



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE  
SERVIZIO OPERE CIVILI  
UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO  
LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



Lavori di adeguamento dello  
stadio del fondo a Lago di Tesero  
Unità funzionale UF1.B

FASE PROGETTO :

PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA :

IMPIANTI

TITOLO TAVOLA :

Centro FIS  
Relazione tecnica impianto fotovoltaico

C. SIP:	C. SOC:		FASE PROGETTO :	TIPO ELAB. :	CATEGORIA :	PARTE D'OPERA :	N° PROGR.	REVISIONE :
E-90/000	5360	-	E	R	339	UF1.B	001	00

PROGETTO ARCHITETTONICO:

arch. Marco GIOVANAZZI

PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO:

ing. Marco SONTACCHI

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. Marco GELMINI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:

ing. Renato COSER

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. RENATO COSER

ISCRIZIONE ALBO N° 1 6 4 5

PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:

ing. Giovanni BETTI

Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :

arch. Silvano TOMASELLI

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:

ing. Gabriele DEVIGILI

CSP:

ing. Piero MATTIOLI

RELAZIONE GEOLOGICA:

geol. Mirko DEMOZZI

RELAZIONE ACUSTICA:

ing. Matteo AGOSTINI

NOME FILE : 5360-DR339-001

DATA REDAZIONE : Maggio 2023

**1. PREMESSA**

- 1.1 Generalità
- 1.2 Punto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete Ente Erogatore
- 1.3 Denuncia all'Agenzia delle dogane
- 1.4 Iter di connessione con l'Ente Erogatore

**2. NORME TECNICHE APPLICABILI**

**3. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

- 3.1 Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico
- 3.2 Descrizione pannelli fotovoltaici adottati
- 3.3 Descrizione inverter adottato e degli ottimizzatori
- 3.4 Protezioni adottate
- 3.5 Struttura di sostegno pannelli fotovoltaici
- 3.6 Quadri elettrici
- 3.7 Connessioni e cavi elettrici
- 3.8 Messa a terra

**4. REQUISITI GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

- 4.1 Prescrizioni aggiuntive per ridurre il rischio elettrico
- 4.2 Documentazione
- 4.3 Segnaletica di sicurezza

**5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO E PRODUZIONE DI ENERGIA**

- 5.1 Configurazione impianto
- 5.2 Produzione energia elettrica

**6. COLLAUDO E VERIFICHE**

## **1. PREMESSA**

### **1.1 Generalità**

Il nuovo impianto fotovoltaico, previsto sulla copertura del centro Fisi, avrà una potenza nominale di 20,4 kWp e produrrà energia elettrica che in parte verrà utilizzata istantaneamente dai carichi del centro di fondo (autoconsumo) ed in parte verrà immessa in rete (eccedenze).

### **1.2 Punto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete Ente Erogatore**

Il punto di connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete è ubicato nel locale quadro elettrico power center del centro di fondo.

### **1.3 Denuncia all'Agenzia delle dogane**

Gli impianti PV di potenza superiore a 20 kW, come nel nostro caso, che consumano anche in parte l'energia prodotta, devono essere denunciati all'Ufficio dell'Agenzia delle Dogane competente per territorio (ufficio delle Dogane di Trento in via Vannetti, 13 Telefoni: 0039 – 0461/277911 – 0039 – 0461/272200) al fine di ottenere la licenza di officina elettrica. Nel nostro caso, dato che sono previsti usi propri dell'energia prodotta, è necessario inviare la denuncia attività sostitutiva al termine dei lavori.

### **1.4 Iter connessione con l'Ente Erogatore**

L'Iter semplificato con stipula di contratto di ritiro dedicato.

## **2. NORME TECNICHE APPLICABILI**

### **A. Norme CEI**

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- 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 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 17-13/1 (EN 60439-1): Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 82-15 (EN 61724): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici

emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

**B1. Per la sicurezza:**

- D.L.gs .9/4/08 n.81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

**B2. Per i materiali:**

- D.P.R. n. 246 del 21.04.1993 (regolamento di attuazione della direttiva CEE 89/106 relativa ai prodotti da costruzione.

**B3. Gli impianti elettrici saranno realizzati nel rispetto di tutta la legislazione e la normativa vigente, con particolare attenzione alle seguenti disposizioni:**

- DM 37 del 2008 "Norme per la sicurezza degli impianti".

### **3. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

#### **3.1 Descrizione generale dell'impianto fotovoltaico**

L'effetto fotovoltaico (f.v.) converte la luce solare in energia elettrica, sotto forma di corrente continua. L'unità di misura della potenza installata è il Watt di picco (Wp) e corrisponde alla potenza erogabile da un generatore fotovoltaico in condizioni elioclimatiche standard (radiazione solare di 1.000 W/mq e temperatura di giunzione di 25 °C).

Di seguito si descrive il generatore fotovoltaico

- 51 pannelli fotovoltaici della potenza nominale di 400 Wp. I moduli sono complanari alla superficie del tetto e quindi inclinati di 10° circa sul piano orizzontale. La potenza elettrica complessiva dell'impianto è ricavata dal prodotto del numero dei pannelli installati per la potenza nominale del singolo pannello:

$$51 \text{ pannelli} * 0,40 \text{ kWp/pannelli} = 20,4 \text{ kWp}$$

- n.1 inverter trifase della potenza nominale di P=17kW;
- quadro lato corrente alternata (quadro unico che comprende la linea proveniente dall'inverter fotovoltaico tribune);
- interruttore generale DG installato all'interno del quadro generale del centro di fondo;
- tubazioni necessarie per il collegamento al punto di connessione alla rete e per il collegamento delle stringhe sulla copertura.

#### **3.2 Descrizione pannelli fotovoltaici adottati**

La scelta progettuale prevede pannelli fotovoltaici costituiti da celle solari in silicio monocristallino di nuova generazione di potenza nominale 400W, delle dimensioni esterne 1.821 x 1016 x 30 mm (altezza x larghezza x spessore), efficienza del modulo 20,3%, Voc=48,8V, Vmp=42,1V, coefficiente di

temperatura di Voc -0,24%/°C. La scelta progettuale prevede pannelli con cornice, celle fotovoltaiche e back sheet di colore nero.

### **3.3 Descrizione inverter adottato e degli ottimizzatori**

L'impianto è gestito da un inverter trifase idoneo per l'impiego di ottimizzatori di potenza. Le caratteristiche principali sono:

dati uscita: potenza nominale in uscita 17.000W, tensione in uscita 400/230V alla frequenza di 50 Hz, corrente in uscita massima 24,6A, senza trasformatore, grado di efficienza massima 98%;

dati ingresso: massima tensione di sistema 1000Vdc, tensione nominale 750Vdc, potenza massimo lato dc 22.950W, corrente massima lato DC 24,6;

comunicazioni: rete ethernet, RS485.

La protezione di interfaccia è esterna all'inverter e conforme alla norma CEI 0-16. L'inverter deve essere specificatamente progettato per funzionare con ottimizzatori di potenza a livello di singolo modulo o di coppia di moduli. L'impiego di ottimizzatori di potenza consente:

- ridurre tutte le tipologie di perdite dovute a disaccoppiamento dei moduli, o dalla tolleranza di fabbricazione dall'ombreggiamento parziale;
- aumentare la lunghezza delle stringhe riducendo i costi di installazione;
- riduzione automatica della tensione a livello di modulo in caso di inverter spento o standby (sicurezza di installatori e vigili del fuoco);
- monitoraggio dell'impianto a livello di singolo ottimizzatore.

### **3.4 Protezioni adottate**

L'impianto è provvisto delle seguenti protezioni:

- da sovratensione di ingresso lato c.c. mediante limitatori di sovratensione;
- sezionatore lato c.c. con fusibili;
- inverter: protezione da inversione di polarità, protezione da sovratensione, anti islanding, protezione per correnti residue;
- da sovratensione in uscita lato c.a. mediante limitatori di sovratensioni;
- protezioni dalle sovracorrenti lato c.c.: il cavo scelto di sezione 6mmq è in grado di sopportare la massima corrente di corto circuito nelle condizioni più severe.

### **3.5 Struttura di sostegno pannelli fotovoltaici**

Il sistema di fissaggio dei pannelli fotovoltaici deve essere idoneo per copertura in lamiera aggraffata; pertanto occorre prevede l'impiego di:

- morsetti idonei per la tipologia di lamiera aggraffata prevista nel progetto architettonico (tonda, arrotondata, curva, ecc.); utilizzati per il fissaggio del profilo o barra lineare;
- profilo o barre in alluminio a doppia fenditura fornito di lunghezza variabile;

- set completo costituito da graffe terminali, giunto per barre, collari, giunti terminali, ecc.

### **3.6 Quadri elettrici**

Il progetto prevede i seguenti quadri elettrici:

- quadro lato corrente continua provvisto di sezionatori con fusibili da 1.000V e limitatori di sovratensione;
- quadro lato corrente alternata contenente le protezioni magnetotermiche, il dispositivo e la protezione di interfaccia e le protezioni del contatore dell'energia prodotta. Il quadro è in comune con l'impianto fotovoltaico dell'edificio tribune.

### **3.7 Connessioni e cavi elettrici**

I collegamenti elettrici tra moduli fotovoltaici che compongono ciascuna stringa verranno realizzati con cavi solari tipo H1Z2Z2-K e connettori portamaschio e portafemmina completamente isolati e protetti da inversione di polarità. I "cavi solari" previsti in progetto, ed utilizzati per i collegamenti all'aperto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- funzionamento per almeno 25 anni in condizioni di uso normali;
- conforme ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11);
- tensione nominale di esercizio anime 1.500 V c.c;
- tensione nominale di esercizio guaina 1.800 V c.c;
- temperatura massima di esercizio: 90 °C;
- temperatura minima di esercizio: -40 °C;
- resistere ai raggi UV, all'acqua, ozono e in genere alle intemperie;
- essere idoneo per sopportare a regime temperature fra - 40 °C e + 120 °C;
- di sezione almeno 6mmq e di colore idoneo (rosso per polarità positiva e nero per polarità negativa).

I cavi da utilizzare per il percorso dall'inverter al centralino contatore sono di tipo FG16OR16 di sezione indicata nello schema unifilare.

### **3.8 Messa a terra**

Gli inverter sono sprovvisti di trasformatore, il sistema fotovoltaico diventa un'estensione della rete, la quale ha un punto a terra. La messa a terra delle masse lato c.c. (profili strutturali) è necessaria per il corretto funzionamento del dispositivo di controllo dell'isolamento inserito nell'inverter.

## **4. REQUISITI GENERALI DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **4.1 Prescrizioni aggiuntive per ridurre il rischio elettrico**

Al fine di ridurre ulteriormente il rischio elettrico occorre eseguire una manutenzione programmata dell'intero impianto fotovoltaico. Il committente si assume l'onere di eseguire la manutenzione

programmata dell'intero generatore fotovoltaico secondo le indicazioni riportate sui manuali di uso e manutenzione dell'inverter e dei componenti dell'impianto. I risultati delle verifiche e controlli saranno riportati su un apposito registro.

#### **4.2 Documentazione**

Al termine dei lavori dovrà essere acquisita la documentazione prevista dal D.M. 22 gennaio 2008, n.37 ovvero la dichiarazione di conformità dell'intero impianto fotovoltaico.

#### **4.3 Segnaletica di sicurezza**

Si prevede che l'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori siano segnalati con apposita cartellonistica conforme al D.Lgs. 81/2008. In particolare la cartellonistica dovrà riportare la seguente dicitura:

**ATTENZIONE: IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN TENSIONE  
DURANTE LE ORE DIURNE (1.000 Volt)**

La segnaletica verrà installata:

- in prossimità dell'inverter.

### **5. CONFIGURAZIONE IMPIANTO E PRODUZIONE DI ENERGIA**

#### **5.1 Configurazione impianto**

La configurazione dell'impianto è stata verificata con apposito configuratore; si sono ottenuti i seguenti risultati:

- n.1 stringa composta da 25 pannelli e 25 ottimizzatori per stringa;
- n.1 stringa composta da 26 pannelli e 26 ottimizzatori per stringa.

#### **5.2 Produzione energia elettrica**

La produzione di energia elettrica stimata è pari a 20.809 kWh/annuo come indicato nella tabella seguente.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

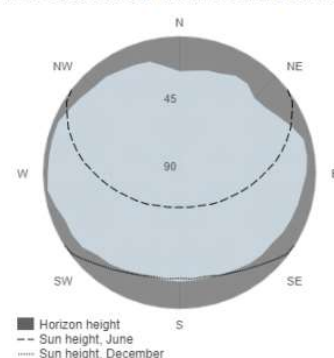
**Provided inputs:**

Latitude/Longitude: 46.283, 11.523  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-SARAH2  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 20.4 kWp  
System loss: 14 %

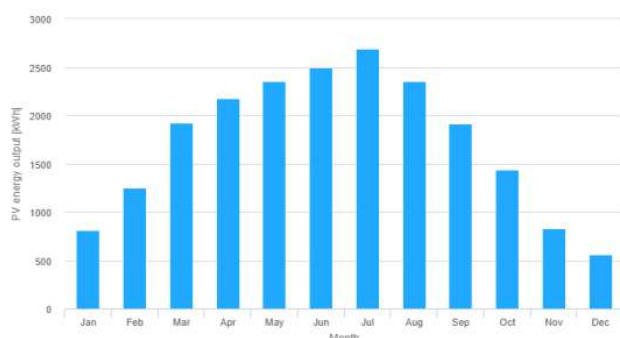
**Simulation outputs**

Slope angle: 8 °  
Azimuth angle: -25 °  
Yearly PV energy production: 20809.32 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 1301.44 kWh/m²  
Year-to-year variability: 810.32 kWh  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -3.69 %  
Spectral effects: 1.46 %  
Temperature and low irradiance: -6.73 %  
Total loss: -21.62 %

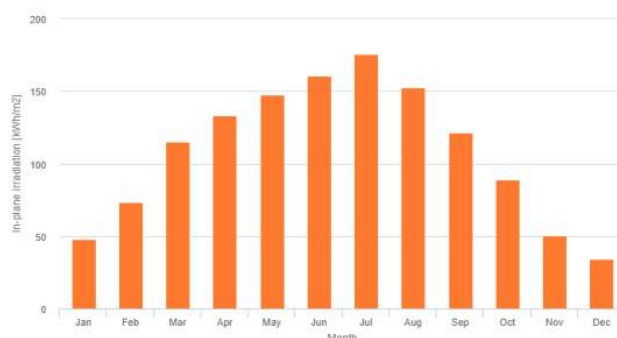
**Outline of horizon at chosen location:**



**Monthly energy output from fix-angle PV system:**



**Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:**



**Monthly PV energy and solar irradiation**

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	813.0	47.9	147.0
February	1253.8	73.4	153.6
March	1921.3	115.1	205.7
April	2174.0	133.3	305.9
May	2354.2	147.5	305.9
June	2496.6	160.7	284.0
July	2692.5	175.6	214.6
August	2354.2	152.6	221.7
September	1914.0	121.6	194.0
October	1441.0	88.8	223.5
November	832.6	50.8	249.8
December	562.0	34.2	104.1

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

## 6. COLLAUDO E VERIFICHE

Prima della messa in esercizio dell'impianto l'impresa esecutrice dei lavori dovrà eseguire le seguenti prove/esami:

### Esami a vista

#### **Moduli:**

- fissaggio dei moduli e delle eventuali strutture di sostegno
- integrità dei PE e stato dei morsetti di terra;
- idoneità targhette e marcature.

#### **Cavi:**

- tipo di cavo e posa ed identificazione dei circuiti.



### **Quadri e scatole derivazioni**

- Installazione come da progetto;
- Morsetti: idoneità e serraggio;
- Integrità dei PE e stato dei morsetti di terra;
- Idoneità targhe e marcature.

### **Inverter**

- corretta installazione;
- segnalazione di corretto funzionamento, allarme o avaria;
- collegamenti alle stringhe o ai quadri intermedi;
- ventilazione;
- idoneità targhe e marcature.

### **Misure di tensione e di corrente**

- misura a vuoto delle singole stringhe sezionate e confrontate con i valori di targa;
- misura della corrente alle singole stringhe.

### **Prove dell'inverter**

Per verificare il corretto funzionamento dell'inverter occorre effettuare una prova di avviamento dell'impianto ed una prova di mancanza della rete elettrica.

Data: aprile 2023

Il Tecnico

