

# CONSERVATORIO STATALE DI MUSICA "O. RESPIGHI" DI LATINA

<b>Progetto</b>	LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELLA SEDE DISTACCATA DEL CONSERVATORIO "O. RESPIGHI" DI LATINA
<b>Fase</b>	PROGETTAZIONE ESECUTIVA

<p><b>Progettista:</b> Ing. Andrea Fabbri Ordine degli Ing. Della Prov. Di Latina – A1885 Viale Italia 1 - 04100 - Latina Tel: +39 348.6580605 e-mail: fabbri.andrea@me.com pec:andrea.fabbri7@ingpec.eu</p> <p>Timbro e Firma (Ing. Andrea Fabbri)</p> <p><b>GRUPPO DI LAVORO</b> Arch. Daniele Drigo (Progettazione architettonica)</p>	<p><b>Richiedente:</b> CONSERVATORIO STATALE DI MUSICA "O. RESPIGHI" DI LATINA Via Ezio 32, 04100 Latina (Italy) E-mail: ufficio.protocollo@conslatina.it PEC: info@pec.conslatina.it</p> <p>Timbro e Firma (Il RUP Dott. Maurizio Narducci)</p>
---	--

01	13.12.2020	Scorporazione lavori di riqualificazione energetica sede distaccata	A.F	A.F.	P.M.
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
<b>Titolo</b> <b>Relazione specialistica di calcolo: Impianto fotovoltaico</b>			<b>R04</b>		
			<b>Codice</b>	<b>PG2020-02/E-REL-R-04/01</b>	
La riproduzione totale o parziale di questo documento è vietata dalla legge					



R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02	/ E	REL	R	04 / 01		3	16

## INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA .....	4
1.1. Valenza dell'iniziativa .....	4
1.2. Attenzione per l'ambiente .....	4
2. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO .....	4
3. SITO DI INSTALLAZIONE.....	5
4. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	5
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	5
6. RADIAZIONE SOLARE .....	5
7. PRODUZIONE DELL'ENERGIA.....	6
8. ESPOSIZIONI.....	6
9. STRUTTURE DI SOSTEGNO .....	8
10. GENERATORE.....	9
10.1. Moduli fotovoltaici .....	9
10.2. Gruppo di conversione .....	9
10.3. Dimensionamento .....	12
10.4. Cavi elettrici e cablaggi.....	12
10.5. Quadri elettrici .....	13
10.6. Separazione galvanica e messa a terra .....	13
10.7. Sistema di controllo e monitoraggio (SCM).....	13
11. VERIFICHE .....	13
12. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	14
13. CONCLUSIONI .....	16

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	4	16

## 1. PREMESSA

### 1.1. Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Fotovoltaico", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### 1.2. Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 41.300 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.60 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

Emissioni evitate in atmosfera al primo anno	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	27,70 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	34,86 kg
Polveri:	1,24 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	20,61 t

Emissioni evitate in atmosfera in 20 anni	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	645 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	812 kg
Polveri:	29 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	480 t

## 2. 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 di picco pari a 32,20 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Conservatorio di Musica "Ottorino Respighi"
Indirizzo:	via Ezio, 28
Codice fiscale/Partita IVA:	

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	5	16

### 3. SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto è locato sulla struttura della sede distaccata del Conservatorio di Musica "O. Respighi" sito nel Comune di Latina ed in particolare:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Latina (LT) 04100 via Ezio, 33
Latitudine:	41°28'18"
Longitudine:	12°54'33"
Altitudine:	23 m
Fonte dati climatici:	Climate-SAF PVGIS
Albedo:	20%

### 4. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici 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 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.

### 5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatore fotovoltaico composto da n° 92 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 32,20 kWp per una produzione di 41.300 kWh annui distribuiti su una superficie di 185,82 m².

Modalità di connessione alla rete: Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

### 6. RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata con l'ausilio del Database Climate-SAF PVGIS, prendendo come riferimento i dati storici di radiazione solare della località.

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02	/ E	REL	R	04 / 01		6	16

Tabella 1 – Tabella di radiazione solare sul piano orizzontale

Mese	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	2,29	71,0
Febbraio	3,36	94,2
Marzo	4,77	147,9
Aprile	5,92	177,7
Maggio	6,96	215,6
Giugno	7,76	232,8
Luglio	8,00	248,1
Agosto	7,20	223,2
Settembre	5,54	166,2
Ottobre	4,12	127,6
Novembre	2,61	78,4
Dicembre	2,12	65,8

## 7. PRODUZIONE DELL'ENERGIA

Nella tabella che segue sono riportate le produzioni di energia dell'impianto fotovoltaico.

Tabella 2 – Tabella di produzione dell'energia

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	51,17	1.586,37
Febbraio	75,15	2.104,31
Marzo	106,59	3.304,35
Aprile	132,37	3.971,14
Maggio	155,42	4.818,00
Giugno	173,35	5.200,60
Luglio	178,82	5.543,39
Agosto	160,88	4.987,18
Settembre	123,77	3.713,24
Ottobre	91,96	2.850,83
Novembre	58,36	1.750,71
Dicembre	47,41	1.469,83

## 8. ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatore distribuito su 1 esposizione come di seguito definita:

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	7	16

Tabella 3 – Tabella dell'esposizione

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	26°	10°	0 %

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 26° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 10° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 non è condizionata da fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare.

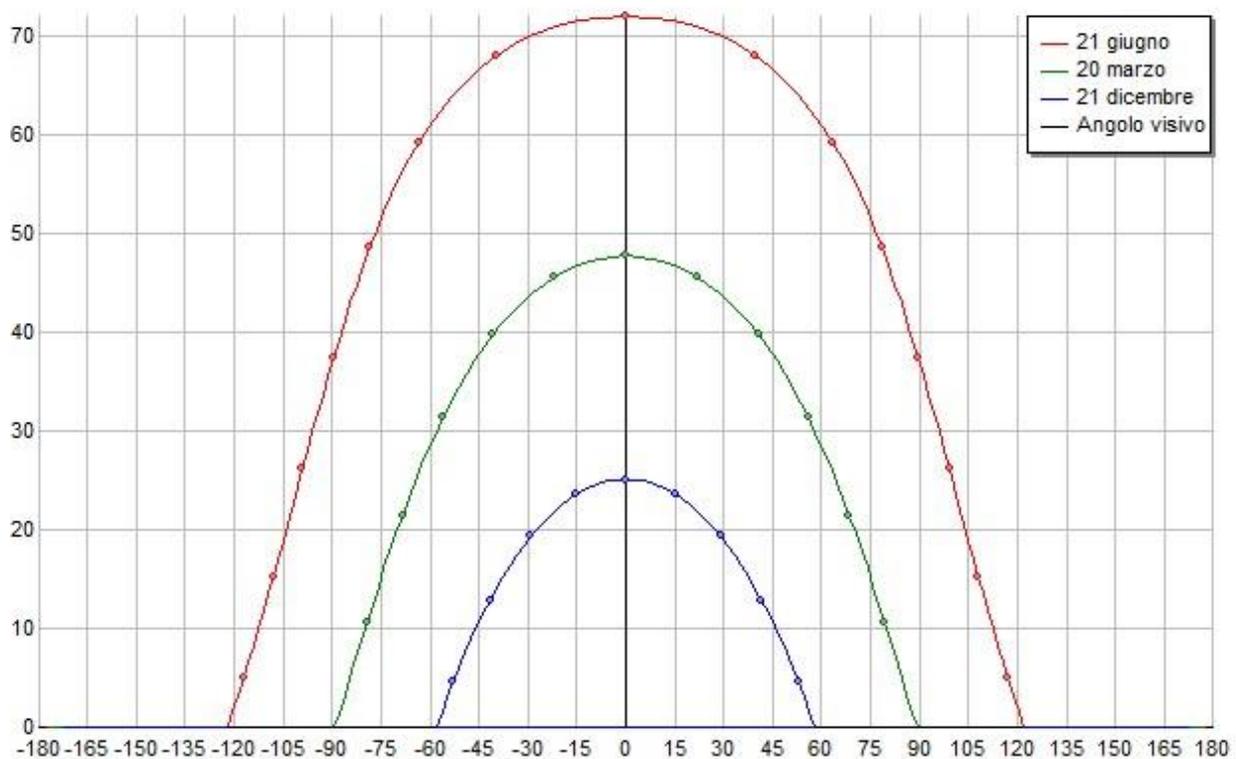


Figura 1 – Diagramma di ombreggiamento

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	8	16

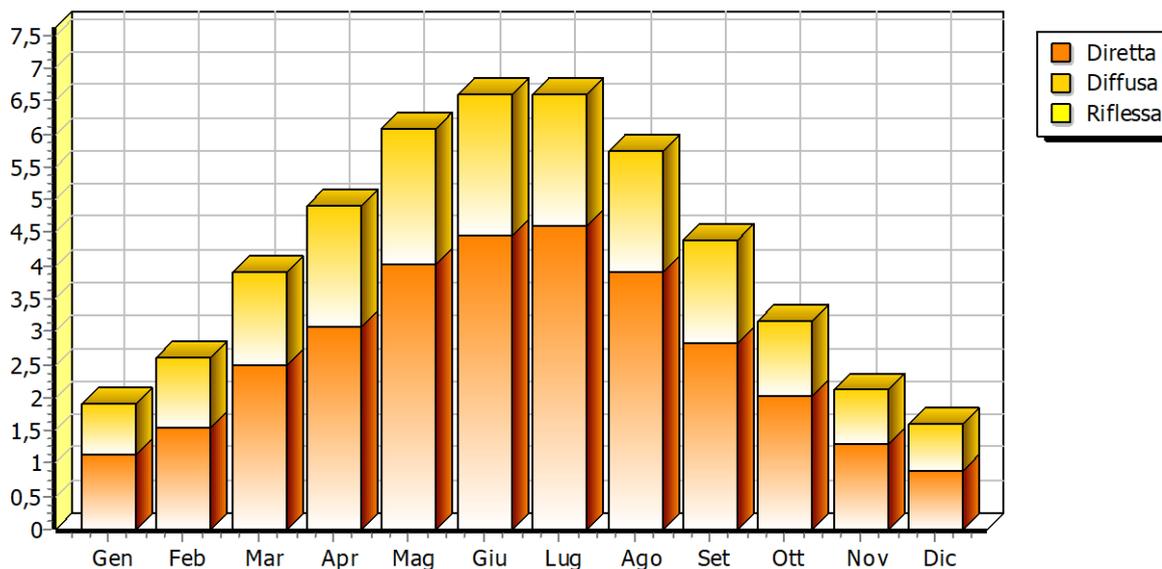


Figura 2 – Diagramma di radiazione solare

Tabella 4 – Tabella di radiazione solare

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	1,126	0,781	0	1,906	59,1
Febbraio	1,542	1,075	0	2,617	73,28
Marzo	2,491	1,419	0	3,91	121,217
Aprile	3,087	1,83	0	4,917	147,505
Maggio	4,026	2,053	0	6,079	188,451
Giugno	4,466	2,132	0	6,598	197,938
Luglio	4,597	2,02	0	6,617	205,123
Agosto	3,888	1,841	0	5,728	177,583
Settembre	2,835	1,547	0	4,382	131,455
Ottobre	2,012	1,155	0	3,166	98,16
Novembre	1,281	0,844	0	2,125	63,761
Dicembre	0,899	0,705	0	1,605	49,745

## 9. STRUTTURE DI SOSTEGNO

Il generatore verrà installato sulla copertura piana dell'edificio mediante l'installazione di zavorre in cemento armato, al fine di conferire ai moduli fotovoltaici un'inclinazione pari a 10° rispetto all'orizzontale. Tali supporti saranno dotati di boccole predisposte per l'ancoraggio dei pannelli mediante opportune staffe in alluminio. Gli ancoraggi della struttura

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	9	16

dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. Le file saranno posizionate ad una distanza minima di 750 mm, onde evitare fenomeni di ombreggiamento.

## 10. GENERATORE

### 10.1. Moduli fotovoltaici

Il generatore è composto da n° 92 moduli del tipo Silicio monocristallino policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,6 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	92
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	30000 W
Potenza di picco:	322020 W
Performance ratio:	81,8 %

CARATTERISTICHE ELETTRICHE MODULI FOTOVOLTAICI	
Potenza massima:	350 W
Rendimento:	19,5 %
Tensione nominale:	34,24 V
Tensione a vuoto:	40,70 V
Corrente nominale:	10,22 A
Corrente di corto circuito:	10,74 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1740 mm x 1030 mm
Peso:	19,9 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.

I moduli fotovoltaici sono certificati in accordo con le norme CEI EN 61215:2005, CEI EN 61730-1:2013, CEI EN 61730-2:2012 e sono caratterizzati da una Classe di Resistenza al fuoco 1 (UNI 9177).

### 10.2. Gruppo di conversione

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

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	10	16

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 2019-04 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 2 inverter.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'INVERTER	
Potenza nominale AC:	15 kW
Potenza massima DC:	27 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	240 V
Tensione massima per inseguitore:	800 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente massima inseguitore:	33 A
Numero inseguitori:	2
Rendimento:	0,98

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02	/ E	REL	R	04 / 01		11	16

	Inverter 1		Inverter 2	
	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	12	11	12	11
Stringhe in parallelo:	2	2	2	2
Vmp [Vdc]:	411	377	411	377

### VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 1

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (351.54 V) maggiore di Vmppt min. (240.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (457.03 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (534.55 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (534.55 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 001.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (21.48 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (33.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

### VERIFICHE ELETTRICHE MPPT 2

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (322.24 V) maggiore di Vmppt min. (240.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (418.95 V) minore di Vmppt max. (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (490.01 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (490.01 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 001.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (21.48 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (33.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	12	16

### 10.3. Dimensionamento

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 350 \text{ W} * 92 = 32,20 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1	92	1.848	49.879

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 41.300 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	5,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,6 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>17,2 %</b>

### 10.4. 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16(O)M16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FG16(O)M16 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, 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 “-“

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	13	16

Le sezioni dei conduttori dell'impianto fotovoltaico 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. Per l'elenco delle sezioni dei cavi si rimanda all'allegato TV08.

### 10.5. *Quadri elettrici*

#### **Quadro DC/AC**

Si installerà il quadro QE.FTV per il sezionamento ed il parallelo delle stringhe, il sezionamento lato AC e dove sarà installato il sistema di protezione d'interfaccia. Essendo la potenza nominale dell'impianto maggiore di 20 kW sarà installato un dispositivo di ricalzo al DDI (bobina di sgancio sul DG). La funzione di ricalzo al dispositivo di interfaccia è realizzata tramite l'invio, temporizzato al massimo di 0,5 s, del comando di apertura mediante bobina a lancio di corrente. Il ripristino del dispositivo di ricalzo dovrà avvenire solo manualmente.

### 10.6. *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.

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.

### 10.7. *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.

## 11. 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;

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02	/	E	REL	R	04	/	01

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.

## 12. 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

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02	/	E	REL	R	04	/	01

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  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparati 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): Apparati 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) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparati 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

R 04	RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO	Commessa	Fase	Documento	Sigla	Numero	Rev.	Pag.	di
		PG2020-02 /	E	REL	R	04 /	01	16	16

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.

## 13. 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.