

PROGETTO PRELIMINARE

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI POTENZA NOMINALE PARI A 400 kW

SITO NEL COMUNE DI
Provincia di Piacenza
Via I Maggio 35
29012 - CAORSO (PC)

COMMITTENTE:

TRS ECOLOGIA
VIA I MAGGIO 34 – CAORSO (PC)

Allegati:

- *Schema unifilare dell'impianto;*
- *Schema Planimetrico.*

DATA

01/07/2019

FIER SRL

Il tecnico – Carta Roberto

Collegio dei Periti Industriali
Dott. Per. Ind.
Roberto Carta
Piacenza/N. 485
Periti Industriali Laureati

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 400 kW e potenza di picco di 400,2 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	TRS ECOLOGIA
Indirizzo:	VIA I MAGGIO 34 – CAORSO (PC)

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Impianto Fotovoltaico presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Provincia di Piacenza 29012 Via I Maggio 35
Latitudine:	045°02'56"N
Longitudine:	009°53'39"E
Altitudine:	40 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

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

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

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

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

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

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 1380 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .
La potenza di picco è di 400,2 kWp per una produzione di 443.770 kWh annui distribuiti su una superficie di 2.249,4 m².
Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 15.000 V.

EMISSIONI

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	311,01 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	391,52 kg
Polveri:	13,89 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	231,44 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	13,60 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	2,62 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	102,07 TEP

RADIAZIONE SOLARE

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

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	5,4	167,4
Febbraio	8,1	226,8
Marzo	13,7	424,7
Aprile	17,4	522
Maggio	20,8	644,8
Giugno	22,8	684
Luglio	23,1	716,1
Agosto	19,5	604,5
Settembre	14,7	441
Ottobre	9,9	306,9
Novembre	5,9	177
Dicembre	4,3	133,3

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	475,631	14744,553
Febbraio	709,092	19854,575
Marzo	1197,294	37116,108
Aprile	1524,936	45748,076
Maggio	1832,92	56820,509
Giugno	2015,389	60461,684
Luglio	2039,162	63214,023
Agosto	1712,142	53076,408
Settembre	1285,245	38557,362
Ottobre	865,831	26840,761
Novembre	518,696	15560,885
Dicembre	379,842	11775,098

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 2 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione est	Incentivo 1	Inclinazione fissa	-60°	9°	0 %
Esposizione ovest	Incentivo 1	Inclinazione fissa	120°	9°	0 %

Esposizione est

Esposizione est sarà esposta con un orientamento di $-60,00^\circ$ (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $9,00^\circ$ (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione est è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

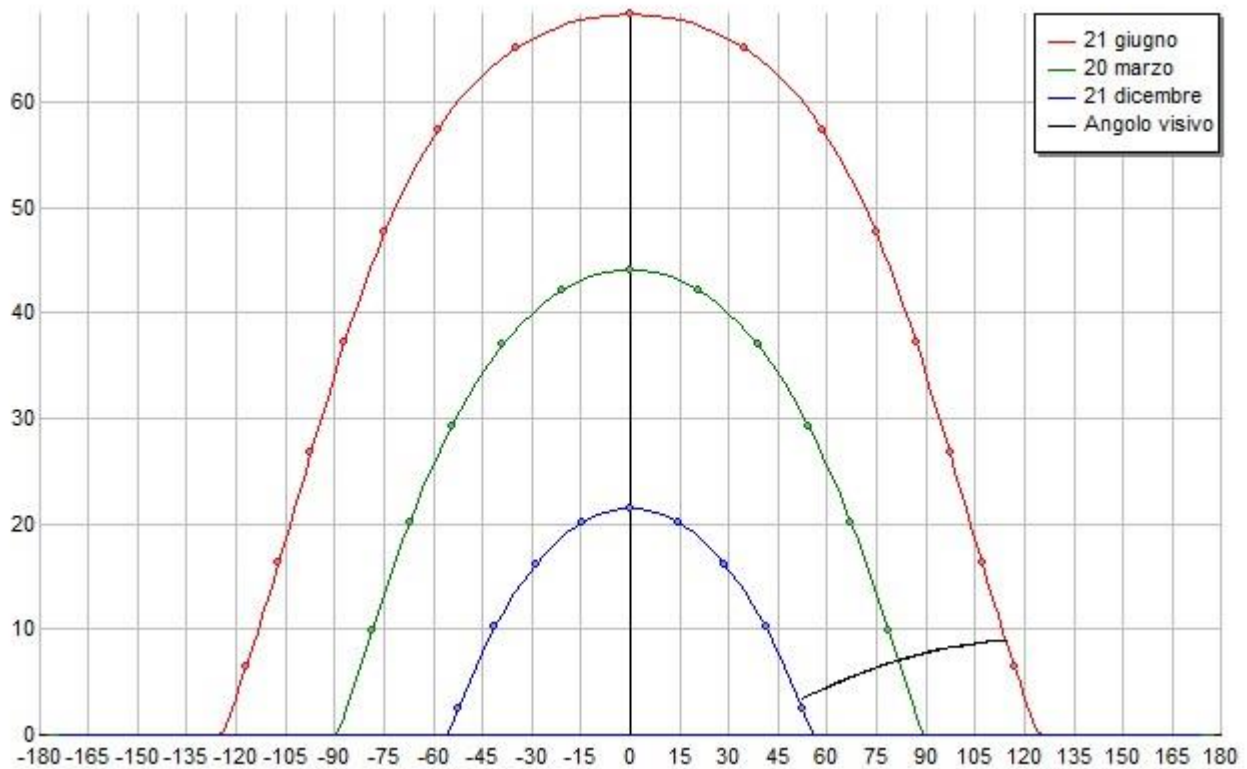


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

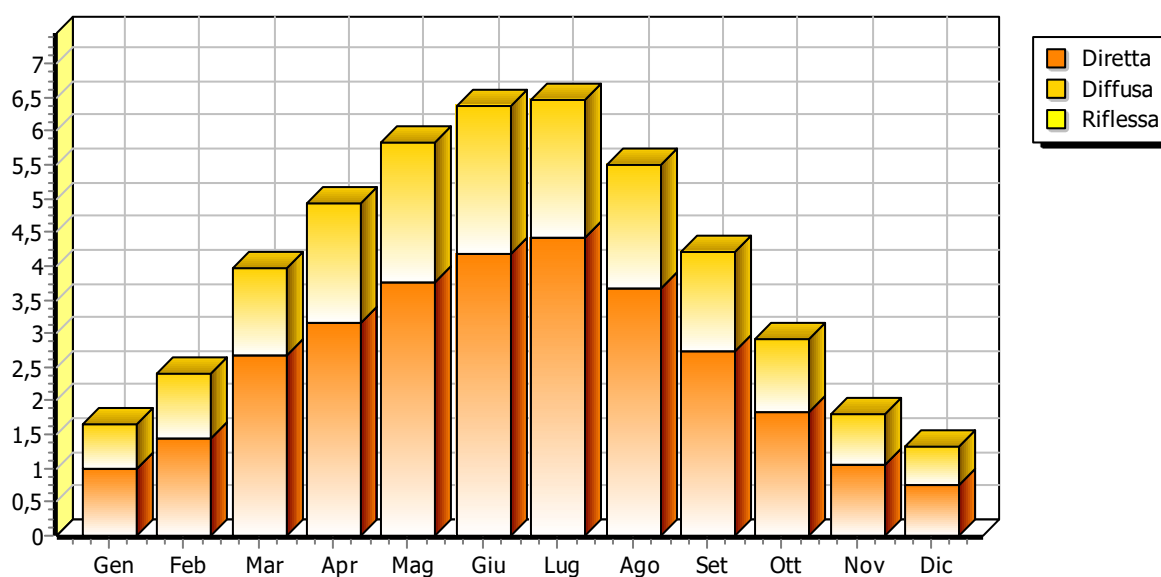


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	0,999	0,66	0	1,659	51,44
Febbraio	1,438	0,959	0	2,397	67,112
Marzo	2,664	1,299	0	3,963	122,838
Aprile	3,161	1,755	0	4,916	147,492
Maggio	3,753	2,065	0	5,818	180,362
Giugno	4,185	2,17	0	6,355	190,651
Luglio	4,411	2,04	0	6,451	199,981
Agosto	3,651	1,835	0	5,486	170,068
Settembre	2,724	1,478	0	4,202	126,06
Ottobre	1,847	1,063	0	2,91	90,204
Novembre	1,061	0,729	0	1,79	53,7
Dicembre	0,755	0,575	0	1,33	41,234

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 9°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Esposizione ovest

Esposizione ovest sarà esposta con un orientamento di $120,00^\circ$ (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $9,00^\circ$ (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione ovest è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

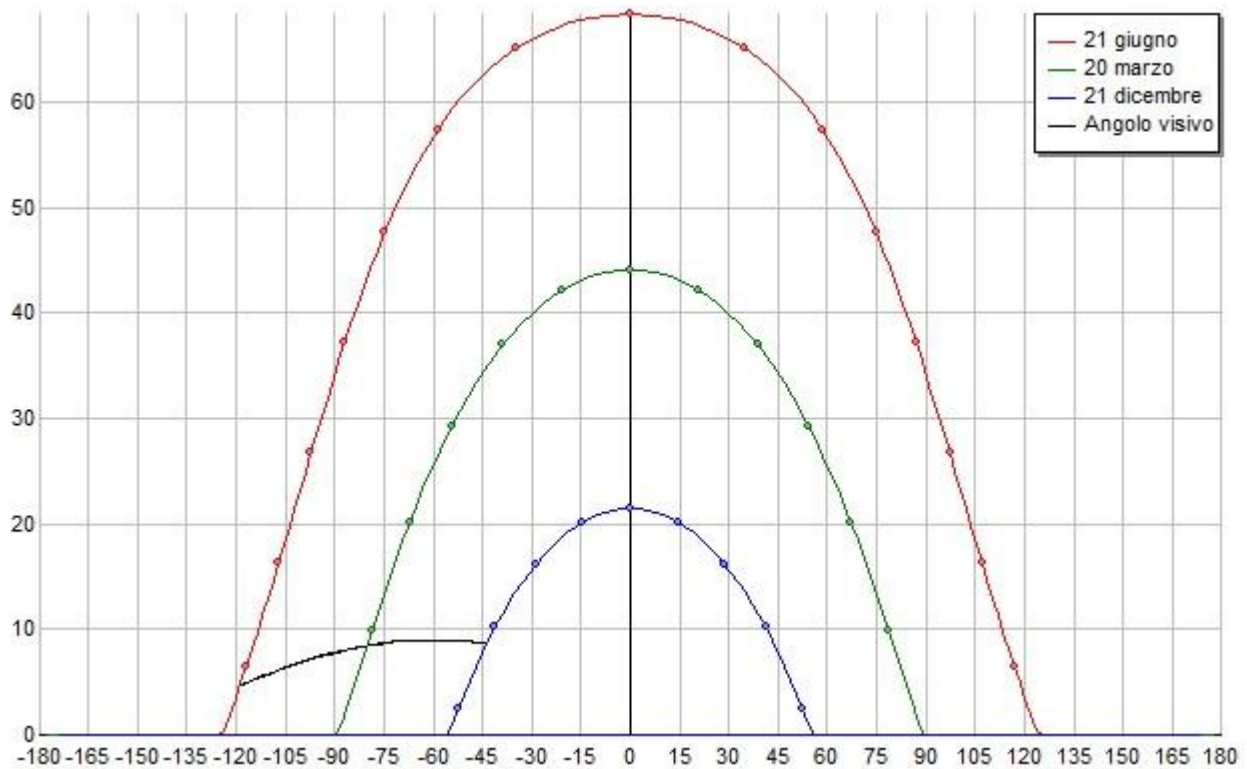


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

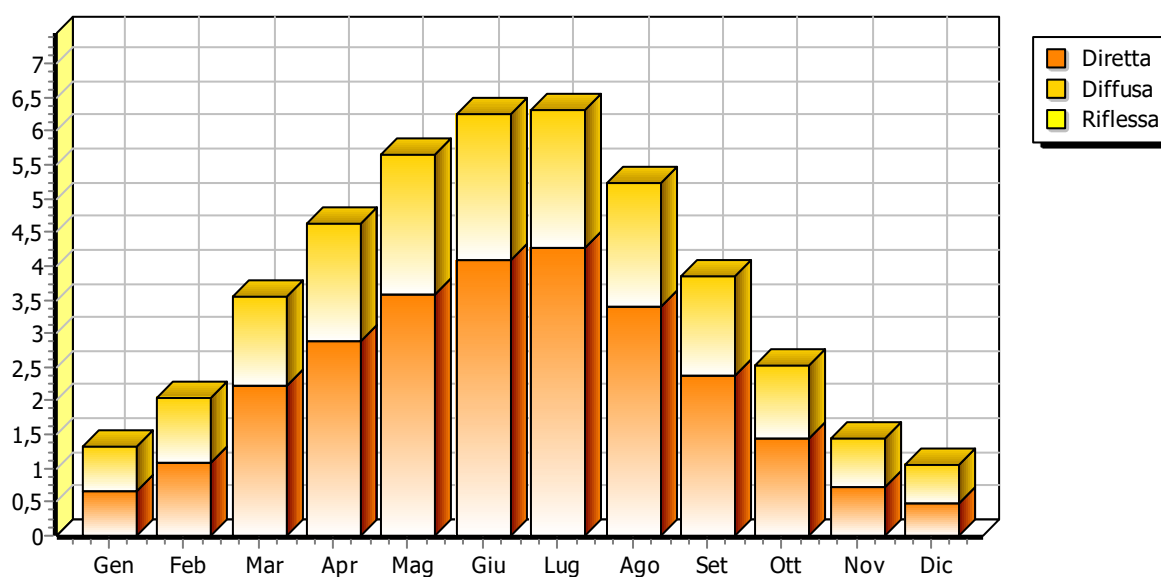


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	0,658	0,66	0	1,318	40,853
Febbraio	1,082	0,959	0	2,042	57,167
Marzo	2,233	1,299	0	3,532	109,49
Aprile	2,874	1,755	0	4,629	138,868
Maggio	3,59	2,065	0	5,655	175,305
Giugno	4,091	2,17	0	6,26	187,808
Luglio	4,273	2,04	0	6,313	195,706
Agosto	3,396	1,835	0	5,231	162,163
Settembre	2,365	1,478	0	3,843	115,289
Ottobre	1,447	1,063	0	2,51	77,805
Novembre	0,727	0,729	0	1,457	43,703
Dicembre	0,472	0,575	0	1,047	32,472

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 9°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Generatore fotovoltaico

Il generatore è composto da n° 1380 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	1380
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	400 kW
Potenza di picco:	400,2 kWp
Performance ratio:	79,8 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TOR
Serie / Sigla:	TRS TRS 290P
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	290 W
Rendimento:	18,5 %
Tensione nominale:	32,4 V
Tensione a vuoto:	38,9 V
Corrente nominale:	9 A
Corrente di corto circuito:	9,4 A
Dimensioni	
Dimensioni:	992 mm x 1640 mm
Peso:	20 kg

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 0-21 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.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ 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 CEI 0-21 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 $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ABB
Serie / Sigla:	PLUS PVI-400.0-TL M-M
Inseguitori:	6
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	400 kW
Potenza massima:	410,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	68,4 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	570 V
Tensione massima per inseguitore:	950 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	738 A
Corrente massima:	738 A
Corrente massima per inseguitore:	123 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6
Moduli in serie:	23	23	23	23	23	23
Stringhe in parallelo:	10	10	10	10	10	10
Esposizioni:	Esposizio	Esposizio	Esposizio	Esposizio	Esposizio	Esposizio

	ne est	ne est	ne est	ne ovest	ne ovest	ne ovest
Tensione di MPP (STC):	744,05 V	744,05 V	744,05 V	744,05 V	744,05 V	744,05 V
Numero di moduli:	230	230	230	230	230	230

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 290 \text{ W} * 1380 = 400,2 \text{ kWp}$$

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

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione est	690	1.441,14	288.372,39
Esposizione ovest	690	1.336,63	267.459,55

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 443770 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,7 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	5,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,3 %
Perdite totali:	20,2 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	14744,6	14744,6	0,0 %
Febbraio	19854,6	19854,6	0,0 %
Marzo	37116,1	37116,1	0,0 %
Aprile	45748,1	45748,1	0,0 %
Maggio	56820,5	56820,5	0,0 %
Giugno	60461,7	60461,7	0,0 %
Luglio	63214,0	63214,0	0,0 %
Agosto	53076,4	53076,4	0,0 %

Settembre	38557,4	38557,4	0,0 %
Ottobre	26840,8	26840,8	0,0 %
Novembre	15560,9	15560,9	0,0 %
Dicembre	11775,1	11775,1	0,0 %
Anno	443770,0	443770,0	0,0 %

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 FG21 se in esterno o 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.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	3724,78 m
Lunghezza di dimensionamento:	99,12 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7M2 (PV1500V cc)
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x10)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm ²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	744,1 V
Corrente d'impiego:	9,0 A
Corrente di c.c. moduli	84,1 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	230,7 m
Lunghezza di dimensionamento:	54,2 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG7M2 (PV1500V cc)
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x(1x35)+1G16
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	35 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm ²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	16 mm ²
Tensione nominale:	744,1 V
Corrente d'impiego:	89,7 A
Corrente di c.c. moduli	93,5 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	2,45 m
Lunghezza di dimensionamento:	2,45 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OR16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	2x[4G150]
N° conduttori positivo/fase:	2
Sez. positivo/fase:	150 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	0
Sez. negativo/neutro:	150 mm ²

N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	150 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	563,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	80 m
Lunghezza di dimensionamento:	80 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16R16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	3x(3x240)+2G240
N° conduttori positivo/fase:	3
Sez. positivo/fase:	240 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	0
Sez. negativo/neutro:	240 mm ²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	240 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	563,2 A

Tabella cavi							
Sigla	Descrizione	Form.	Des.	Codice	Origine	Dest.	Lc
W00	Cavo stringa 1-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 1	Q.1	60,2 m
W01	Cavo stringa 2-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 2	Q.1	98,15 m
W02	Cavo stringa 3-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 3	Q.1	88,9 m
W03	Cavo stringa 4-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 4	Q.1	79,66 m
W04	Cavo stringa 5-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 5	Q.1	70,42 m
W05	Cavo stringa 6-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 6	Q.1	61,17 m
W06	Cavo stringa 7-Q.1	2x(1x10)	FG7M2		Stringa 7	Q.1	99,12 m

			(PV1500V cc)				
W07	Cavo stringa 8-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 8	Q.1	89,88 m
W08	Cavo stringa 9-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 9	Q.1	80,63 m
W09	Cavo stringa 10-Q.1	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 10	Q.1	71,39 m
W10	Cavo stringa 11-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 11	Q.2	55,85 m
W11	Cavo stringa 12-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 12	Q.2	46,6 m
W12	Cavo stringa 13-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 13	Q.2	84,55 m
W13	Cavo stringa 14-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 14	Q.2	75,31 m
W14	Cavo stringa 15-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 15	Q.2	66,07 m
W15	Cavo stringa 16-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 16	Q.2	56,82 m
W16	Cavo stringa 17-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 17	Q.2	47,58 m
W17	Cavo stringa 18-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 18	Q.2	85,53 m
W18	Cavo stringa 19-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 19	Q.2	76,29 m
W19	Cavo stringa 20-Q.2	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 20	Q.2	67,04 m
W20	Cavo stringa 21-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 21	Q.3	51,5 m
W21	Cavo stringa 22-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 22	Q.3	42,25 m
W22	Cavo stringa 23-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 23	Q.3	33,01 m
W23	Cavo stringa 24-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 24	Q.3	70,96 m
W24	Cavo stringa 25-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 25	Q.3	61,72 m
W25	Cavo stringa 26-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 26	Q.3	52,47 m
W26	Cavo stringa 27-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 27	Q.3	43,23 m
W27	Cavo stringa 28-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 28	Q.3	33,99 m

W28	Cavo stringa 29-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 29	Q.3	20,14 m
W29	Cavo stringa 30-Q.3	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 30	Q.3	58,09 m
W30	Cavo stringa 31-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 31	Q.4	48,91 m
W31	Cavo stringa 32-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 32	Q.4	41,64 m
W32	Cavo stringa 33-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 33	Q.4	34,38 m
W33	Cavo stringa 34-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 34	Q.4	27,11 m
W34	Cavo stringa 35-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 35	Q.4	65,06 m
W35	Cavo stringa 36-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 36	Q.4	57,8 m
W36	Cavo stringa 37-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 37	Q.4	50,53 m
W37	Cavo stringa 38-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 38	Q.4	43,26 m
W38	Cavo stringa 39-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 39	Q.4	36 m
W39	Cavo stringa 40-Q.4	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 40	Q.4	28,73 m
W40	Cavo stringa 41-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 41	Q.5	72,98 m
W41	Cavo stringa 42-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 42	Q.5	65,71 m
W42	Cavo stringa 43-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 43	Q.5	58,45 m
W43	Cavo stringa 44-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 44	Q.5	51,18 m
W44	Cavo stringa 45-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 45	Q.5	43,91 m
W45	Cavo stringa 46-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 46	Q.5	81,86 m
W46	Cavo stringa 47-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 47	Q.5	74,6 m
W47	Cavo stringa 48-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 48	Q.5	67,33 m
W48	Cavo stringa 49-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 49	Q.5	60,07 m
W49	Cavo stringa 50-Q.5	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 50	Q.5	52,8 m

W50	Cavo stringa 51-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 51	Q.6	51,83 m
W51	Cavo stringa 52-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 52	Q.6	89,78 m
W52	Cavo stringa 53-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 53	Q.6	82,52 m
W53	Cavo stringa 54-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 54	Q.6	75,25 m
W54	Cavo stringa 55-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 55	Q.6	67,98 m
W55	Cavo stringa 56-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 56	Q.6	60,72 m
W56	Cavo stringa 57-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 57	Q.6	53,45 m
W57	Cavo stringa 58-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 58	Q.6	91,4 m
W58	Cavo stringa 59-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 59	Q.6	84,14 m
W59	Cavo stringa 60-Q.6	2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		Stringa 60	Q.6	76,87 m
W60	Cavo Q.1-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.1	inverter	54,2 m
W61	Cavo Q.2-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.2	inverter	47,9 m
W62	Cavo Q.3-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.3	inverter	41,6 m
W63	Cavo Q.4-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.4	inverter	35,3 m
W64	Cavo Q.5-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.5	inverter	29 m
W65	Cavo Q.6-inverter	2x(1x35)+1 G16	FG7M2 (PV1500V cc)		Q.6	inverter	22,7 m
W66	Cavo inverter-q.m.	2x[4G150]	FG16OR16 0.6/1 kV		inverter	q.m.	2,45 m
W67	Q. Misura - Rete	3x(3x240)+2G240	FG16R16 0.6/1 kV		Q. Misura	Rete	80 m

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
Stringa - Q. Campo		2x(1x10)	FG7M2 (PV1500V cc)		7449,56 m
Q. Campo - Q. Inverter		2x(1x35)+1G16	FG7M2 (PV1500V cc)		692,1 m
Q. Inverter - Q. Misura		2x[4G150]	FG16OR16 0.6/1 kV		4,9 m

Q. Misura - Cabina BT/MT		3x(3x240) +2G240	FG16R16 0.6/1 kV		880 m
--------------------------	--	---------------------	---------------------	--	-------

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 in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

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, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

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

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

VERIFICHE

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

- ❑ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

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

Il generatore Generatore fotovoltaico soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (693,7 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (570,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (783,2 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (950,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (933,8 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (933,8 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (93,5 A) inferiore alla corrente massima inverter (123,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (97,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);

- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

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

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.