

PROGETTO DEFINITIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 82,75 kWp
DENOMINATO

Impianto Fotovoltaico su Capannone Segheria e Uffici

SITO NEL COMUNE DI
CARRARA
VIA CARRIONA,233
54033 CARRARA - MASSA-CARRARA



COMMITTENTE:

ZIDORA MARMI S.R.L.
Carrara
Via Carriona,233 54033 - Massa-Carrara

Allegati:

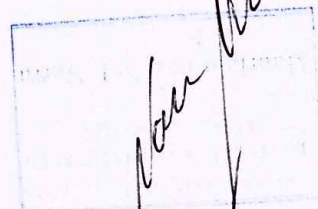
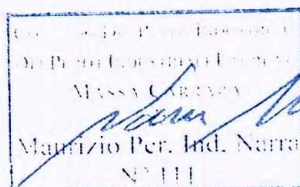
- *Schema unifilare dell'impianto;*
- *Schema Planimetrico.*

DATA

05/04/2012

IL TECNICO

Maurizio Narra
Cienne di Narra e Corbelli



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 82,75 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	ZIDORA MARMI S.R.L.
Indirizzo:	Via Carriona,230 54033 Carrara
Codice fiscale/Partita IVA:	00052360450 00527960454
Telefono:	0585/842585
Fax:	0585/840564
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Impianto Fotovoltaico su Capannone Segheria e Uffici presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Carrara 54033 Via Carriona,233
Latitudine:	044°04'48"
Longitudine:	010°05'55"
Altitudine:	100 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

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*):

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° 3 generatori fotovoltaici composti da n° 450 moduli fotovoltaici e da n° 10 inverter con tipo di realizzazione Su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 82,75 kWp per una produzione di 93.556,2 kWh annui distribuiti su una superficie di 615 m².

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

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂)	65,43 kg
Ossidi di azoto (NO _x)	80,29 kg
Polveri	4,23 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	50,08 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico)	3,39 kg
Anidride carbonica (CO ₂)	0,60 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	23,39 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Carrara.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	5,3	164,3
Febbraio	8,44	244,76
Marzo	12,71	394,01
Aprile	16,97	509,1
Maggio	20,17	625,27
Giugno	23,38	701,4
Luglio	25,64	794,84
Agosto	21,18	656,58
Settembre	15,8	474
Ottobre	10,3	319,3
Novembre	5,8	174
Dicembre	4,8	148,8

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	103,839	3219,014
Febbraio	159,274	4618,937
Marzo	230,769	7153,834
Aprile	300,691	9020,736
Maggio	353,373	10954,558
Giugno	408	12240,004
Luglio	448,485	13903,046
Agosto	374,059	11595,818
Settembre	285,038	8551,138
Ottobre	192,185	5957,74
Novembre	112,017	3360,519
Dicembre	96,155	2980,796

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 3 generatori distribuiti su 3 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Uffici	Su edificio	Inclinazione fissa	-40°	15°	0 %
Segheria Mare	Su edificio	Inclinazione fissa	58°	15°	0 %
Segheria monti	Su edificio	Inclinazione fissa	-120°	15°	0 %

Uffici

Uffici sarà esposta con un orientamento di $-40,00^\circ$ (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $15,00^\circ$ (tilt).

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

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

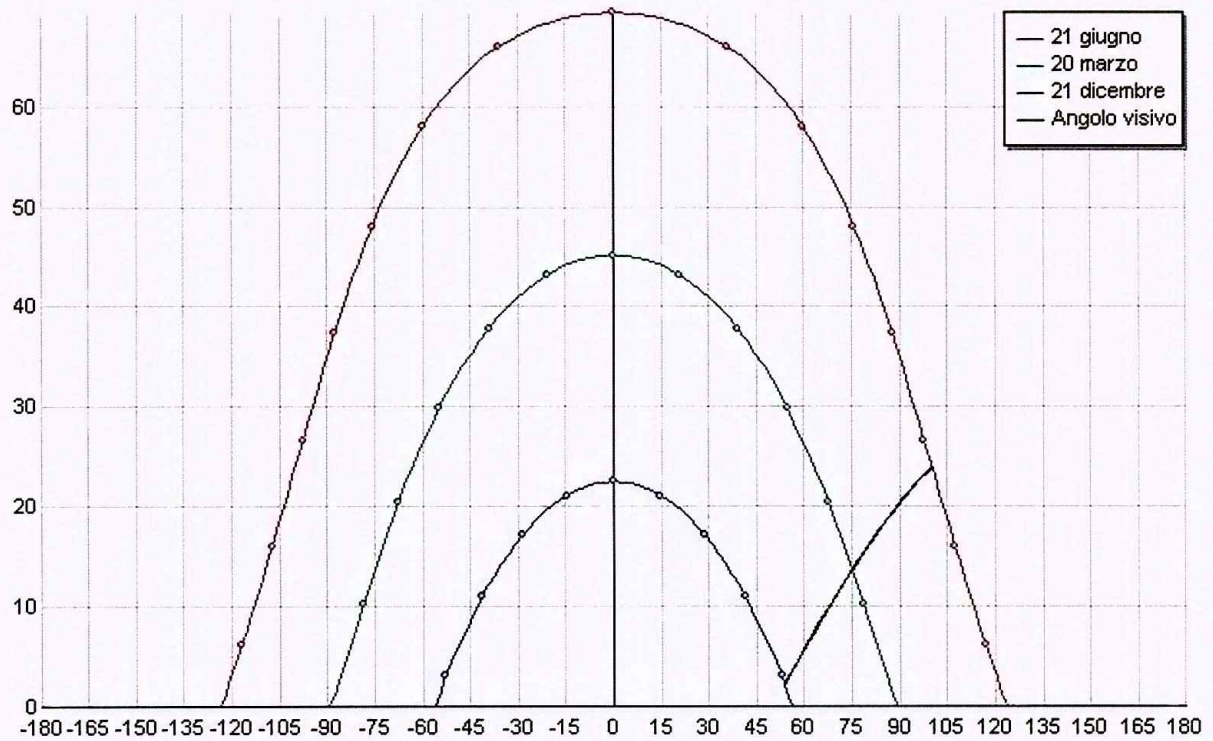


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

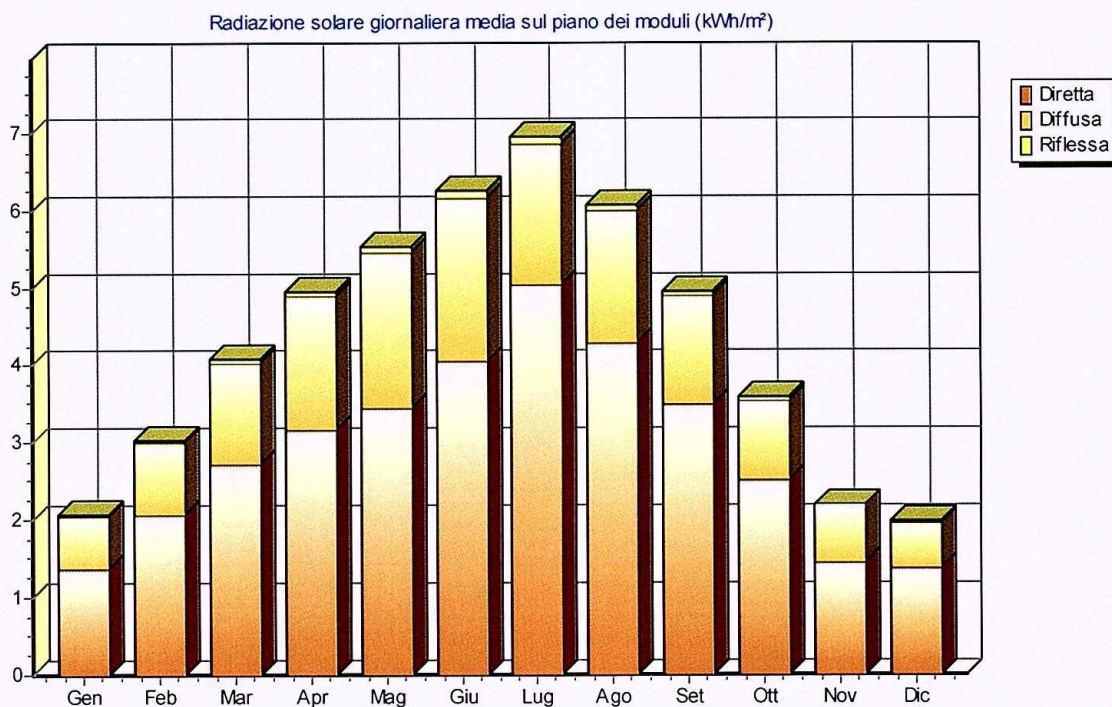


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	1,385	0,674	0,02	2,078	64,42
Febbraio	2,073	0,925	0,031	3,029	87,845
Marzo	2,721	1,314	0,047	4,082	126,544
Aprile	3,162	1,729	0,063	4,954	148,605
Maggio	3,444	2,014	0,075	5,532	171,505
Giugno	4,065	2,092	0,087	6,243	187,303
Luglio	5,034	1,822	0,096	6,952	215,514
Agosto	4,293	1,703	0,079	6,074	188,306
Settembre	3,499	1,392	0,058	4,949	148,468
Ottobre	2,519	1,037	0,038	3,594	111,409
Novembre	1,455	0,726	0,021	2,202	66,071
Dicembre	1,369	0,596	0,018	1,983	61,473

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 30° , avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Segheria Mare

Segheria Mare sarà esposta con un orientamento di $58,00^\circ$ (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $30,00^\circ$ (tilt).

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

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

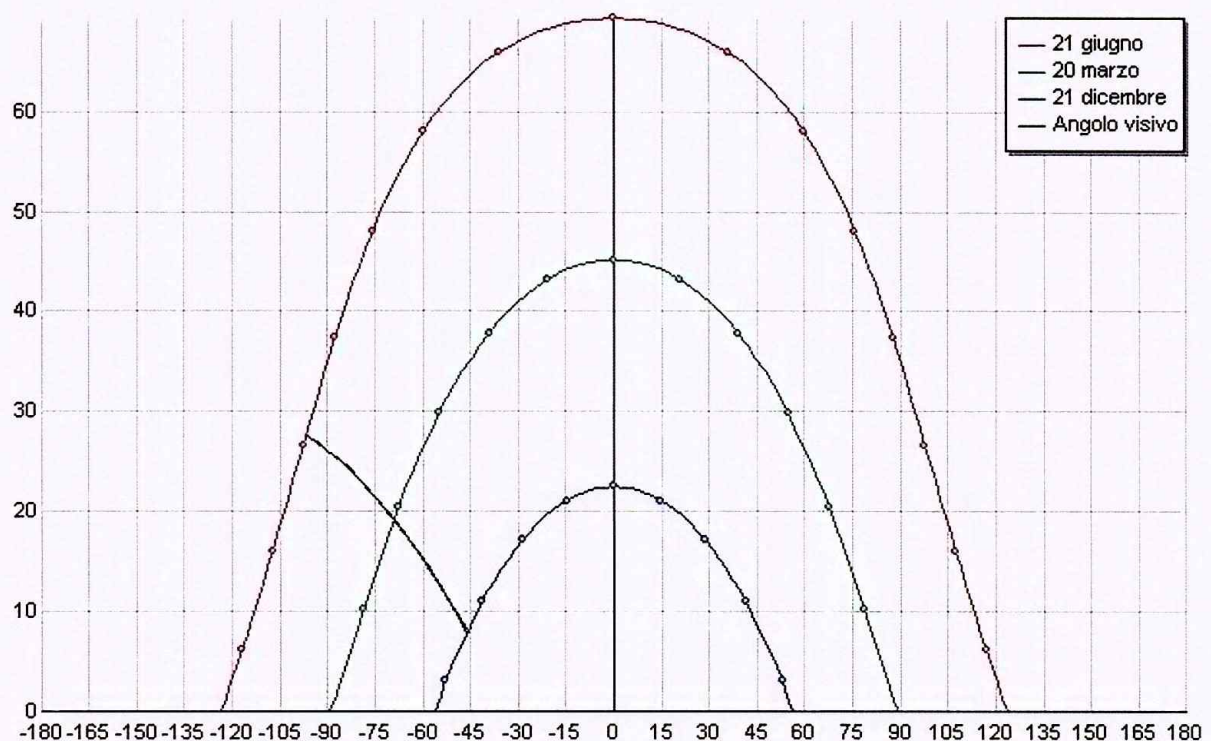


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

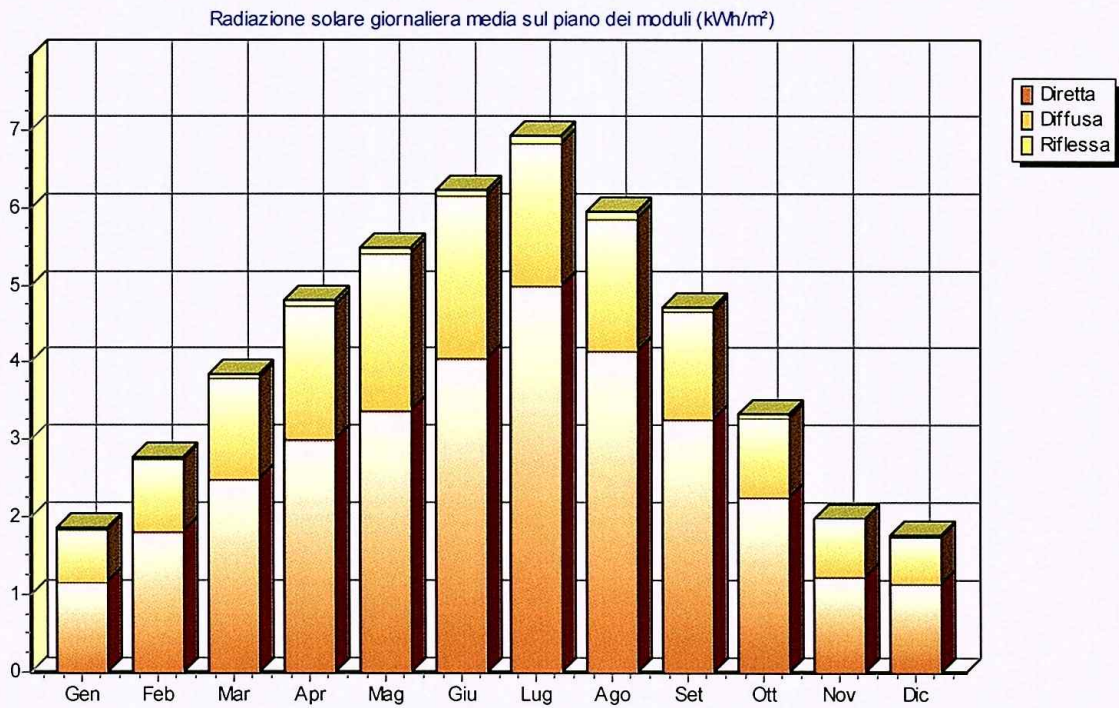


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	1,174	0,674	0,02	1,868	57,9
Febbraio	1,827	0,925	0,031	2,783	80,704
Marzo	2,496	1,314	0,047	3,857	119,56
Aprile	3,016	1,729	0,063	4,808	144,24
Maggio	3,385	2,014	0,075	5,474	169,701
Giugno	4,056	2,092	0,087	6,235	187,059
Luglio	5,002	1,822	0,096	6,919	214,496
Agosto	4,156	1,703	0,079	5,937	184,051
Settembre	3,265	1,392	0,058	4,715	141,451
Ottobre	2,251	1,037	0,038	3,326	103,094
Novembre	1,247	0,726	0,021	1,994	59,813
Dicembre	1,147	0,596	0,018	1,761	54,602

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 15° , avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Segheria monti

Segheria monti sarà esposta con un orientamento di $-120,00^\circ$ (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $15,00^\circ$ (tilt).

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

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

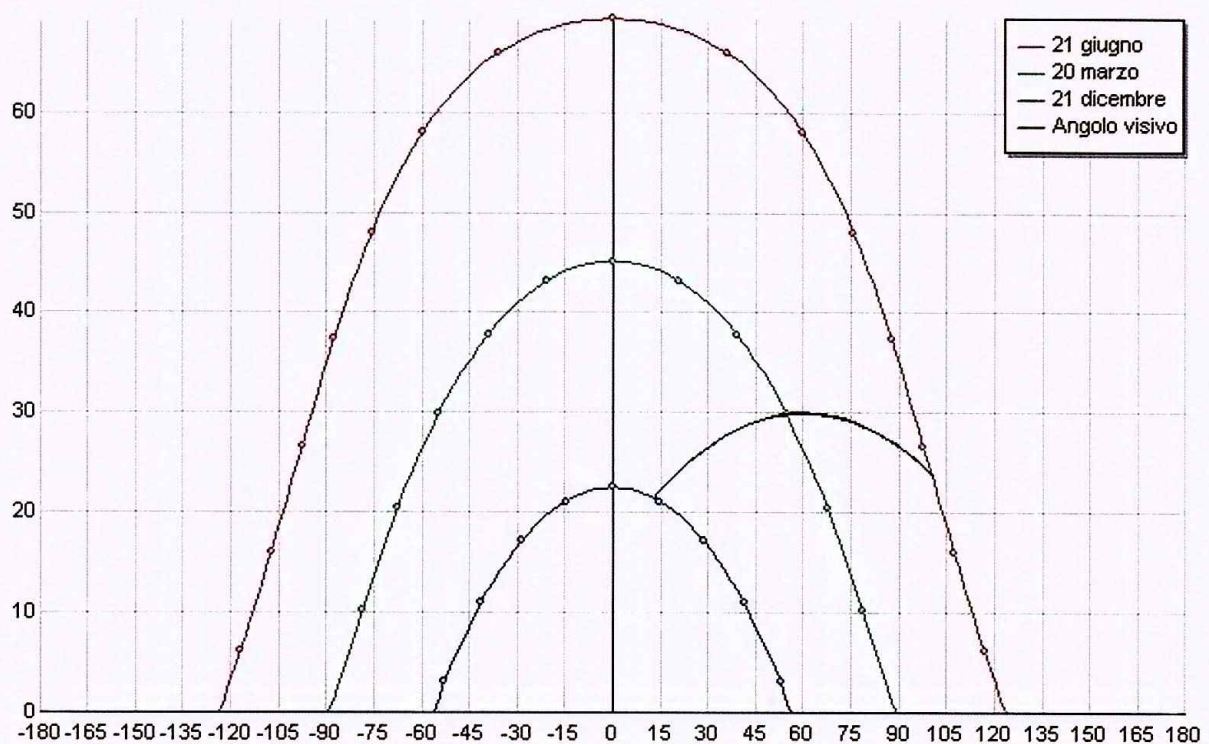


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

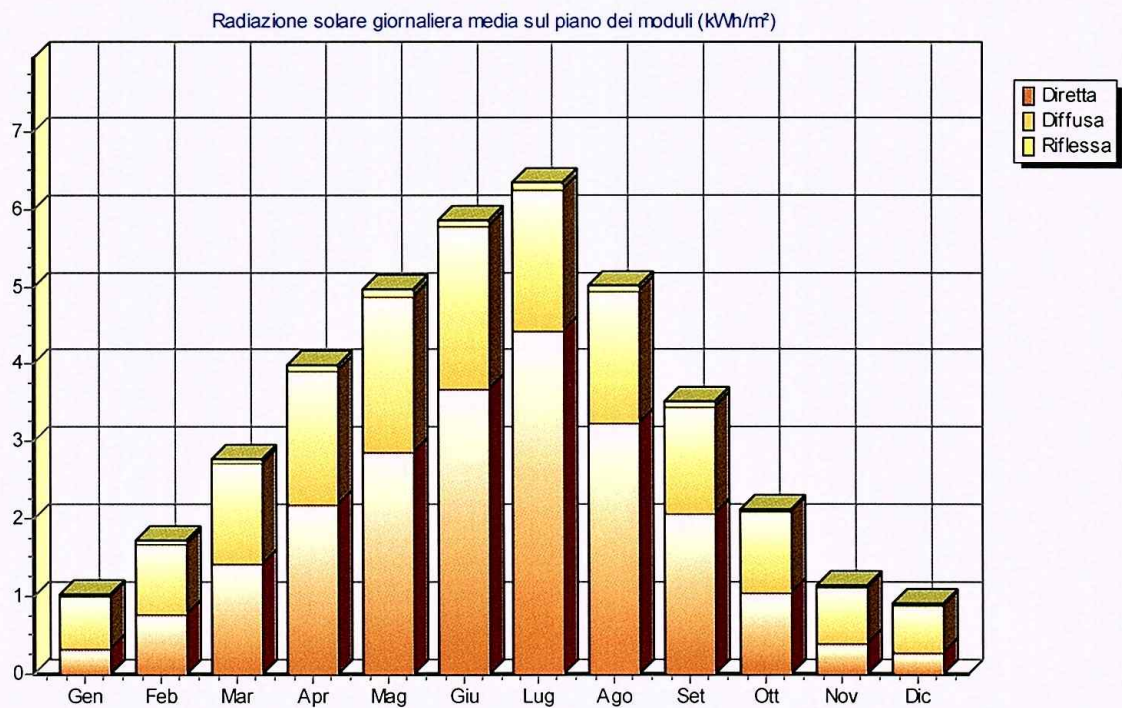


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	0,337	0,674	0,02	1,031	31,959
Febbraio	0,764	0,925	0,031	1,72	49,891
Marzo	1,42	1,314	0,047	2,781	86,211
Aprile	2,185	1,729	0,063	3,977	119,309
Maggio	2,869	2,014	0,075	4,958	153,698
Giugno	3,684	2,092	0,087	5,863	175,895
Luglio	4,427	1,822	0,096	6,345	196,691
Agosto	3,241	1,703	0,079	5,023	155,707
Settembre	2,067	1,392	0,058	3,517	105,523
Ottobre	1,056	1,037	0,038	2,13	66,041
Novembre	0,4	0,726	0,021	1,147	34,425
Dicembre	0,287	0,596	0,018	0,901	27,944

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 15°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Uffici

Il generatore è composto da n° 40 moduli del tipo Silicio policristallino 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:	Su edificio
Numero di moduli:	40
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	9800 W
Grado di efficienza:	95,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SCHOTT SOLAR
Sigla:	POLY POLY 245 (245Wp)
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	245 W
Rendimento:	14,6 %
Tensione nominale:	30,6 V
Tensione a vuoto:	37,5 V
Corrente nominale:	8 A
Corrente di corto circuito:	8,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	993 mm x 1685 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.

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.
- ❑ 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 11-20 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	POWER ONE
Sigla	PVI-10.0-OUTD-S-IT PVI
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	3
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	10 kW
Potenza massima	10,3 kW
Potenza massima per inseguitore	6,5 kW
Tensione nominale	580 V
Tensione massima	850 V
Tensione minima per inseguitore	175 V
Tensione massima per inseguitore	850 V
Tensione nominale di uscita	400 V
Corrente nominale	36 A
Corrente massima	36 A

Corrente massima per inseguitore	18 A
Rendimento	0,97

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Uffici	Uffici
Tensione di MPP (STC)	612 V	612 V
Numero di moduli	20	20

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 245 \text{ W} * 40 = 9800 \text{ W}$$

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

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Uffici	40	1.577,46	15.459,15

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 12464 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,00 %
Perdite per aumento di temperatura	6,60 %
Perdite di mismatching	5,00 %
Perdite in corrente continua	1,50 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,00 %
Perdite per conversione	2,90 %
Perdite totali	19,37 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	509,0	509,0	0,0 %
Febbraio	694,1	694,1	0,0 %
Marzo	999,9	999,9	0,0 %
Aprile	1174,2	1174,2	0,0 %
Maggio	1355,1	1355,1	0,0 %
Giugno	1479,9	1479,9	0,0 %
Luglio	1702,8	1702,8	0,0 %
Agosto	1487,9	1487,9	0,0 %
Settembre	1173,1	1173,1	0,0 %
Ottobre	880,3	880,3	0,0 %
Novembre	522,0	522,0	0,0 %
Dicembre	485,7	485,7	0,0 %
Anno	12464,0	12464,0	0,0 %

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 Uffici soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (611,7 V) maggiore di V_{mpp} min. (175,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (612,2 V) inferiore a V_{mpp} max. (850,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (750,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (850,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (750,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

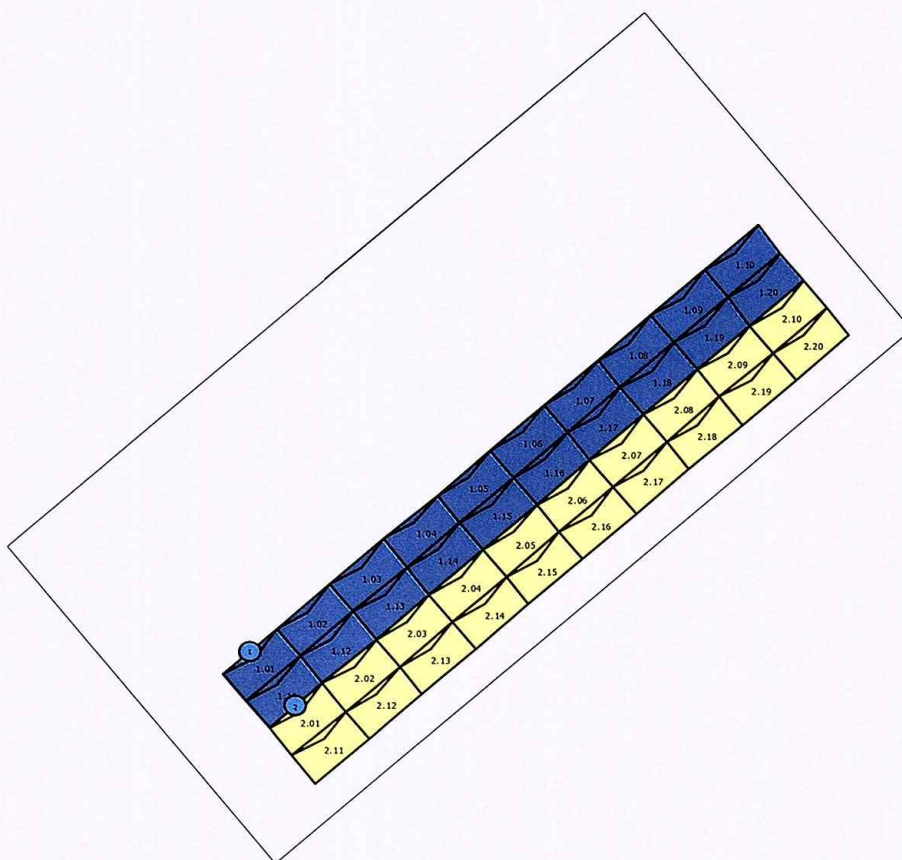
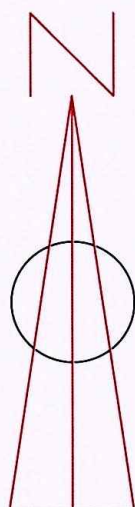
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (8,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (18,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (128,9%) non compreso tra 80,0% e il 120,0% [MPPT 2]

PLANIMETRIA DEL GENERATORE



Segheria marmi

Il generatore è composto da n° 160 moduli del tipo Silicio policristallino 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:	Su edificio
Numero di moduli:	160
Numero inverter:	4
Potenza nominale:	39200 W
Grado di efficienza:	95,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SCHOTT SOLAR
Sigla:	POLY Schott Perform Poly 245
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	245 W
Rendimento:	14,6 %
Tensione nominale:	30,6 V
Tensione a vuoto:	37,5 V
Corrente nominale:	8 A
Corrente di corto circuito:	8,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	993 mm x 1685 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.

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.
- ❑ 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 11-20 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 4 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	POWER ONE
Sigla	PVI-10.0-OUTD-S-IT PVI
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	3
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	10 kW
Potenza massima	10,3 kW
Potenza massima per inseguitore	6,5 kW
Tensione nominale	580 V
Tensione massima	850 V
Tensione minima per inseguitore	175 V
Tensione massima per inseguitore	850 V
Tensione nominale di uscita	400 V
Corrente nominale	36 A
Corrente massima	36 A

Corrente massima per inseguitore	18 A
Rendimento	0,97

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Segheria Mare	Segheria Mare
Tensione di MPP (STC)	612 V	612 V
Numero di moduli	20	20

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Segheria Mare	Segheria Mare
Tensione di MPP (STC)	612 V	612 V
Numero di moduli	20	20

Inverter 3	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Segheria Mare	Segheria Mare
Tensione di MPP (STC)	612 V	612 V
Numero di moduli	20	20

Inverter 4	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	20	20
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Segheria Mare	Segheria Mare
Tensione di MPP (STC)	612 V	612 V
Numero di moduli	20	20

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 245 \text{ W} * 160 = 39200 \text{ W}$$

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

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Segheria Mare	160	1.516,67	59.453,52

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 47885,3 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,00 %
Perdite per aumento di temperatura	6,69 %
Perdite di mismatching	5,00 %
Perdite in corrente continua	1,50 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,00 %
Perdite per conversione	2,90 %
Perdite totali	19,46 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1828,1	1828,1	0,0 %
Febbraio	2548,0	2548,0	0,0 %
Marzo	3774,8	3774,8	0,0 %
Aprile	4554,0	4554,0	0,0 %
Maggio	5357,9	5357,9	0,0 %
Giugno	5906,0	5906,0	0,0 %
Luglio	6772,2	6772,2	0,0 %
Agosto	5811,0	5811,0	0,0 %
Settembre	4466,0	4466,0	0,0 %
Ottobre	3255,0	3255,0	0,0 %
Novembre	1888,5	1888,5	0,0 %
Dicembre	1723,9	1723,9	0,0 %
Anno	47885,3	47885,3	0,0 %

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 Segheria marmi soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (611,7 V) maggiore di V_{mpp} min. (175,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (612,2 V) inferiore a V_{mpp} max. (850,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (750,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (850,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (750,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

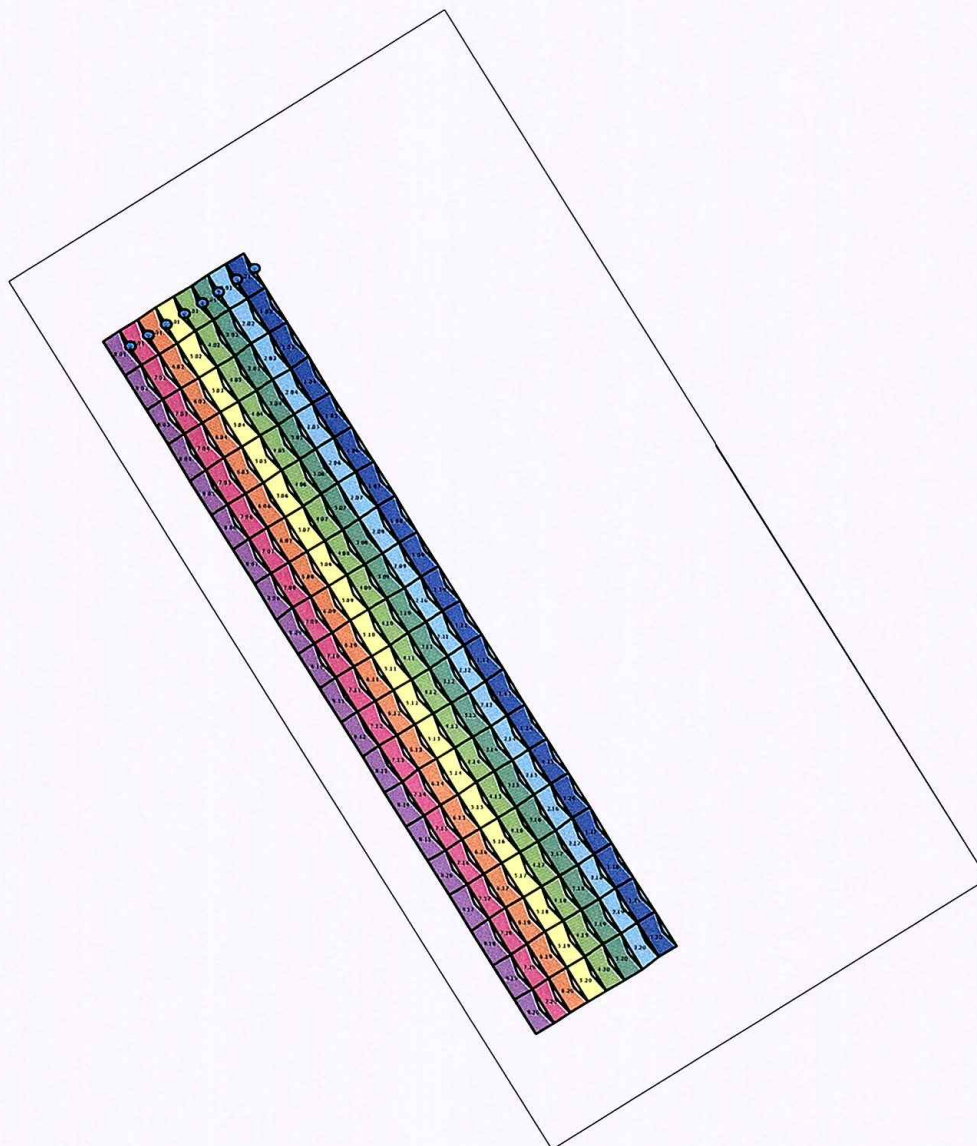
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (8,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (18,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (128,9%) non compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 2]

PLANIMETRIA DEL GENERATORE



Generatore n. 3

Il generatore è composto da n° 250 moduli del tipo Film sottile 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:	Su edificio
Numero di moduli:	250
Numero inverter:	5
Potenza nominale:	33750 W
Grado di efficienza:	108,9 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SAINT-GOBAIN
Sigla:	POWERMIX PM135
Tecnologia costruttiva:	Film sottile
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	135 W
Rendimento:	12,6 %
Tensione nominale:	45,6 V
Tensione a vuoto:	61,3 V
Corrente nominale:	3 A
Corrente di corto circuito:	3,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	684 mm x 1595 mm
Peso:	19,6 kg

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

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.
- ❑ 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 11-20 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 5 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	POWER ONE
Sigla	PV-6000-OUTD-IT-S (2010) PVI
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	6 kW
Potenza massima	6,2 kW
Potenza massima per inseguitore	4 kW
Tensione nominale	360 V
Tensione massima	600 V
Tensione minima per inseguitore	84 V
Tensione massima per inseguitore	580 V
Tensione nominale di uscita	231 V
Corrente nominale	36 A
Corrente massima	36 A

Corrente massima per inseguitore	18 A
Rendimento	0,96

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	5	5
Stringhe in parallelo	5	5
Esposizioni	Segheria monti	Segheria monti
Tensione di MPP (STC)	228 V	228 V
Numero di moduli	25	25

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	5	5
Stringhe in parallelo	5	5
Esposizioni	Segheria monti	Segheria monti
Tensione di MPP (STC)	228 V	228 V
Numero di moduli	25	25

Inverter 3	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	5	5
Stringhe in parallelo	5	5
Esposizioni	Segheria monti	Segheria monti
Tensione di MPP (STC)	228 V	228 V
Numero di moduli	25	25

Inverter 4	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	5	5
Stringhe in parallelo	5	5
Esposizioni	Segheria monti	Segheria monti
Tensione di MPP (STC)	228 V	228 V
Numero di moduli	25	25

Inverter 5	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	5	5
Stringhe in parallelo	5	5
Esposizioni	Segheria monti	Segheria monti
Tensione di MPP (STC)	228 V	228 V
Numero di moduli	25	25

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 135 \text{ W} * 250 = 33750 \text{ W}$$

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

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Segheria monti	250	1.203,29	40.611,2

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 33206,9 \text{ kWh} \quad \text{dove}$$

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,00 %
Perdite per aumento di temperatura	4,58 %
Perdite di mismatching	5,00 %
Perdite in corrente continua	1,50 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,00 %
Perdite per conversione	3,60 %
Perdite totali	18,23 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	882,0	882,0	0,0 %
Febbraio	1376,8	1376,8	0,0 %
Marzo	2379,1	2379,1	0,0 %
Aprile	3292,5	3292,5	0,0 %
Maggio	4241,5	4241,5	0,0 %
Giugno	4854,1	4854,1	0,0 %
Luglio	5428,0	5428,0	0,0 %
Agosto	4297,0	4297,0	0,0 %
Settembre	2912,1	2912,1	0,0 %
Ottobre	1822,5	1822,5	0,0 %
Novembre	950,0	950,0	0,0 %
Dicembre	771,2	771,2	0,0 %
Anno	33206,9	33206,9	0,0 %

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 n. 3 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (178,5 V) maggiore di V_{mpp} min. (84,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (266,5 V) inferiore a V_{mpp} max. (580,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (345,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (600,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (345,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

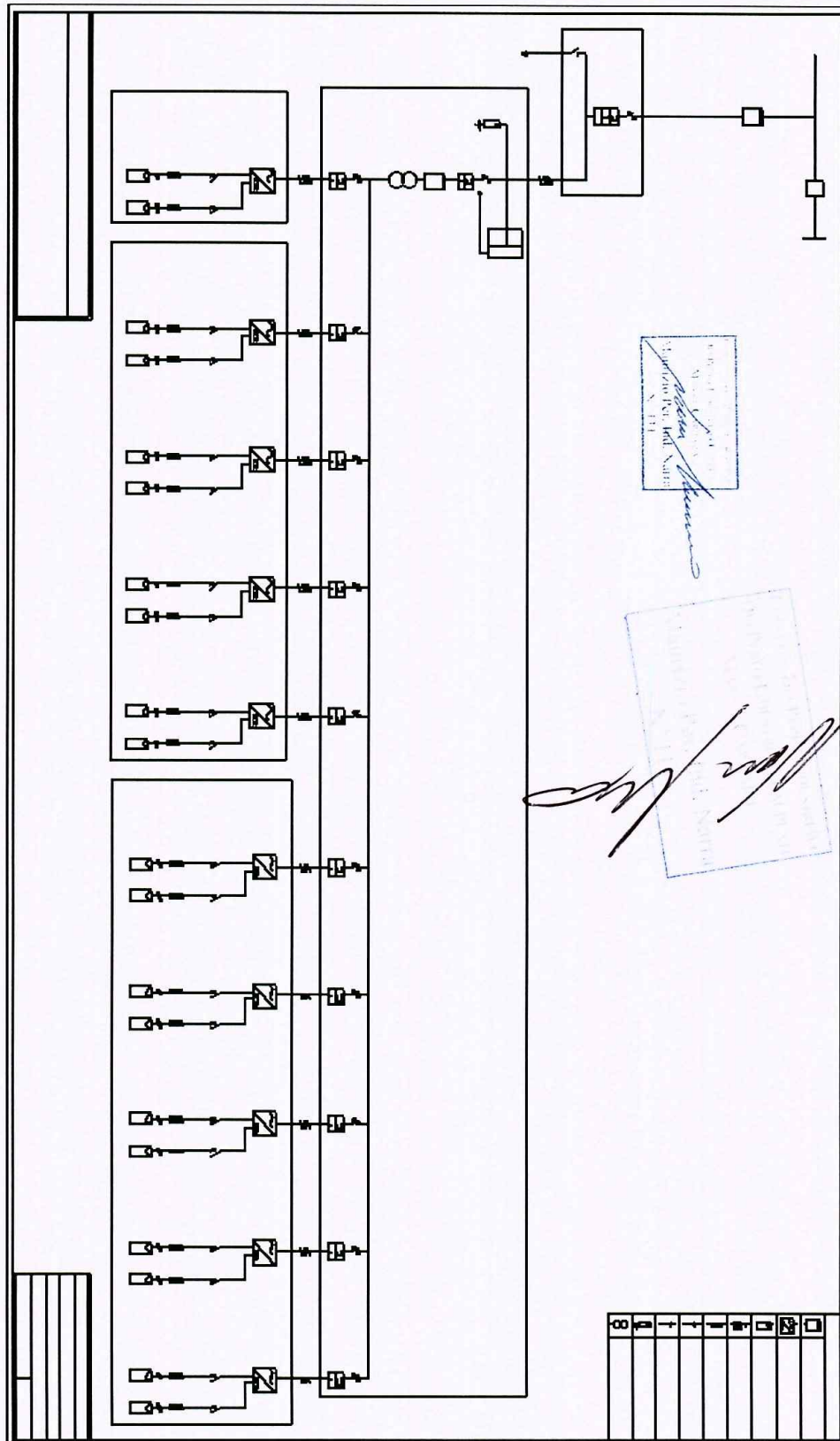
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (16,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (18,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (153,4%) non compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 2]

SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 8477: Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- 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 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- 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 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;
- 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 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 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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.
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- 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 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 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 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 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 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

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 e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ☐ 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.

