

Comune di PADOVA

Provincia di PADOVA



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO UBICATO IN ZONA
INDUSTRIALE DI PADOVA PRESSO
I “RUSTICI INDUSTRIALI”**

PROGETTO DEFINITIVO

CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

INCENTIVAZIONE IMPIANTI FOTOVOLTAICI
AI SENSI DEL DM 28 LUGLIO 2005, 6 FEBBRAIO 2006 E 19 FEBBRAIO 2007

SOMMARIO

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA	<i>pag. 2</i>
1.1 <i>PREMESSA</i>	<i>pag. 2</i>
1.2 <i>OGGETTO E VALENZA DELL'INIZIATIVA</i>	<i>pag. 2</i>
1.3 <i>TERMINOLOGIA</i>	<i>pag. 3</i>
1.4 <i>REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI</i>	<i>pag. 5</i>
2. DATI DI PROGETTO	<i>pag. 7</i>
2.1 <i>DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE</i>	<i>pag. 7</i>
2.2 <i>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'UTILIZZAZIONE DELL'EDIFICIO</i>	<i>pag. 7</i>
2.3 <i>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE</i>	<i>pag. 8</i>
2.4 <i>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO</i>	<i>pag. 9</i>
3. RELAZIONE TECNICA	<i>pag. 10</i>
3.1 <i>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i>	<i>pag. 10</i>
3.2 <i>PRODUTTIVITA' ENERGETICA DELL'IMPIANTO</i>	<i>pag. 11</i>
3.3 <i>CONFIGURAZIONE DELL' IMPIANTO</i>	<i>pag. 13</i>
3.3.1 <i>Descrizione dell'impianto</i>	<i>pag. 13</i>
3.3.2 <i>Collegamenti elettrici</i>	<i>pag. 13</i>
3.3.3 <i>Verifiche di progetto</i>	<i>pag. 14</i>
3.4 <i>COMPONENTI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA</i>	<i>pag. 15</i>
3.4.1 <i>Moduli fotovoltaici</i>	<i>pag. 15</i>
3.4.2 <i>Inverters</i>	<i>pag. 16</i>
3.4.3 <i>Strutture di sostegno dei moduli</i>	<i>pag. 16</i>
4. FATTIBILITA' AMBIENTALE	<i>pag. 17</i>
5. BENEFICI AMBIENTALI	<i>pag. 17</i>

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1 PREMESSA

Il seguente calcolo preliminare allegato al progetto definitivo è quello di fornire le indicazioni per la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 109,20 kWp, destinato a operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione ENEL secondo quanto previsto dal DM 19 febbraio 2007 (“Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387”);

la potenza, la configurazione e l'architettura del sistema elettrico e di sicurezza dell'intero impianto sono indicati a puro titolo dimostrativo e non rappresentano un vincolo per la progettazione esecutiva che dovrà invece garantire le prestazioni minime richieste dal bando. L'impianto è inserito sulla copertura di un fabbricato industriale di proprietà del Consorzio Zona Industriale di Padova sito in via Austria n°9/11 di superficie coperta di 6000mq.

La superficie lorda di copertura utilizzabile è di 6000mq avente andamento ondulato (vedi sezioni), coibentata con lana di roccia da 4 cm e finitura superficiale in guaina ardesiata del tipo granigliato.

1.2 OGGETTO E VALENZA DELL'INIZIATIVA

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (ex. Impatto visivo);

In particolare, la riduzione inquinamento atmosferico e risparmio energetico per l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico in oggetto ed immessa in rete (100.500 kWh stimati) consentirà di evitare emissioni di CO₂ pari a 53.265 kg/anno che considerando la vita media dell'impianto di 25/30 anni si eviteranno emissioni di CO₂ pari a t. 1331.6/1597.9.

1.3 TERMINOLOGIA

Cella fotovoltaica

Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare.

Modulo fotovoltaico

Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice in alluminio anodizzato.

Pannello fotovoltaico

Un gruppo di moduli fissati su un supporto metallico.

Stringa fotovoltaica

Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.

Campo fotovoltaico

Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto, generalmente realizzate con profilati in acciaio zincato.

Corrente di cortocircuito di un modulo o di una stringa

Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Tensione a vuoto di un modulo o di una stringa

Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Caratteristica corrente-tensione di un modulo o di una stringa

Corrente erogata ad una particolare temperatura e radiazione, tracciata quale funzione della tensione di uscita.

Potenza massima di un modulo o di una stringa

Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.

Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa

Un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25 °C, la radiazione solare è 1000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).

Condizioni operative di funzionamento di un modulo o di una stringa

Un modulo lavora in "condizioni operative" quando la temperatura ambiente è di 20°C, la radiazione è di 800 W/m² e la velocità del vento è di 1 m/s.

Potenza di picco

Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.

Efficienza di conversione di un modulo

Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.

Quadro protezioni di sottocampo B.T.

Quadro in cui vengono convogliate le terminazioni di tutte le stringhe e dove ne viene eseguita la messa in parallelo;

Quadro di parallelo B.T.

Quadro in cui viene eseguita la connessione in parallelo di tutti gli inverter. Il quadro è fornito di protezioni all'ingresso delle linee ac dagli inverter e all'uscita in trifase o monofase con interruttore magnetotermico differenziale per la consegna in parallelo rete dell'impianto.

Convertitore cc/ca (Inverter)

Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo, che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico, e un trasformatore.

1.4 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI, REGOLAMENTI

Il sistema dovrà essere realizzato secondo la regola dell'arte in accordo con la normativa vigente, ed, in particolare:

- ☑ DPR 547/55 e D.L. 626/94 e succ. mod. per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
 - ☑ Legge 186/68 Disposizione concernete la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
 - ☑ L. 46/90, DPR 447/91 (regolamento di attuaz. L. 46/90 e succ. mod. per la sicurezza elettrica).
 - ☑ D.Lgs 626/94 Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
 - ☑ D.Lgs 493/96 Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
 - ☑ DM 14.09.2005 "Testo Unico sulle costruzioni".
 - ☑ CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
 - ☑ CEI 0-3 Guida per la compilazione della documentazione per legge 46/90.
 - ☑ CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
 - ☑ CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.
 - ☑ CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V.
 - ☑ CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
 - ☑ CEI 81-1 Protezioni delle strutture contro i fulmini.
 - ☑ CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
 - ☑ CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.
- CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione
- ☑ CEI EN 60099-1-2 Scaricatori.
 - ☑ CEI EN 60439-1-2-3 Apparecchiature assiegate di protezione e manovra per bassa tensione.
 - ☑ CEI EN 60445 Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati a regole generali per un sistema alfanumerico.
 - ☑ CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
 - ☑ CEI EN 61215 o norme JRC/EST1215 Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione tipo.
 - ☑ Conformità al Marchio CE per i moduli fotovoltaici ed il gruppo di conversione (direttiva 93/68/EWG – MARCHIO CE)
 - ☑ Norme CEI EN 61724 per la misura ed acquisizione dati
 - ☑ Norme CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici parte 1: misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.
 - ☑ Norme CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici parte 2: prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
 - ☑ Norme CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici parte 3: principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
 - ☑ Norme CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

- ☑ Norme CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.
- ☑ Norme CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- ☑ CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- ☑ 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 ≤ 16 A per fase);
- ☑ 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 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- ☑ CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- ☑ CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparatati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- ☑ EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- ☑ CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparatati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- ☑ Norme UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.
- ☑ Norme UNI 10349 e la collegata UNI 8477 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico.
- ☑ Tutte le norme CEI/IEC per gli aspetti elettrici ed elettronici convenzionali.
- ☑ L. 296/2006 per gli aspetti fiscali.
- ☑ DM 19 Febbraio 2007 . Criteri e modalita' per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.
- ☑ Quant'altro previsto dalla vigente normativa di legge, ove applicabile (prescrizioni autorità locali, comprese quelle VVF, prescrizioni ed indicazioni della società distributrice di energia elettrica, prescrizioni ed indicazioni della compagnia telefonica Telecom).

2. DATI DI PROGETTO

2.1 DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

<i>Committente:</i>	<i>Consorzio Zona Industriale di Padova Galleria Spagna 35 35127 Padova. Tel 049-899.18.11 – fax 049-76.11.56</i>
<i>Scopo del lavoro:</i>	<i>Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica da installarsi sulla copertura di un fabbricato industriale in via Austria n°9/11.</i>
<i>Vincoli progettuali da rispettare:</i>	<i>Installazione su copertura esistente. Presenza di lucernai orizzontali e a shed. Impatto visivo contenuto. Zona non soggetta a vincolo ambientale.</i>
<i>Informazioni di carattere progettuale:</i>	<i>Sito raggiungibile agevolmente con strada asfaltata. Presenza delle reti tecnologiche e relativi cavidotti interrati sul piazzale dell'edificio (collegati alla strada), per il collegamento alla rete elettrica e per la possibilità di collegamento da remoto dell'impianto.</i>

2.2 DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'UTILIZZAZIONE DELL'EDIFICIO

<i>Destinazione d'uso:</i>	<i>Edificio industriale diviso in 12 unità indipendenti locate per attività produttiva e di stoccaggio. Piazzale esterno dell'edificio ad uso comune tra i vari condomini con limitata disponibilità di spazio per lavoro ed accatastamento (non coperto) dei materiali.</i>
<i>Copertura:</i>	<i>Struttura portante in travi prefabbricate primarie e secondarie e coppelle in c.a. tra le travi stesse. Coibentazione spessore 4 cm di lana di roccia e impermeabilizzazione con guaina bitumata ardesiata. Superficie lorda utilizzabile 6000mq. Carico accidentale di progetto: 130daN/mq</i>
<i>Barriere architettoniche:</i>	<i>Possibilità di accesso alla copertura solamente dal piazzale esterno mediante installazione di elevatore meccanico fisso o mobile sia per quanto riguarda gli operatori che per il trasporto del materiale da installarsi.</i>

2.3 DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

<i>Altitudine Padova:</i>	<i>12 m s.l.m.m.</i>
<i>Altitudine sito installazione:</i>	<i>19 m s.l.m.m.</i>
<i>Latitudine Padova:</i>	<i>45° 24'</i>
<i>Longitudine Padova:</i>	<i>11° 52'</i>
<i>Latitudine sito installazione:</i>	<i>45° 23'</i>
<i>Longitudine sito installazione:</i>	<i>11° 56'</i>
<i>Radiazione solare:</i>	<i>vedi tabella successiva 2.1</i>
<i>Temperatura, vento, neve:</i>	<i>secondo UNI10349 e DM 14.09.2005 "Testo Unico sulle costruzioni".</i>
<i>Formazione di condensa:</i>	<i>possibile</i>
<i>Presenza di corpi solidi estranei:</i>	<i>No</i>
<i>Presenza di polvere:</i>	<i>No</i>
<i>Esposizione alla pioggia:</i>	<i>Si</i>
<i>Esposizione agli spruzzi:</i>	<i>No</i>
<i>Possibilità di stillicidio:</i>	<i>No</i>
<i>Possibilità di getti d'acqua:</i>	<i>No</i>
<i>Condizioni del terreno:</i>	<i>Non applicabili</i>

2.1 - Irraggiamento solare medio mensile sul piano orizzontale per Padova

<i>Mese</i>	<i>Componente diretta [MJ/mq giorno]</i>	<i>Componente diffusa [MJ/mq giorno]</i>	<i>Irraggiamento globale [MJ/mq giorno]</i>
<i>Gennaio</i>	1.80	2.30	4.10
<i>Febbraio</i>	3.60	3.50	7.10
<i>Marzo</i>	5.90	5.10	11.00
<i>Aprile</i>	8.00	6.70	14.70
<i>Maggio</i>	10.90	7.90	18.80
<i>Giugno</i>	12.20	8.40	20.60
<i>Luglio</i>	13.50	8.00	21.50
<i>Agosto</i>	11.70	7.00	18.70
<i>Settembre</i>	8.90	5.50	14.40
<i>Ottobre</i>	5.50	3.90	9.40
<i>Novembre</i>	2.40	2.60	5.00
<i>Dicembre</i>	2.10	2.10	4.20
Medio mensile	7.21	5.25	12.46

2.4 DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLA RETE ELETTRICA E DI COLLEGAMENTO

<i>Rete di terra:</i>	<i>presente su perimetro edificio, conforme alla normativa.</i>
<i>Protezione scariche atmosferiche:</i>	<i>presente predisposizione.</i>
<i>Impianto elettrico parti comuni:</i>	<i>alimentazione cancelli carrai e pedonali, Tensione di distribuzione 220V Conforme alla legge 46/90</i>
<i>Quadro distribuzione utenze:</i>	<i>recinzione esterna frontale</i>
<i>Dati del collegamento:</i>	<i>da concordare con gestore rete.</i>
<i>Tensione nominale:</i>	<i>da concordare con gestore rete.</i>
<i>Punti di consegna:</i>	<i>da concordare con gestore rete.</i>

3. RELAZIONE TECNICA

3.1 DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico sarà composto da vari sottocampi in funzione della potenza dell'inverter, delle funzioni previste e più in generale dalla configurazione del sistema/i, da installare sulla copertura dell'edificio descritto in precedenza su una superficie lorda utilizzabile di 6000mq. La scelta della configurazione e dell'architettura del generatore fotovoltaico è determinata dal numero e del tipo di connessione da concordarsi con il gestore della rete.

L'impianto sarà costituito da una serie di stringhe rivolte a 17° sud-ovest (sud = 0°) con una inclinazione di 31° rispetto all'orizzontale e posizionato in maniera ottimizzata al fine di evitare ombreggiamento reciproco o dovuto ad ostacoli (shed).

Il posizionamento del campo fotovoltaico con l'inclinazione di 31° rispetto all'orizzontale deriva dall'esigenza da una valutazione tecnico-economico tra la limitazione di altezza delle strutture, in modo da disturbare il meno possibile l'architettura degli edifici e l'impatto visivo e l'esigenza di sfruttare la superficie utile esposta per ottenere le migliori prestazioni energetiche.

Riassumendo:

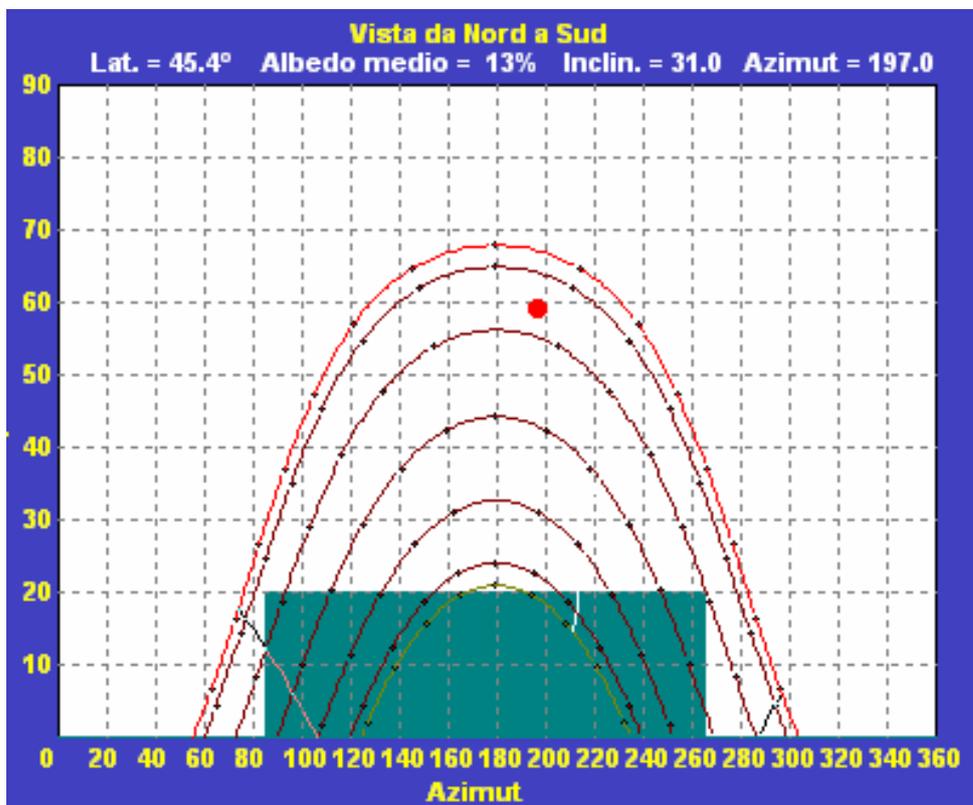
<i>Angolo di tilt:</i>	<i>31°</i>
<i>Orientamento moduli (azimut):</i>	<i>17° sud-ovest (vedi planimetria)</i>
<i>Ombre/Ostacoli:</i>	<i>Autoombreggiamento/Lucernari a shed</i>

3.2 PRODUCIBILITA' ENERGETICA DELL'IMPIANTO

Per quanto riguarda la stima di produttività si sono considerati i valori di insolazione di Padova secondo la normativa UNI 10349-8477 da cui è stato calcolato il valore della radiazione solare sul piano dei moduli, nella loro inclinazione.

Come sopra detto, l'inclinazione prescelta per l'installazione dei moduli è pari a 31° sull'orizzontale e 17° sud-ovest di azimut (197° nel diagramma sotto), Il diagramma solare corrispondente è quello rappresentato in seguito:

3.2.1 Dati di rilievo clinometrico e diagramma delle ombre



Le file parallele dei moduli dovranno essere installate ad una distanza ottimale che consenta di minimizzare ombreggiamenti reciproci e ombreggiamenti dovuti agli shed.

Dall'elaborazione dei dati secondo le citate normative e tenendo un valore annuo costante di albedo pari a 0.13 (coperture in bitume), si ottengono i valori medi di insolazione mensili ed annuali e le ore di insolazione complessive annuali nel sito preso in considerazione.

3.2.2 Radiazione media giornaliera calcolata su piano inclinato

Calcolo irraggiamento su piano inclinato (31°) ed orientato (17°) – albedo medio (non pesato) 13%				
Località:				
Padova	Latitudine		45,40	Nord
	Radiazione media giornaliera calcolata			
	<i>kWh/mq/giorno</i>	<i>kWh/mq/giorno</i>	<i>kWh/mq/giorno</i>	<i>kWh/mq/giorno</i>
MESE	ALBEDO	DIRETTA	DIFFUSA	TOTALE
GENNAIO	0,01	0.64	0.58	1.23
FEBBRAIO	0,02	1.43	0.88	2.32
MARZO	0,03	2.09	1.28	3.40
APRILE	0,04	2.51	1.68	4.22
MAGGIO	0,05	3.03	1.98	5.06
GIUGNO	0,05	3.24	2.10	5.39
LUGLIO	0,06	3.74	2.00	5.80
AGOSTO	0,05	3.66	1.75	5.46
SETTEMBRE	0,04	3.14	1.38	4.56
OTTOBRE	0,02	2.14	0.98	3.14
NOVEMBRE	0,01	0.86	0.65	1.53
DICEMBRE	0,01	0.49	0.53	1.02
Irrag. Medio giorno	0.03	2.25	1.32	3.59
Irrag. Medio anno				1310.3

Il valore della radiazione solare sul piano dei moduli costituenti i generatori fotovoltaici è pari a 1.310,3 kWh/m² *anno.

L'energia elettrica, intesa come energia elettrica in uscita dal sistema complessivo "generatore – gruppo di conversione e controllo", che l'impianto sarà, mediamente, in grado di generare in un anno è stata valutata a partire dalla potenza nominale del generatore fotovoltaico.

Assumendo una efficienza media operativa annuale di sistema di circa 71% ai vari regimi di funzionamento, la produttività energetica dell'impianto (109,200 kWp), è pari a:

$$1310.3 \times 109.2 \times 0.705 = \text{circa } 100.500 \text{ kWh/anno;}$$

3.3 CONFIGURAZIONE DELL' IMPIANTO

3.3.1 Descrizione

Il generatore fotovoltaico posto sul tetto dell'edificio è composto complessivamente da 728 moduli fotovoltaici in silicio cristallino da 150W_p ciascuno e dotati di cornice in alluminio.

I moduli fotovoltaici sono collegati in serie tra loro così da formare le stringhe dei vari sottocampi.

La potenza complessiva di picco lato corrente continua risulta essere di 109.200 W .

A capo di ogni sottocampo vi saranno gli inverter con trasformatore trifase che svolgono anche la funzione di parallelo stringhe o gli eventuali trasformatori trifase separati da 400VAC – 50 Hz per l'immissione in rete (con relative protezioni di linea, dispositivi di interruzione e gli scaricatori di sovratensione).

Gli inverter utilizzati sono in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme.

L'involucro esterno degli inverter è in grado di resistere alla penetrazione di solidi e liquidi con grado di protezione almeno IP65 (da prevedere protezione se IP inferiore) e così pure le connessioni esterne, realizzate con connettori unipolari per la sezione c.c. e multipolari per quella c.a., presenteranno il medesimo grado di protezione.

Gli inverter saranno predisposti per un sistema di monitoraggio e acquisizione dati da remoto.

3.3.2 Collegamenti elettrici

Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati per mezzo di cavi a doppio isolamento (conduttore in rame, isolante e guaina in PVC e/o gomma) con grado di isolamento pari a 1kV.

Le stringhe di moduli saranno realizzate con cavi interposti fra le scatole di terminazione di ciascun modulo e staffati sulle strutture di sostegno. Il collegamento fra moduli e fra stringa ed inverter saranno realizzate con cavo compatto e flessibile, avente temperatura di esercizio compresa tra -40°C e +120°C, ad elevata resistenza ai raggi UV, all'ozono e all'idrolisi, aventi robustezza meccanica, all'abrasione, all'acqua, all'olio e varie sostanze chimiche

Il sistema di cablaggio dell'impianto comprende tutti i materiali accessori quali: canaline, tubi portacavi, cassette e scatole viadotto interrato, opere edili e tutto quanto occorrente per dare l'opera completa e realizzata a regola d'arte.

Tutti gli organi di manovra sono interni e garantiscono il distacco automatico con sezionamento in caso di mancanza rete ed il riallaccio automatico al ripristino della rete.

L'equipotenzialità dei componenti il sistema è garantita mediante giunzioni meccaniche e cavallotti di messa a terra. Gli elementi sono collegati alla rete di terra esistente mediante corda di rame di opportuna sezione.

3.3.3 Verifiche di progetto

Le verifiche di progetto dell'impianto dovranno comprendere:

- Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c..
- Portata dei cavi in regime permanente.
- Protezione contro il corto circuito (lato c.c. e c.a.).
- Cadute di tensione.
- Stipamento dei cavi.
- Verifica sezione dei conduttori di protezione.
- Misure di protezione contro i contatti diretti.
- Misure di protezione contro i contatti indiretti.
- Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica (dispositivo generatore, dispositivo di interfaccia, dispositivo generale).
- Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche (fulminazione diretta ed indiretta).

3.4 COMPONENTI E CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Gli impianti sono costituiti dai seguenti componenti principali:

- Moduli;
- Inverters;
- Strutture di supporto moduli.

3.4.1 Moduli Fotovoltaici

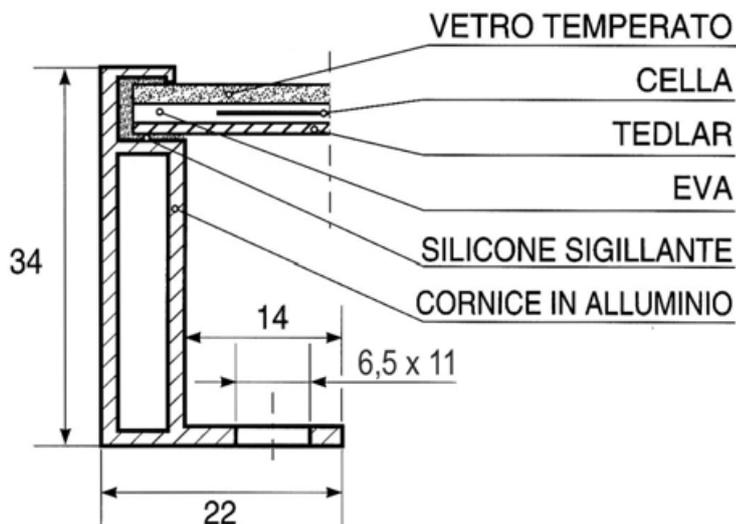
I moduli fotovoltaici sono in silicio cristallino del tipo ad alta densità di potenza, adatto alle installazioni in rete; le interconnessioni in serie tra i moduli sono eseguiti con connettori ad innesto rapido Multi-Contact tipo 4 su scatola di giunzione stagna, con grado di protezione IP65, contenente quattro diodi di by-pass.

Specifiche elettriche (a 100mW/cm², 25°C, AM 1,5):

Potenza di picco (Wp) Watts 150

Caratteristiche fisiche

Tipologia celle: silicio cristallino
Collegamento celle: in serie



Dimensioni indicative modulo:

1700 (L) x 690 (H) x 34 (P) ± 1mm

Peso indicativo modulo:

Kg14

Caratteristiche meccaniche

Carico vento o pressione superficie

N/m² 2400 (200 km/h equiv.)

Resistenza impatto grandine

28 mm a 23 m/s

Temperatura operativa e di mantenimento

°C da -40 a +95 °C

Umidità relativa

fino al 100%

Certificazioni

Classe di isolamento: classe II (certificato TUV).
Normativa di riferimento: CEI/IEC 61215

Garanzie

Garanzia potenza: $\geq 80\%$ 25 anni

3.4.2. Inverters

I gruppi di conversione sono dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tipo a commutazione forzata con tecnica PWM con inseguimento del punto di massima potenza MPPT
- Separazione galvanica fra lato moduli e lato c.a.
- Massimo rendimento;
- Trasformatore trifase di isolamento (qualora previsto all'interno)
- $V_{nom\ out}$ 3NPE 400 o 230 Vac $\pm 5\%$, freq. out 50 Hz , $\cos \phi = 1$
- Classe di isolamento:1; fra moduli e rete classe 2
- Grado di protezione IP 43 (con protezione se posto all'esterno) o IP65
- Temperatura di funzionamento $-20/+50$ °C
- Dispositivo di interfaccia rete, come da norme CEI 11-20, integrato e certificato
- Dispositivo di interfaccia.
- Opzioni sistema di rilevamento e registrazione dati elettrici e ambientali con Sistema completo di rilevazione, trasmissione, registrazione dati elettrici (acquisizione storica dati) ed ambientali (sensori temperatura moduli, sensore radiazione solare, display pubblico) del sistema da remoto (PC e GSM).

L'inverter dovrà essere protetto dalle intemperie esterne (acqua, getti e struzzi) mediante apposita struttura metallica qualora di grado di protezione inferiore a IP65 ed ancorato saldamente alla base per evitare ribaltamenti.

Il prodotto e i suo componenti (anche opzionali) devono essere mantenuti efficienti per tutto il periodo di funzionamento.

3.4.3. Strutture di sostegno dei moduli

Per quanto riguarda la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico, è previsto di utilizzare un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzato in profilati di acciaio zincato a caldo ed uso di bulloneria inox. Ciò consente di disporre i moduli su di una struttura rigida ad inclinazione fissa.

Le strutture di sostegno saranno appoggiate alla copertura mediante zavorre opportunamente dimensionate o su travi fissate al muro parapetto per non compromettere l'impermeabilizzazione evitando di forare l'esistente impermeabilizzazione.

4. FATTIBILITA' AMBIENTALE

Pur non esistente alcun vincolo paesaggistico dell'area interessata, l'impianto fotovoltaico in oggetto, per le sue caratteristiche costruttive non incide minimamente sull'aspetto paesaggistico in quanto completamente invisibile dal piano strada.

5. BENEFICI AMBIENTALI

La realizzazione del progetto determina una serie di benefici di tipo energetico – ambientale e socio – economico di seguito riassunti:

Riduzione inquinamento atmosferico.

Infatti, l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico ed immessa in rete (stimata a 100.500 kWh all'anno) consentirà di evitare emissioni di CO₂ pari a 53.265 kg/anno che considerando la vita media dell'impianto di 25/30 anni si eviteranno emissioni di CO₂ pari a 1331.60/1597.90 tonnellate.

Uso a scopo didattico e dimostrativo del progetto e i suoi vantaggi allo scopo di ripetere l'iniziativa in altre realtà simili

Sviluppo del settore degli installatori e manutentori locali.