

COMUNE DI SANTA MARGHERITA LIGURE
Piazza Mazzini, 46
16038 SANTA MARGHERITA LIGURE (GE)

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SULLE COPERTURE DELLA
SCUOLA PRIMARIA A.R. SCARSELLA, DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA SAN
SIRO E DEL PALAZZO COMUNALE

C – IMPIANTO DELLA POTENZA DI 16,92 kWp SULLA COPERTURA DEL
PALAZZO COMUNALE IN PIAZZA MAZZINI CIV 46

Livello Progettuale: DEFINITIVO/ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

Rapallo/Genova Aprile 2013

*Il Responsabile del
Procedimento*

I Progettisti

Per. Ind. Alessandro Marini

Arch. Marco Lari

1. Premessa

La presente relazione tecnica descrive gli interventi da realizzarsi, le caratteristiche tecniche dei materiali da utilizzarsi ed i riferimenti normativi da rispettare relativamente alla realizzazione, di un impianto fotovoltaico della potenza nominale di 16,92 kWp, destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connesso alla rete di utente, a valle del dispositivo generale.

Il sito di installazione è individuabile sulla copertura orientata a sud del Palazzo Comunale sito in Piazza G. Mazzini a Santa Margherita Ligure.

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione e provvederà a coprire parte del fabbisogno energetico dell'utenza che andrà a servire.

2. Classificazione delle zone oggetto della presente relazione

Ai fini delle norme elaborate dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) il sito di installazione del campo fotovoltaico è identificabile come "ambiente ordinario" mentre il sito di installazione della rete di collegamento con l'impianto di distribuzione è identificabile come "ambiente a maggior rischio in caso di incendio", argomento delle prescrizioni contenute della norma CEI fascicolo 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V c.c.", in quanto l'attività svolta è ricompresa fra quelle di cui all. B al D.M. 16/02/1982.

3. Elenco disegni

La presente relazione tecnica fa riferimento al seguente elenco disegni:

Tav. C001 – Stato attuale – Piante sezioni, prospetti e cartografia

Tav. C002 – Stato progetto – Piante sezioni, prospetti e particolari di dettaglio

Tav. C003 – Raffronto – Piante sezioni, prospetti e particolari di dettaglio

Tav. C004 – Schema elettrico

4. Termini e definizioni

Nella presente relazione verranno utilizzati i termini e le definizioni riportate nell'art. 2 del D.M. 5 maggio 2011, "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare" che qui, limitatamente alla parte di interesse, sono nel seguito elencati:

- ❖ impianto o sistema solare fotovoltaico (o impianto fotovoltaico) è un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli fotovoltaici, nel seguito denominati anche moduli, uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e altri componenti elettrici minori;
- ❖ potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto, determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni nominali;
- ❖ condizioni nominali sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo un protocollo definito dalle norme CEI EN 60904-1;
- ❖ energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico è l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore, prima che essa sia resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica;
- ❖ punto di connessione è il punto della rete elettrica, di competenza del gestore di rete, nel quale l'impianto fotovoltaico viene collegato alla rete elettrica;
- ❖ data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico è la prima data utile a decorrere dalla quale sono verificate tutte le seguenti condizioni:
 - a. l'impianto è collegato in parallelo con il sistema elettrico;
 - b. risultano installati tutti i contatori necessari per la contabilizzazione dell'energia prodotta e scambiata o ceduta con la rete;
 - c. risultano attivi i relativi contratti di scambio o cessione dell'energia elettrica;
 - d. risultano assolti tutti gli eventuali obblighi relativi alla regolazione dell'accesso alle reti;
- ❖ soggetto attuatore è il Gestore dei servizi elettrici - GSE S.p.a., già Gestore della rete di trasmissione nazionale S.p.a., di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 2004;
- ❖ produzione annua media di un impianto è la media aritmetica, espressa in kWh, dei valori dell'energia elettrica effettivamente prodotta, di cui alla lettera e), negli ultimi due anni solari, al netto di eventuali periodi di fermata dell'impianto eccedenti le ordinarie esigenze manutentive;

- ❖ servizio di scambio sul posto è il servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, come disciplinato dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 10 febbraio 2006, n. 28/06 ed eventuali successivi aggiornamenti.

5. Norme e leggi di riferimento

Nella elaborazione degli interventi di realizzazione dell'impianto e nell'elaborazione del progetto si fa riferimento alle seguenti normative e dispositivi di legge :

Per gli impianti di uso generale

- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Norme generali ;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo ;
- CEI 11-27 Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua ;
- CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione ;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori in bassa tensione (Fino a 1.000 V in C.A. e 1.500 V in C.C.) ;
- Legge 01/03/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, ed impianti elettrici ed elettronici ;
- D.M. 22/01/2008 n. 37 Regolamentorecante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

Per la parte fotovoltaica

- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici, in particolare, la CEI EN 61215 per i moduli in silicio cristallino.
- conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e il gruppo di conversione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;
- norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di Conversione
- norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (ECM) e la limitazione delle emissioni in RF
- Guida CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione

Per il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto

- norma CEI 0 –21 e allegato Terna A70 per il collegamento alla rete pubblica;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;
- legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della pubblicazione della presente specifica, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

6. Dati di progetto

Dati di progetto di carattere generale

Committente:	Comune di Santa Margherita L. – Piazza Mazzini, 46 – 16038 Santa Margherita Ligure
Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione in bt da installarsi sulla copertura del Palazzo Comunale sito in Piazza Mazzini, 46
Vincoli da rispettare	Zona soggetta a vincolo ambientale Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e normativa di unificazione ENEL Impatto visivo contenuto Il convertitore statico e i quadri saranno posizionati ai piedi dell'edificio

Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Temperatura:	
min/max all'interno degli edifici	+10°C/+35°C
min/max all'aperto	-10°C/+40°C
Condizioni ambientali speciali	Nessuna

Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

Dati del collegamento elettrico:

Tensione nominale (Un)	400 V \pm 10%
Frequenza	50 Hz \pm 2%
Potenza impegnata	62 kW
Codice POD	IT001E04253325
Misura dell'energia	Contatore inst. nel punto di consegna ENEL

Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

Caratteristiche area di installazione:	Copertura a debole pendenza
Posizione quadro di parallelo e distribuzione:	esterna
Posizione inverter:	esterna

7. Criteri adottati per le scelte progettuali

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali è stata basata la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- ❖ Soddisfazione di massima dei requisiti di base imposti dalla committenza;
- ❖ Rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- ❖ Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ❖ Ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- ❖ Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

In particolare l'impianto è progettato per avere:

- una potenza lato corrente continua superiore all'85% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento;
- una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua (efficienza del gruppo di conversione);

e, pertanto, una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento;

8. Descrizione del sistema

Caratteristiche dell'impianto

L'impianto in oggetto, di tipo trifase, sarà composto dall'assieme di tre impianti monofasi aventi potenza pari a 5,64 kWp.

Il generatore fotovoltaico di ciascun impianto monofase è ottenuto collegando due stringhe di 12 moduli al gruppo di conversione. Le stringhe saranno sezionabili e provviste di diodo di blocco. Ciascun modulo è provvisto di diodi di by-pass. L'uscita delle stringhe è provvista di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore fusibilato per il collegamento al gruppo di conversione. Il quadro elettrico contenente i suddetti componenti oltre a essere conforme alle norme vigenti, dovrà possedere un grado di protezione adeguato alle caratteristiche ambientali del suo sito d'installazione.

Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Il gruppo di conversione indicato negli elaborati progettuali, è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Il gruppo di conversione previsto è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni, e in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, sarà integrato sul gruppo di conversione. Dette protezioni saranno corredate di una certificazione di tipo, emessa da un organismo accreditato.

Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica sarà effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente ed in particolare verrà realizzato sul quadro di distribuzione generale del plesso scolastico.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa viene ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la sua parte dovrà essere opportunamente protetta.

Nella tavola "Schema elettrico del sistema" è riportato lo schema di collegamento dell'impianto alla rete elettrica di distribuzione, nel caso specifico di applicazione del regime di scambio sul posto dell'energia elettrica.

I componenti dell'impianto fotovoltaico collegato in parallelo alla rete sono:

- moduli fotovoltaici;
- strutture di supporto dei moduli fotovoltaici;
- quadri di parallelo e protezione stringhe (string box)
- convertitore statico corrente continua/corrente alternata;
- cavi elettrici bassa e media tensione;
- sistema di controllo e monitoraggio
- impianto di messa a terra

Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per il progetto sono del tipo in silicio policristallino con celle aventi trattamento antiriflesso di produzione europea.

I moduli in silicio policristallino previsti presentano il miglior rendimento (rapporto tra la potenza erogata e la superficie occupata) ed inoltre presentano un aspetto estetico particolarmente gradevole.

Le caratteristiche elettriche tipiche, misurate a STC (STC= Standard Test Condition: AM=1.5; E=1kW/m²; T=25°C), sono le seguenti:

tipo		Silicio policristallino
potenza di picco	Wp	235
tolleranza rispetto alla Pmax	%	± 3
tensione al punto di massima potenza	V	29,5
corrente al punto di massima potenza	A	7,97
tensione a vuoto	Vcc	37
corrente di corto circuito	A	8,54
lunghezza	mm	1560
larghezza	mm	990
spessore	mm	50
peso	kg	19,8
cornice		alluminio anodizzato
garanzia sulle prestazioni	anni	25

Convertitore statico corrente continua/corrente alternata

Il convertitore statico sarà realizzato mediante n. 3 inverter monofase della potenza di 5000 W da ubicarsi ai piedi dell'edificio. Il collegamento in parallelo delle uscite in alternata sarà realizzato all'interno del quadro di distribuzione e parallelo, realizzato vetroresina, da collocarsi immediatamente a valle del gruppo di conversione.

L'inverter avrà le seguenti caratteristiche:

Dati Generali

– Rendimento massimo	97%
– Consumo in funzione	7 W
– Consumo in Stand By	0,5 W
– Tipo di raffreddamento	Ventilazione naturale
– Grado di protezione	IP 65
– Dimensioni (l x p x h)	470 x 445 x 180 mm.
– Peso	Kg. 22
– Temperatura di lavoro	- 25 +60 °C
– Umidità relativa	95%

Ingresso CC

– Potenza Generatore FV	5300 W
– Tensione max ingresso	550 V
– Tensione di Lavoro	175-440 V

Uscita CA

– Potenza nominale in CA	5000 W
– Potenza CA max.	5000 W
– Corrente d'uscita max.	22A
– Tensione nominale / intervallo	220 V – 240 V / 180 V – 260 V
– Frequenza di rete CA	50 Hz / \pm 4,5 Hz
– Fattore di potenza (cosfi)	1
– Allacciamento CA	monofase
– Grado di efficienza max.	98,00%

- Euro-eta 97,70%
- Livello rumorosità 35,5 dB

Un display alfanumerico alloggiato sul pannello frontale degli inverter consentirà la lettura dei principali parametri elettrici caratteristici dell'impianto fotovoltaico.

Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

La struttura di sostegno dei moduli, interamente in alluminio, sarà realizzata mediante traverse dotate di vaschetta portatacavi sulle quali saranno fissati i moduli fotovoltaici tramite bulloni e piastre di bloccaggio. Le traverse saranno fissate alla copertura esistente in lamiera sandwich attraverso una sottostruttura in profilati ad L che andrà ad utilizzare gli stessi elementi di fissaggio della lamiera agli barcarecci lignei.

Tale struttura garantisce una facilità nell'installazione ed una modularità necessaria per le possibili operazioni di manutenzione e sostituzione dei moduli.

Il campo fotovoltaico sarà installato nella tipologia definita retrofit ovvero andrà ad installarsi al di sopra degli elementi di copertura.

Quadro di protezione stringhe e di protezione linea inverter

Ciascuna stringa componente il campo fotovoltaico farà capo ad un quadro di protezione, composto da carpenteria del tipo a cassa in materiale termoplastico con grado di protezione IP 65, equipaggiato, per ogni stringa, da una base portafusibili sezionabile e da uno scaricatore contro le sovratensioni di linea.

Il collegamento in parallelo delle uscite in alternata sarà realizzato all'interno del quadro di distribuzione e parallelo, realizzato vetroresina, da collocarsi immediatamente a valle del gruppo di conversione secondo le indicazioni dello schema allegato.

Cavi elettrici

Generalità

I cavi oggetto della fornitura saranno progettati, costruiti e posati in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti (si dovranno considerare le più recenti edizioni pubblicate) :CEI Norma 20-11, CEI Norma 20-13, CEI Norma 20-19, CEI Norma 20-20, CEI Norma 20-21, CEI Norma 20-22,

CEI Norma 20-24, CEI Norma 20-29, CEI Norma 20-34, CEI Norma 20-35, CEI Norma 20-38, CEI Norma 20-40, CEI Norma 64-8/5, CEI UNEL TABELLA 35024/1 e CEI Norma 11.17

Prescrizioni generali

Al fine di salvaguardare l'integrità dei cavi, durante le necessarie fasi di piegatura e raddrizzatura effettuate durante la posa in opera, la temperatura delle condutture non dovrà essere inferiore a 0°C per i tipi isolati o con guaina e -25°C per quelli con isolante e rivestimento protettivo a base di materiali elastomerici e con guaina a base di polietilene.

Tali limiti di temperatura dovranno essere riferiti ai cavi e non all'ambiente; nel caso in cui le condutture siano rimaste immagazzinate per un lungo periodo in ambienti a basse temperature sarà necessario, prima di procedere alla posa in opera, lasciare i cavi per un congruo numero di ore in ambienti a temperature superiori.

Durante la posa in opera i cavi non dovranno subire alcun danno, a tal riguardo si dovrà porre particolare attenzione agli sforzi da tiro, al raggio di curvatura e alle abrasioni.

Per quanto riguarda gli sforzi da tiro sarà necessario evitare eccessive sollecitazioni climatiche dovute all'inerzia rotatoria della bobina da cui il cavo verrà svolto.

La presa sulla testa del cavo dovrà essere effettuata mediante accorgimenti che ne evitino il danneggiamento. Lo sforzo massimo di trazione non dovrà superare i valori massimi previsti dalle Norme CEI 20-40 art. 4.4.1. Durante il tiro si dovrà evitare che il cavo giri sul proprio asse.

I raggi di curvatura dei cavi dovranno essere misurati sulla loro generatrice interna; durante le operazioni di posa i raggi di curvatura minima da adottare dovranno essere scelti in base a quanto indicato dal costruttore e in accordo con quanto prescritto dalle Norme CEI 11-17 . 20-19, 20-20.

Per evitare abrasioni alla guaina dei cavi il condotto non dovrà avere spigoli salienti o bave, siano esse di metallo, calcestruzzo o materiale sintetico.

Cavi di bassa tensione

Caratteristiche tecniche

I cavi di bassa tensione previsti sono le condutture che dovranno realizzare i collegamenti fra i componenti in corrente alternata. Detti cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

sezione :	vedi schemi unifilari
sigla :	FG7R - FG7OR
isolante :	gomma ad alto modulo qualità G7
tensione nominale :	600 V
tensione massima :	1 kV
guaina :	PVC

Cavi solari

Caratteristiche tecniche

I cavi di “solari” previsti sono le condutture che dovranno realizzare i collegamenti fra i moduli fotovoltaici e i gruppi di conversione. Detti cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

sezione :	vedi schemi unifilari
sigla :	FG7M2 (PV)
isolante :	mescola elastomerica qualità M2
tensione nominale CC :	0,9 kV
tensione massima CC:	1,5 kV
guaina :	mescola plastomerica qualità M2

Connessioni ed identificazione

Il collegamento dei cavi lato corrente continua saranno realizzati mediante connettori MC3 o MC4 in funzione della predisposizione dei moduli fotovoltaici. Tutte le altre connessioni verranno realizzate con terminali a capocorda di tipo a compressione.

Particolare cura dovrà essere riposta nella sigillatura delle terminazioni, al fine di preservare il cavo da un precoce invecchiamento, a tale scopo potranno essere utilizzati sigillanti termorestringenti e autoagglomeranti che fascino la terminazione nel tratto sguainato e interessato dal capocorda di connessione.

Per quanto riguarda l'identificazione i cavi saranno fascettati, nei tratti terminali, con nastro del colore necessario ad individuare la loro funzione ed in particolare:

- ❖ giallo/verde per i conduttori di protezione e collegamenti equipotenziali
- ❖ blu chiaro per il conduttore di neutro
- ❖ marrone, grigio e nero per i conduttori di fase
- ❖ rosso e nero per le parti in corrente continua

I cavi saranno dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione.

I cavi dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

La caduta di tensione totale, valutata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso cc del gruppo di conversione dovrà essere mantenuta entro l'1% e comunque tale da garantire la potenza in uscita. Le sezioni saranno scelte in modo da contenere le perdite nei limiti di cui alle prove di accettazione.

Sistema di Controllo e Monitoraggio (SCM)

Il sistema sarà dotato di un sistema di acquisizione dati, essenzialmente costituito da un insieme di sensori e/o convertitori, da un acquisitore con capacità di memorizzazione dei dati e da un modulo di trasmissione degli stessi.

Ai fini della verifica del funzionamento e dell'analisi delle prestazioni di un impianto fotovoltaico, è prevista, di norma, la misura delle seguenti grandezze: potenza in uscita dai gruppi di ed energia prodotta.

Impianto di messa a terra

La messa a terra di tutte le carcasse delle apparecchiature dell'impianto fotovoltaico esposte (moduli fotovoltaici e strutture di sostegno) secondo la normativa vigente verrà effettuata collegandole all'impianto di messa a terra esistente, mediante corda di rame con guaina giallo-verde di adeguata sezione; è importante notare che l'equipotenzialità fra questi elementi viene garantita dal collegamento meccanico.

9. Funzionamento del sistema

Il sistema avrà un funzionamento completamente automatico e non richiede ausilio esterno per il regolare esercizio.

Durante le prime ore della giornata, quando è raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema inizia automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico, modificando la tensione (corrente) lato continua per estrarre la massima potenza del campo.

10. Prestazioni del sistema

Dati di irraggiamento solare

Come per qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni-tipo, ed alla norma UNI 10349 precedentemente richiamata.

Località: Santa Margherita Ligure Lat. 44,20°N; Long. 9,13°E;
 Campo fotovoltaico con orientamento SUD (Angolo di Azimuth 6°)
 Angolo inclinazione moduli (tilt) = 6°

Mese	Radiazione giornaliera media mensile su superficie orizzontale (kWh/m²/d)	Radiazione giornaliera media mensile su superficie inclinata esposta a sud (kWh/m²/d)
Gennaio	1,27	1,90
Febbraio	1,81	2,35
Marzo	2,85	3,32
Aprile	3,83	4,04
Maggio	4,72	4,66
Giugno	5,18	4,96
Luglio	5,35	5,19
Agosto	4,62	4,76
Settembre	3,44	3,88
Ottobre	2,31	2,97
Novembre	1,31	1,83
Dicembre	1,07	1,61

Da questi dati si desume che l'energia solare ricevuta mediamente in un anno su superficie orizzontale e sulle superfici inclinata è pari a :

		Annuale
Radiazione solare (orizzontale)	KWh/m²	1.150
Radiazione solare Gm (superficie inclinata)	KWh/m²	1.260

11. Bilanci di potenza ed energia

L'impianto è stato progettato per avere:

- una potenza lato corrente continua superiore all'85% della potenza nominale del generatore fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento;
- una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 90% della potenza lato corrente continua (efficienza del gruppo di conversione);

e, pertanto, una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.

Infatti si ha una Potenza di picco (P_{tot}) dell'impianto fotovoltaico (in corrente continua) definita come la somma delle potenze dei singoli moduli che lo compongono misurate in condizioni standard (radiazione 1kW/m^2 , 25°C) pari a :

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 235 \times 72 = 16.920 \text{ Wp} = 16,92 \text{ kWp}$$

mentre la potenza nominale verso la rete elettrica (P_{ca}) tiene conto delle perdite del sistema dovuto al discostarsi dalle condizioni standard ed alle perdite per la trasformazione della corrente da continua in alternata, si riportano di seguito le perdite ipotizzate:

Perdite per scostamento dalle condizioni di targa (temperatura)	5%
Perdite per riflessione	2%
Perdite per mismatching tra stringhe(moduli)	4%
Perdite in corrente continua	1%
Perdite sul sistema di conversione cc/ca	6% ⁽¹⁾
Perdite per polluzione sui moduli	1%
(¹) Stimato medio annuo	

Per cui il rendimento stimato del sistema risulta essere pari a:

$$\text{Rendimento di sistema } \eta_{sist} = 82\%$$

Quindi la potenza immessa in rete sarà pari a:

$$P_{ca} = P_{tot} \times \eta_{sist} = 16,92 \times 82\% = 13,87 \text{ kWp}$$

Tale valore dimostra che le condizioni impiantistiche e di uso dell'impianto fotovoltaico sono tali che non possa essere trasferita in rete una potenza maggiore di quella impegnata dal contratto di fornitura, per cui non sarà necessario adeguare la suddetta potenza impegnata.

Per quanto riguarda la quantità di energia elettrica producibile viene calcolata, comunque, sulla base dei dati radiometrici di cui alla citata norma UNI 10349.

L'efficienza nominale del generatore fotovoltaico è numericamente data dal rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kW) e la relativa superficie (espressa in mq e intesa come somma della superficie dei moduli). Per cui risulta essere pari a:

$$\eta_{PV} = P_{tot} / S_{pv}$$

dove S_{pv} è la superficie totale del generatore fotovoltaici data dalla somma dei singoli moduli definita S_m .

La superficie di ciascun modulo è pari a:

$$S_m = 1,650 \times 0,990 = 1,6335 \text{ mq}$$

e di conseguenza la superficie totale sarà:

$$S_{pv} = S_m \times 72 = 1,6335 \times 72 = 117,61 \text{ mq}$$

Per cui l'efficienza nominale del generatore fotovoltaico rispetto alle condizioni standard di 1kW/m² risulta essere pari a:

$$\eta_{PV} = P_{tot} / S_{pv} = 16,92 \text{ kWp} / 117,61 \text{ mq} = 14,386\%$$

L'energia producibile, in corrente continua, dal generatore fotovoltaico è data dal prodotto tra l'energia solare media annuale che arriva alla superficie dei moduli per l'efficienza nominale del generatore fotovoltaico per la superficie del generatore ovvero:

$$E_{cc} = G_m \times \eta_{PV} \times S_{pv} = 1.260 \text{ kWh/mq} \times 14,386 \% \times 117,61 \text{ mq} = 21.318 \text{ kWh}$$

Se ora si assume come efficienza operativa media annuale dell'impianto $\eta_{tot} = 81\%$ dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico (tenendo conto anche dei periodi di non funzionamento) si ottiene una produzione media annua di energia in corrente alternata pari a:

$$E_{ac} = E_{cc} \times \eta_{tot} = 21.318 \text{ kWh} \times 81\% = 17.267 \text{ kWh}$$

12. Verifiche tecnico-funzionali sull'impianto 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:

- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- la messa a terra di masse e scaricatori;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- il 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.);
- la 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;
- la condizione: $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$, ove: P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- la condizione: $P_{ca} > 0,75 P_{nom} I / ISTC$.

Saranno emessi e rilasciati al termine dei lavori 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);
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- dichiarazione di rispondenza al Testo Integrato Connessione Autoproduttori (all. B).