



COMUNE DI FRUGAROLO

(Provincia di Alessandria)

Via Cavour, 2 – 15065 FRUGAROLO (AL) – C.F./P.IVA 00368540068
Tel. 0131/296022 - Fax 0131/296244 - email: tecnico@comune.frugarolo.al.it
PEC: protocollo.frugarolo@cert.ruparpiemonte.it

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO INSTALLATO SULLA COPERTURA DEL BOCCIODROMO COMUNALE

CODICE CUP: B31B21007280001

IMPORTO DI SPESA: €. 100.000,00

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA

LOCALIZZAZIONE

La localizzazione dell'impianto fotovoltaico è individuata nel Comune di Frugarolo (AL) all'interno del centro sportivo comunale sito in Via Luigi Governa.

Le coordinate terrestri corrispondenti all'area risultano:

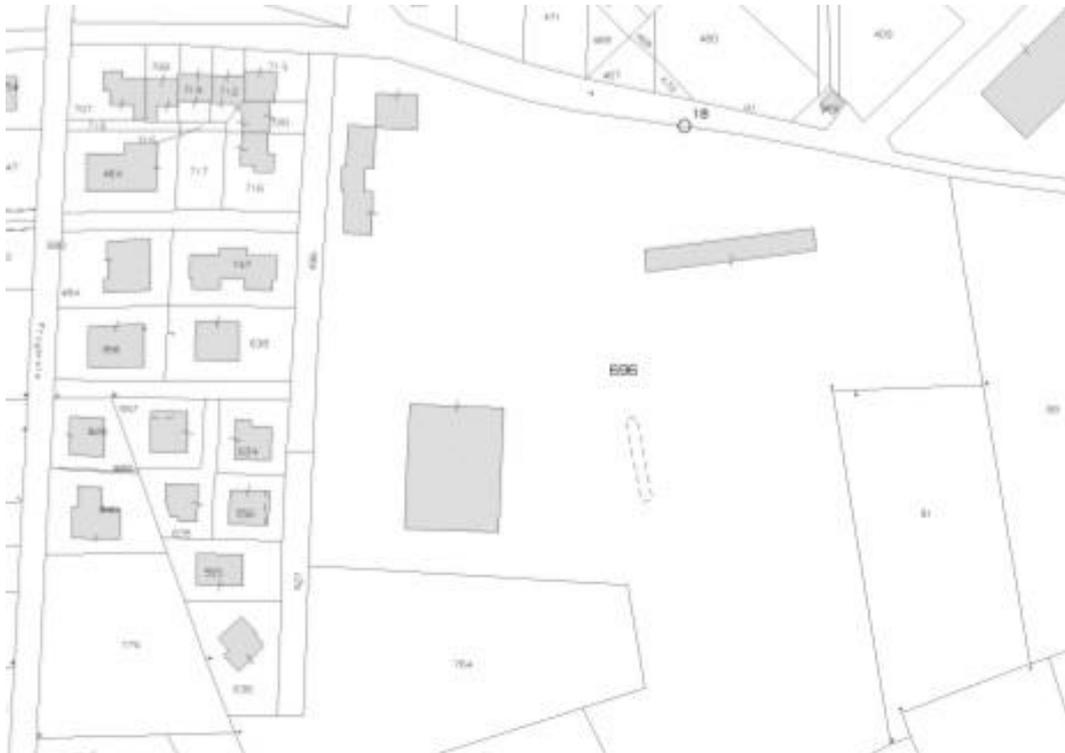
Latitudine 45°42'0"N - Longitudine 9°7'0"E; queste sono state utilizzate per le elaborazioni progettuali ed il dimensionamento dell'impianto.



Foto aerea



Estratto P.R.G.



Estratto mappa catastale

INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa di riferimento relativa agli impianti fotovoltaici è la seguente: Decreto del 06.08.2010

Incentivazione della produzione di energia elettrica mediante fonte fotovoltaica per il triennio 2011-2013.

Delibera n.88/07 del 13.04.2007

Disposizioni in materia di misura dell'energia prodotta da impianti di generazione.

Delibera n.89/07 del 13.04.2007.

Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minoreo uguale ad 1 kW.

Delibera n. 90/07 del 13.04.2007

Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.

DM 19.02.2007 - 2° Conto Energia

Testo integrale del Secondo Conto Energia volto a incentivare la produzione di energia elettrica prodotta da conversione fotovoltaica della fonte solare.

Delibera AEEG n 40.06 del 24.02.06

Modificazione e integrazione alla Deliberazione dell'AEEG n. 188.05 del 14 settembre 2005.

Delibera AEEG n. 28/06 del 13.02.2006.

Condizioni tecnico/economiche del servizio di Scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20Kw (ai sensi dell'art.6 del D.Lgs. n. 387).

Decreto Ministeriale del 06.02.2006

Conto Energia fotovoltaico - modifiche e integrazioni.

Delibera AEEG n 188.05 del 14.09.2005

Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici (in attuazione dell'art. 9 del Decreto Ministeriale del 28.07.05).

Decreto Ministeriale del 28.07.2005

Conto Energia: criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

Decreto Legislativo n. 387 del 29.12.2003

Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettricaprodotta da fonti energetiche rinnovabili.

L'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici hanno diritto a una tariffa incentivante. La tariffa incentivante corrisponde ad un riconoscimento economico, da parte del GSE, in ragione di ogni kwh prodotto dall'impianto. Le tariffe sono erogate per un periodo di venti anni, a decorrere dalla data di entrata in esercizio dell'impianto e rimangono costanti per l'intero periodo

TITOLARITA' DELL'INTERVENTO

L'iniziativa è condotta dall'Amministrazione Comunale di Frugarolo (AL).

La titolarità del progetto deriva all'Amministrazione Comunale di Frugarolo (AL) proprio perché quest'ultima è proprietaria dell'area su cui sarà realizzato l'intervento previsto.

L'intervento proposto non interesserà altre aree entro o fuori dall'ambito territoriale di Frugarolo.

IMPATTO AMBIENTALE

Gli impianti fotovoltaici in progetto non causano inquinamento ambientale in quanto:

- dal punto di vista chimico non producono emissioni, residui o scorie;
- dal punto di vista termico le temperature massime in gioco raggiungono valori non superiori a 60°C;
- non producono inquinamento acustico;
- non utilizzano combustibili solidi, liquidi o gassosi.

La fonte fotovoltaica è l'unica che non richiede organi in movimento né circolazione di fluidi a temperature elevate o in pressione, e questo è un vantaggio dell'ambiente.

Nell'impianto non è prevista illuminazione diffusa.

L'impatto estetico dovuto all'installazione dei pannelli fotovoltaici in copertura è nullo in quanto il ridotto spessore dei pannelli e la pendenza della copertura stessa ne impediscono la visione dalle aree limitrofe.

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

L'impianto è stato dimensionato partendo da una potenza nominale pari a circa 30 Kw. La produttività stimata in base alla norma UNI 10349 – 8477 (che valuta una media degli ultimi 10 anni dell'irraggiamento solare dell'area geografica in oggetto) risulta essere di circa Kwh/anno 31800.

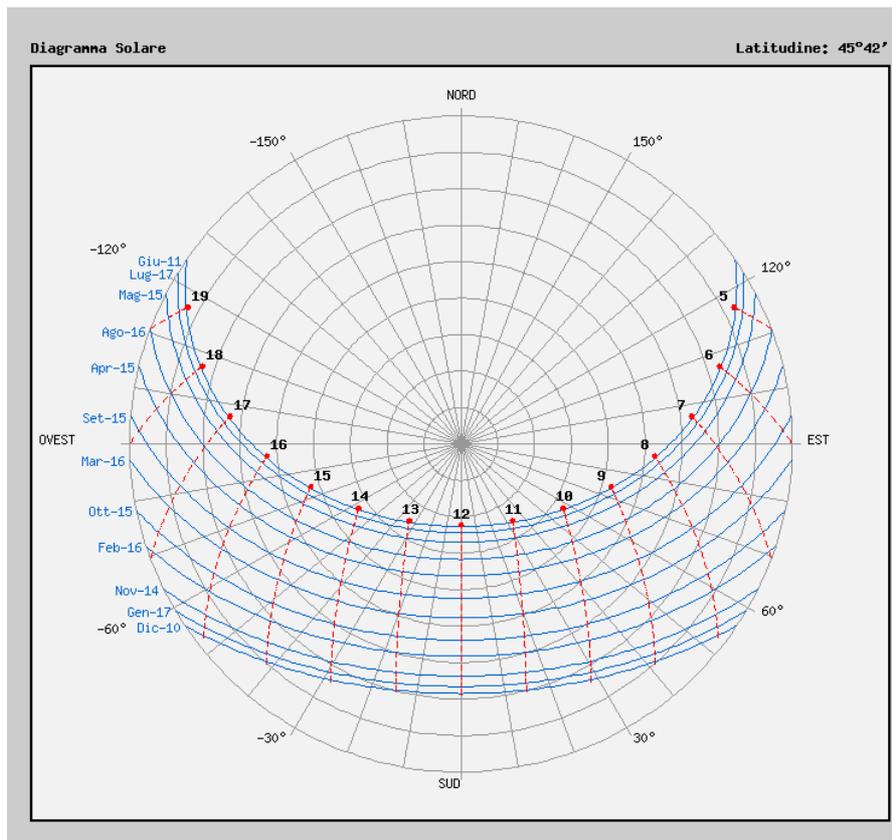


Diagramma Polare

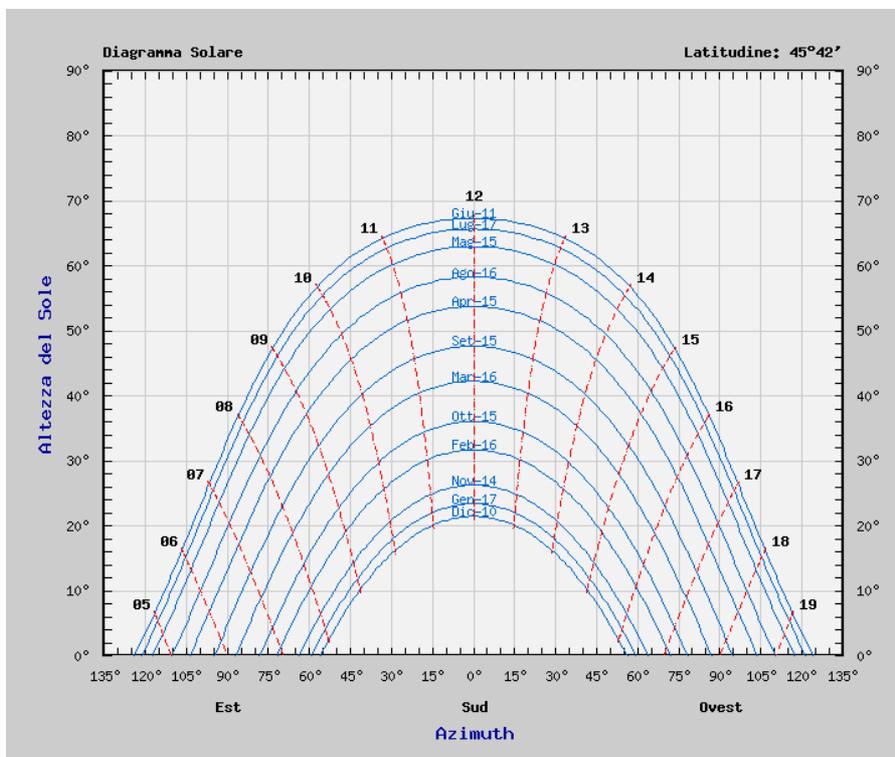


Diagramma Cartesiano

Giorno	Alba(CET)	Tramonto(CET)	Durata del giorno	Equazione del tempo	Fattore di eccentricità
17-gen	8h 05'	17h 01'	8h 56'	-9'20"	1,0340
16-feb	7h 31'	17h 45'	10h 14'	-14'14"	1,0251
16-mar	6h 41'	18h 25'	11h 43'	-9'21"	1,0108
15-apr	5h 44'	19h 03'	13h 19'	-0'14"	0,9932
15-mag	4h 59'	19h 41'	14h 42'	3'56"	0,9779
11-giu	4h 39'	20h 06'	15h 27'	0'48"	0,9691
17-lug	4h 55'	20h 04'	15h 09'	-6'01"	0,9673
16-ago	5h 29'	19h 27'	13h 58'	-4'41"	0,9747
15-set	6h 05'	18h 33'	12h 27'	4'39"	0,9886
15-ott	6h 43'	17h 35'	10h 52'	14'25"	1,0059
14-nov	7h 26'	16h 50'	9h 24'	15'20"	1,0222
10-dic	7h 59'	16h 34'	8h 35'	7'08"	1,0319

Tabella durata sole

Ora	17gen	16feb	16mar	15apr	15mag	11giu	17lug	16ago	15set	15ott	14nov	10dic
03:00 CET												
04:00 CET												
05:00 CET					0°14'	3°03'	0°44'					
06:00 CET				2°40'	9°56'	12°30'	10°11'	5°09'				
07:00 CET			3°16'	13°05'	20°12'	22°35'	20°17'	15°28'	9°34'	2°52'		
08:00 CET		4°46'	13°30'	23°30'	30°39'	33°00'	30°42'	25°56'	19°51'	12°40'	5°08'	0°12'
09:00 CET	7°47'	13°54'	23°06'	33°30'	40°57'	43°25'	41°07'	36°08'	29°30'	21°31'	13°21'	8°15'
10:00 CET	14°54'	21°43'	31°31'	42°30'	50°31'	53°20'	51°01'	45°33'	37°56'	28°49'	19°57'	14°47'
11:00 CET	20°08'	27°40'	38°01'	49°34'	58°21'	61°49'	59°32'	53°14'	44°16'	33°54'	24°25'	19°18'
12:00 CET	22°59'	31°04'	41°42'	53°25'	62°40'	66°52'	64°54'	57°44'	47°27'	36°03'	26°14'	21°21'
13:00 CET	23°07'	31°29'	41°53'	52°57'	61°42'	66°06'	64°52'	57°35'	46°42'	34°53'	25°11'	20°45'
14:00 CET	20°31'	28°49'	38°31'	48°19'	55°56'	59°58'	59°26'	52°51'	42°14'	30°38'	21°24'	17°32'
15:00 CET	15°30'	23°28'	32°15'	40°45'	47°20'	51°01'	50°53'	45°02'	35°00'	23°56'	15°20'	12°03'
16:00 CET	8°32'	16°04'	23°59'	31°29'	37°25'	40°55'	40°57'	35°33'	26°02'	15°29'	7°31'	4°46'
17:00 CET	0°06'	7°14'	14°28'	21°21'	27°01'	30°28'	30°33'	25°19'	16°05'	5°55'		
18:00 CET			4°16'	10°54'	16°36'	20°06'	20°08'	14°51'	5°41'			
19:00 CET				0°32'	6°30'	10°08'	10°02'	4°33'				
20:00 CET						0°53'	0°36'					
21:00 CET												

Tabella altezza del sole

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*):

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard; Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatore fotovoltaico composto da n° 74 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con classificazione architettonica "su edificio".

La potenza nominale complessiva è di 30,34 kWp per una produzione di circa 31800 kWh annui. La modalità di connessione alla rete è trifase in bassa tensione con una tensione di fornitura pari a 400 V.

L'Impianto Fotovoltaico è costituito dai seguenti componenti:

1. Strutture di sostegno in acciaio per i moduli fotovoltaici
2. Pannelli fotovoltaici
3. Impianto elettrico per la conversione ed immissione in rete dell'energia elettrica prodotta

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂)	49,32 kg
Ossidi di azoto (NO _x)	16,44 kg
Polveri	1,91 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	11,82 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico)	1,06 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	0,13 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	4,81 TEP

Strutture di sostegno dei moduli

Le strutture di sostegno in acciaio zincato sono complanari alla copertura esistente e sono progettate dividendole in moduli ripetuti, così da permetterne facilmente l'accoppiamento e poter raggiungere la lunghezza desiderata per ogni singola fila orizzontale, al fine di ottimizzare la distribuzione sulla copertura.

Ogni singolo modulo strutturale è ancorato alla copertura tramite un binario fissato direttamente alla sottostruttura della copertura sottostante calcolato e verificato secondo le normative vigenti.

Gli ancoraggi della struttura sono praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e devono resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. Tutti i componenti della struttura in acciaio sono protetti mediante processo di zincatura a bagno caldo (immersione dei componenti dopo la loro lavorazione in bagno di zinco fuso in base alla normativa EN ISO 1461). Viti e bullonerie necessarie al fissaggio dovranno essere in acciaio inox.

Generatore fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico in oggetto, avrà una potenza di 30.34 kWp è collegato alla rete elettrica di bassa tensione.

L'impianto fotovoltaico è costituito da 74 moduli con un orientamento $+90^{\circ}$ -90° (azimut) rispetto al sud.

L'inclinazione rispetto all'orizzontale per tutti i moduli è di 5% (tilt). Il generatore fotovoltaico è costituito da moduli di tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 35 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0.5 % annuo.

Il gruppo di conversione dalla corrente continua in alternata (inverter) ed i relativi quadri elettrici sono posizionati all'interno del Bocciodromo.

I cavi di collegamento fra i moduli, l'inverter ed il punto di allacciamento sono posti all'interno di un'apposita canalizzazione.

Le lavorazioni necessarie per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si possono riassumere nel seguente elenco:

- Fissaggio carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Realizzazione di tracciati impiantistici a servizio dell'impianto fotovoltaico;
- Posa e collegamento di moduli, inverter e quadri elettrici;
- Posa di cavi di collegamento fra i moduli fotovoltaici agli inverter;
- Installazione ganci di sicurezza in copertura;

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di integrazione:	Su edificio
Tipo di installazione:	Inclinazione fissa
Orientamento (azimut):	+90° -90°
Inclinazione (tilt):	5°
Numero di moduli:	74
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	30340 W
Grado di efficienza:	86,7 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	
Sigla:	
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 W
Rendimento:	19,9 %
Tensione nominale:	44,5 V
Tensione a vuoto:	53,9 V
Corrente nominale:	9,21 A
Corrente di corto circuito:	9,89 A
Dimensioni	
Dimensioni:	998 mm x 2066 mm
Peso:	23 kg
Produzione	
Produzione:	

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima □ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	
Sigla	
Ingressi per inseguitore	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	30 kW
Potenza massima	33 kW
Potenza massima per inseguitore	12 kW a 26°, 10 kW a 22A
Tensione nominale	620 V
Tensione massima	1100 V
Tensione minima per inseguitore	
Tensione massima per inseguitore	
Tensione nominale di uscita	400 V
Corrente nominale	
Corrente massima	50,1 A
Corrente massima per inseguitore	
Rendimento	0,97
Inseguitori	
Moduli in serie	
Stringhe in parallelo	
Tensione di MPP (STC)	
Numero di moduli	
Superficie complessiva dei moduli	

Cavi elettrici e cablaggi

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

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

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

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

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cavidotti

I collegamenti elettrici dai moduli fotovoltaici al locale quadro elettrico saranno ricavati all'interno di tubi portacavi rigidi in PVC, autoestinguente di opportuni diametri (mai inferiore a 20 mm di diametro), conforme alla relativa Norma di prodotto, per posa a parete e a soffitto. Per evitare di danneggiare il materiale isolante durante la posa delle condutture si dovranno usare pezzi speciali prefabbricati (es. curve) per evitare la eventuale presenza di spigoli vivi. Le tubazioni dovranno essere fissate a parete con opportuni sistemi e la distanza fra un sostegno e l'altra non dovrà essere superiore a 1.2 m.

I cavi dovranno poter essere sfilati dai tubi protettivi, per questo il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno pari ad 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esse contenuti; e non sarà mai inferiore a 20 mm.

Per non pregiudicare l'infilabilità o sfilabilità dei cavi ed evitare il loro danneggiamento, il tracciato delle tubazioni dovrà essere il più rettilineo possibile, inoltre le tubazioni non dovranno correre, per quanto possibile, nelle zone utili delle pareti. La dove ciò non fosse verificato si dovranno comunque rispettare i raggi di curvatura, imposti dal costruttore, per le tipologie dei cavi in transito nel tubo. Le tubazioni dovranno garantire il grado di protezione richiesto per l'ambiente in cui sono installate, anche nei loro punti di raccordo con le scatole di derivazione, per questo si dovrà fare uso di idonei pressatubo, pressacavi e pezzi speciali.

Scatole, cassette di derivazione e pozzetti di distribuzione

Lungo il percorso delle condutture a causa degli impedimenti architettonici dei locali si renderanno necessarie brusche variazioni rispetto alla linea ideale del percorso e si renderanno altresì necessarie derivazioni della linea d'alimentazione principale.

In corrispondenza di questi punti critici la tubazione sarà interrotta con apposite cassette di derivazione in materiale plastico per posa da incasso a parete o per posa a vista.

Le scatole saranno utilizzate anche per effettuare deviazioni o connessioni presenti nel canale e nelle passerelle. Si ricorda che le connessioni sono vietate entro i tubi.

Le scatole dovranno avere dimensioni tali da mantenere un margine del 50% rispetto allo spazio impegnato dai conduttori con le relative derivazioni o giunzioni.

Le scatole di derivazione devono mantenere inalterato il grado di protezione IP richiesto per l'ambiente in cui sono installate, facendo eventualmente uso di idoneo pressatubo, pressacavi o altri pezzi speciali.

Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite nelle scatole di derivazione impiegando opportuni morsetti a cappuccio, per sezioni fino a 6 mm², senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte. Per sezioni superiori a 6 mm² si devono usare morsettiere fissate alla scatola.

Dette scatole devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie d'installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, inoltre deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Quadri elettrici

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter.

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 20 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 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.

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{MODULO}} * N^{\circ}\text{MODULI} = 410 \text{ W} * 74 = 30340 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Frugarolo.

TABELLA DI IRRAGGIAMENTO SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,6	142,6
Febbraio	6,8	190,4
Marzo	11,1	344,1
Aprile	15,6	468
Maggio	18,1	561,1
Giugno	20,5	615
Luglio	22,1	685,1
Agosto	18	558
Settembre	13,1	393
Ottobre	9	279
Novembre	4,9	147
Dicembre	4	124

DIAGRAMMA IRRAGGIAMENTO

Irraggiamento giornaliero medio sul piano dei moduli (kWh/m²)

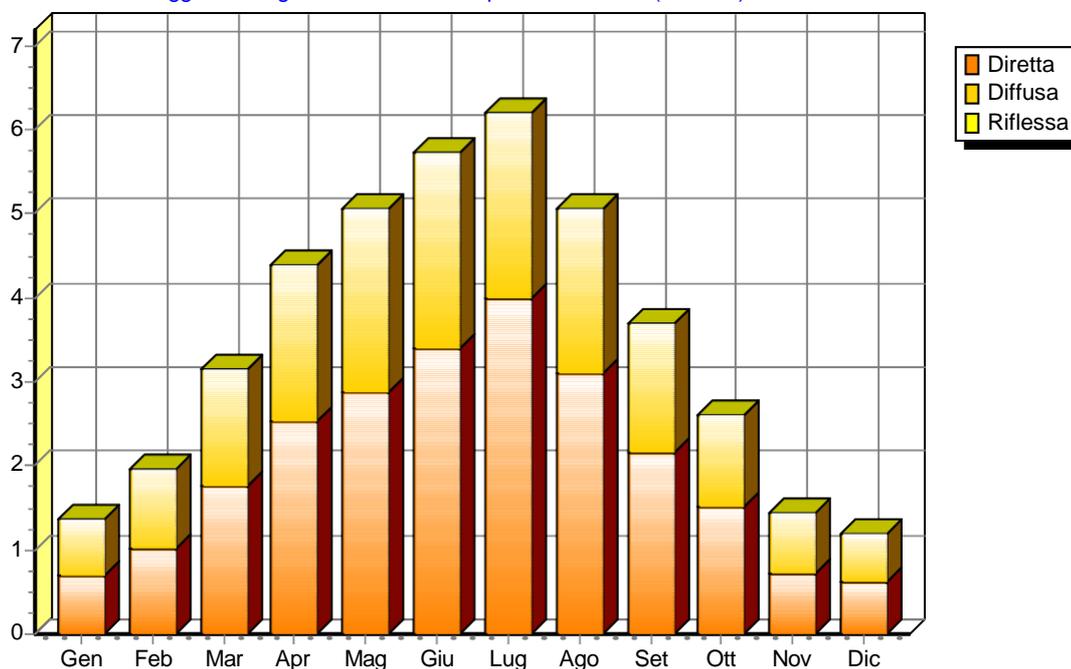


TABELLA DI IRRAGGIAMENTO SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,695	0,666	0,000	1,361	42,198
Febbraio	1,02	0,944	0,000	1,964	54,989
Marzo	1,766	1,388	0,000	3,154	97,786
Aprile	2,527	1,86	0,001	4,387	131,615
Maggio	2,878	2,193	0,001	5,072	157,22
Giugno	3,409	2,332	0,001	5,741	172,239
Luglio	3,999	2,193	0,001	6,193	191,975
Agosto	3,112	1,943	0,001	5,056	156,736
Settembre	2,151	1,554	0,000	3,706	111,187
Ottobre	1,511	1,083	0,000	2,594	80,409
Novembre	0,715	0,722	0,000	1,436	43,095
Dicembre	0,613	0,583	0,000	1,196	37,071

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 assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$;

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- I_{STC} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

b) $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$.

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') P_{CC} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{STC}$$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

$$\square P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$\square P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- γ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4÷0,5 %/°C).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40÷50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb} : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel} : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Il generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a $70,00\text{ }^\circ\text{C}$ ($482,9\text{ V}$) maggiore di $V_{mpp\text{ min.}}$ ($200,0\text{ V}$) Tensione massima

V_n a $-10,00\text{ }^\circ\text{C}$ ($712,5\text{ V}$) inferiore a $V_{mpp\text{ max.}}$ ($850,0\text{ V}$)

Tensione a vuoto V_o a $-10,00\text{ }^\circ\text{C}$ ($848,5\text{ V}$) inferiore alla tensione max. dell'inverter ($900,0\text{V}$)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} ($8,5\text{ A}$) inferiore alla corrente massima inverter ($18,0\text{ A}$)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza ($86,7\%$) compreso tra $80,0\%$ e il $120,0\%$

SISTEMA ANTICADUTA

È previsto l'installazione di un sistema anticaduta per l'accesso sulla copertura in modo da poter procedere ad interventi di manutenzione e controllo dell'impianto fotovoltaico in estrema sicurezza. Tale sistema permetterà inoltre già in fase di installazione dell'impianto un minor costo dell'installazione grazie alla possibilità di utilizzo di tali sistemi.

QUADRO ECONOMICO DI SPESA

A) IMPORTO LAVORI	€.	83.910,35	
A1) Di cui: Incidenza manodopera 17,50%	€.	14.684,31	
A2) Oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€.	<u>5.000,00</u>	
Importo lavori a base d'asta (A+A2)	€.	88.910,35	
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE			
B1) IVA 10 % sui lavori €.	88.910,35	€.	8.891,04
B2) Incentivo funzioni tecniche R.U.P., art. 113, D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. Ufficio Tecnico Comunale 2,00%		€.	1.778,21
B3) Servizio supporto al R.U.P. per il caricamento dati finalizzato alla rendicontazione BDAP – D.Lgs. n. 229/2011		€.	320,00
B4) IVA 22,00% su servizio di supporto al R.U.P. per il caricamento dati finalizzato alla rendicontazione BDAP – D.Lgs. n. 229/2011		€.	70,40
B5) Contributo ANAC Stazione Appaltante		€.	<u>30,00</u>
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€.	11.089,65	
IMPORTO COMPLESSIVO DI SPESA		<u>€.</u>	<u>100.000,00=</u>

Il Progettista
Geom. Alfredo Rosina