

Il generatore, denominato "Generatore 2", ha una potenza pari a 30,00 kWp e una produzione di energia annua pari a 30.575,55 kWh, derivante da 120 moduli con una superficie totale dei moduli di 201,60 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

## Dati generali

Posizionamento dei moduli: Non complanare alle superfici

Struttura di sostegno: Struttura di sostegno Fissa

Inclinazione dei moduli: (Tilt) 3°

Orientazione dei moduli (Azimut): 0°

Irradiazione solare annua sul piano dei moduli 1: 1.368,53 kWh/mq

Numero superfici disponibili: 1

Estensione totale disponibile: 390,57 mq

Estensione totale utilizzata: 201,60 mq

Potenza totale: 30,00 kW

Energia totale annua: 30.575,55 kWh

### Moduli

Costruttore: SHUNDA o equivalente

Sigla: SDI-200/250-96M o equivalente

Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino

Numero Totale moduli: 120

Superficie totale moduli: 201,36 mq

### Configurazione inverter

MPPT1: Numero moduli 60, Stringhe per modulo 5x12

MPPT2: Numero moduli 56, Stringhe per modulo 5x12

### Inverter

Marca - Modello: Ingeteam – 28TL o equivalente

Numero totale: 1

Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %): 100.00 % (VERIFICATO)

Tipo fase: Trifase

### Verifica elettriche

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<sub>m</sub> a 70 °C (439.91 V) maggiore di V<sub>mppt</sub> min. (360.00 V) VERIFICATO

V<sub>m</sub> a -10 °C (496.25 V) minore di V<sub>mppt</sub> max. (750.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima modulo

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V) VERIFICATO

### Corrente massima

Corrente max. generata (24,7 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (30,00 A) VERIFICATO

## GENERATORE 3

Il generatore, denominato "Generatore 3", ha una potenza pari a 14,00 kWp e una produzione di Energia annua pari a 14.270,43 kWh, derivante da 56 moduli con una superficie totale dei moduli di 93,97 m².

Il generatore ha una connessione trifase.

### Dati generali

Posizionamento dei moduli: Non complanare alle superfici

Struttura di sostegno: Struttura di sostegno Fissa

Inclinazione dei moduli (Tilt): 3°

Orientazione dei moduli (Azimut): 0°

Irradiazione solare annua sul piano dei moduli 1: 1.368,53 kWh/mq

Numero superfici disponibili: 1



Estensione totale disponibile: 93,97 mq

Estensione totale utilizzata: 93,97 mq

Potenza totale: 14,00 kW

Energia totale annua: 14.373,74 kWh

### Moduli

Costruttore: SHUNDA o equivalente

Sigla: SDI-200/250-96M o equivalente

Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino

Numero Totale moduli: 64

Superficie totale moduli: 107,00 mq

### Cofigurazione inverter

MPPT1: Numero moduli 32, Stringhe per modulo 4x8

MPPT2: Numero moduli 24, Stringhe per modulo 3x8

### Inverter

Marca - Modello: Ingeteam – 12,5TL o equivalente

Numero totale: 1

Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %): 100.00 % (VERIFICATO)

Tipo fase: Trifase

### Verifica elettriche

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<sub>m</sub> a 70 °C (439.91 V) maggiore di V<sub>mppt</sub> min. (360.00 V) VERIFICATO

V<sub>m</sub> a -10 °C (496.25 V) minore di V<sub>mppt</sub> max. (750.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (900.00 V) VERIFICATO

### Tensione massima modulo

V<sub>oc</sub> a -10 °C (588.05 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V) VERIFICATO

### Corrente massima

Corrente max. generata (19,76 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (20,00 A) VERIFICATO

## 3.11. Schede tecniche

### Moduli Utilizzati

#### Dati generali

Costruttore: SHUNDA o equivalente

Sigla: SDI-200/250-96M o equivalente

Tecnologia costruttiva: Silicio monocristallino

#### Caratteristiche elettriche in condizioni stc

Potenza di picco [W]: 250.0 W

I<sub>mp</sub> [A]: 4,94

I<sub>sc</sub> [A]: 5,35

Efficienza [%]: 14,9

Vmp [V]: 50,6

Voc [V]: 60,5

#### Altre caratteristiche elettriche

Coeff. Termico Voc [%/°C]: -0,34

Coeff. Termico Isc [mA/°C]: 0,04

NOCT [°C]:  $45 \pm 2$  °C

Vmax [V]: 1.000

#### Caratteristiche meccaniche

Lunghezza [mm]: 1.580

Larghezza [mm]: 1.062

Superficie [m2]: 1,67

Spessore [mm]: 45

Peso [kg]: 20

Numero celle: 96

### 3.12. Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 25 kW. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni. Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

### 3.13. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

#### Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

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

- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## Conclusioni

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- 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 DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

## 4. COLLEGAMENTI ELETTRICI E TERMOFLUIDICI

Per il completamento degli interventi principali (fornitura in opera di impianto di cogenerazione e realizzazione impianto fotovoltaico) si rendono necessari i seguenti interventi:

1. Intervento a carico del quadro elettrico generale di media tensione finalizzato alla installazione di trasformatore voltmetrico ed alla sostituzione del relè di protezione dell'interruttore generale rendendo lo stesso idoneo alle disposizioni della CEI 0-16 per utenti attivi;
2. Intervento a carico del quadro elettrico generale di bassa tensione con inserimento delle seguenti protezioni: i) Interruttore tetrapolare con corrente ininterrotta nominale pari a 630A; ii) Quadro elettrico di interfaccia contenenti le seguenti protezioni: a) Interruttore di rincalzo del tipo scatolato con bobina di sgancio con corrente ininterrotta nominale pari a 500A; b) Interruttore di interfaccia per impianto di cogenerazione del tipo scatolato con comando motorizzato corrente ininterrotta nominale pari a 400A; c) Interruttore di interfaccia per impianto fotovoltaico del tipo scatolato con comando motorizzato corrente ininterrotta nominale pari a 100A
3. Fornitura in opera delle condutture elettriche di collegamento dall'impianto di cogenerazione (cavo tipo FG7M1 con sezione di fase pari a  $2 \times 120 \text{ mm}^2$ ) e dall'impianto fotovoltaico (cavo tipo FG7M1 con sezione di fase pari a  $35 \text{ mm}^2$ );

4. Fornitura in opera di sistema elettrico di alimentazione delle pompe sommerse di rilancio dalla vasca di raccolta delle acque bianche presente in corrispondenza del piazzale nord del Palazzetto;
5. Fornitura in opera di collegamenti termofluidici (tubazioni in acciaio nero coibentate con gomma a cellule chiuse e finitura esterna in lamina Armaflex o equivalente) a partire dal collettore principale del cogeneratore (lato recupero termico) e la centrale termica presente sulla copertura dell'edificio ed il serpentino di riscaldamento ad acqua di nuova installazione in corrispondenza della vasca di stoccaggio neve.

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete di distribuzione deve sottostare alle seguenti condizioni:

- non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete di distribuzione;
- deve interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete non siano compresi entro i valori comunicati dal Distributore;
- il dispositivo di parallelo dell'impianto di produzione non deve consentire il parallelo con la rete in caso di mancanza di tensione o valori di tensione e frequenza non compresi entro i valori comunicati dal Distributore.

Per garantire la separazione dell'impianto di produzione dalla rete di distribuzione in caso di perdita di rete deve essere installato un Dispositivo di Interfaccia (DDI).

Il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI), agendo sul DDI, separa l'impianto di produzione dalla rete di distributore evitando che:

- in caso di mancanza dell'alimentazione sulla rete, l'Utente possa alimentare la rete stessa;
- in caso di guasto sulla linea MT cui è connesso l'Utente attivo, l'Utente stesso possa continuare ad alimentare il guasto;
- in caso di richiusure automatiche o manuali di interruttori della rete di distribuzione il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete.

Sugli impianti di produzione, Utenti attivi, oltre al Dispositivo Generale (DG) devono essere previsti i seguenti dispositivi per garantire il parallelo con la rete:

- dispositivo di interfaccia (DDI), in grado di assicurare sia la separazione di una porzione dell'impianto dell'Utente (generatori e carichi privilegiati) permettendo il loro funzionamento in modo isolato, sia il funzionamento dell'impianto in parallelo alla rete;
- dispositivo di generatore (DDG) in grado di escludere dalla rete i soli gruppi di generazione singolarmente.

Il dispositivo generale, d'interfaccia e di generatore devono essere ubicati nell'impianto dell'Utente.

Il comando di apertura dei suddetti dispositivi deve poter essere effettuato sia manualmente da un operatore sia automaticamente dalle protezioni dell'Utente. La manovra dei dispositivi è di pertinenza dell'Utente.



Il dispositivo generale (DG) è definito dalla CEI 0-16 nel seguente modo: “Apparecchiatura di manovra e sezionamento la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale) assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete. Il DG è composto da un sezionatore generale immediatamente a valle del punto di consegna e da un interruttore generale posto immediatamente a valle del sezionatore oppure da un interruttore in esecuzione estraibile in grado di escludere dall'impianto di rete la connessione dell'intero impianto di utenza”. Il Dispositivo generale deve provvedere alle seguenti protezioni:

- sovraccarico  $I >$ , 51;
- cortocircuito polifase (ritardata),  $I >>$ , 51;
- cortocircuito polifase (istantanea),  $I >>>$ , 50;
- guasto monofase a terra  $I_{o>}$  (51N);
- doppio guasto monofase a terra,  $I_{o>>}$ , 50N;
- direzionale di guasto a terra per neutro compensato 67NC o neutro isolato 67NI.

Il dispositivo di interfaccia (DDI) è definito dalla CEI 0-16 nel seguente modo: “Una (o più) apparecchiature di manovra la cui apertura (comandata da un apposito sistema di protezione) assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, consentendo all'impianto di produzione stesso l'eventuale funzionamento in isola sui carichi privilegiati”.

Il DDI può essere installato sia sul lato MT che sul lato BT. Nel caso in cui venisse installato sul lato MT, esso deve essere costituito da un interruttore tripolare in esecuzione estraibile con sganciatore di apertura a mancanza di tensione oppure un interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e due sezionatori installati uno a monte e uno a valle dell'interruttore.

Per impianti con più generatori, il dispositivo di interfaccia deve essere di norma unico (in MT o in BT) e tale da escludere contemporaneamente tutti i generatori. Viene fatta maggior chiarezza sul foglio di interpretazione F1 della CEI 0-16 V2 edizione 2009-04, il quale definisce che, nel caso in cui il DDI sia installato sul lato MT esso può essere costituito da un interruttore tripolare con sganciatore di apertura a mancanza di tensione e un sezionatore installato a monte o a valle dell'interruttore.

L'eventuale presenza di due sezionatori (uno a monte e uno a valle del DDI) è da considerare da parte dell'Utente in funzione delle necessità di sicurezza in fase di manutenzione.

È possibile, per necessità impiantistiche, installare più protezioni di interfaccia, una per ogni generatore, in questo caso per non degradare l'affidabilità del sistema, il comando di intervento di ogni protezione deve agire su tutti i DDI presenti nell'impianto. Questo permetterà la disconnessione di tutti i generatori della rete in caso si verifichi un'anomalia dovuta anche da un solo SPI (Sistema di Protezione d'Interfaccia).

Nel caso in cui il Dispositivo di Interfaccia (DDI) coincidesse con il Dispositivo Generale (DG) è possibile avere tramite un solo relè la protezione dei dispositivi suddetti. Con questa soluzione è possibile accorpate in un unico apparecchio il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Interfaccia (SPI).