

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01 e s.m.i.**

S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

NODO DI BARI

BARI NORD – VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE

IMPIANTI LFM GALLERIA

Relazione di dimensionamento impianto FV

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

IADR 00 D 18 RH LF0200 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Cerbone 	Luglio 2023	M. Castellani 	Luglio 2023	G. Dimaggio 	Luglio 2023	G. Guidi Bufferini Luglio 2023

File:

n. Elab.:

Sommario

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	3
SITO DI INSTALLAZIONE	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	4
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	5
EMISSIONI	5
RADIAZIONE SOLARE	6
ESPOSIZIONI	7
Generatore	11
GRUPPO DI CONVERSIONE	11
DIMENSIONAMENTO	14
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	16
QUADRI ELETTRICI	20
VERIFICHE 21	
PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO	22
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO	23
RIFERIMENTI NORMATIVI	24
CONCLUSIONI	26

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 40 kW e potenza di picco di 40,32 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE

Località:	Bari
Latitudine:	041°08'00"N
Longitudine:	016°50'00"E
Altitudine:	5 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

1 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° 96 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .

La potenza di picco è di 40,32 kWp per una produzione di 51.826,1 kWh annui distribuiti su una superficie di 192,96 m².

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

EMISSIONI

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	36,32 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	45,72 kg
Polveri:	1,62 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	27,03 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1,59 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,31 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	12,96 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 Bari.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	6,7	207,7
Febbraio	9,3	260,4
Marzo	14,3	443,3
Aprile	18,3	549
Maggio	21,9	678,9
Giugno	24,1	723
Luglio	23,9	740,9
Agosto	20,9	647,9
Settembre	16,3	489
Ottobre	11,7	362,7
Novembre	7,5	225
Dicembre	6,1	189,1

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	63,701	1974,719
Febbraio	87,616	2453,253
Marzo	134,066	4156,036
Aprile	171,27	5138,098
Maggio	205,315	6364,759
Giugno	226,272	6788,165
Luglio	224,242	6951,506
Agosto	195,727	6067,549
Settembre	152,662	4579,866
Ottobre	110,11	3413,423
Novembre	71,136	2134,072
Dicembre	58,216	1804,699

ESPOSIZIONI

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

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Espos. incl. 1° orient. 22°	Incentivo 1	Inclinazione fissa	22,4°	1°	0 %

Espos. incl. 1° orient. 22°

Espos. incl. 1° orient. 22° sarà esposta con un orientamento di 22,40° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 1,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Espos. incl. 1° orient. 22° è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

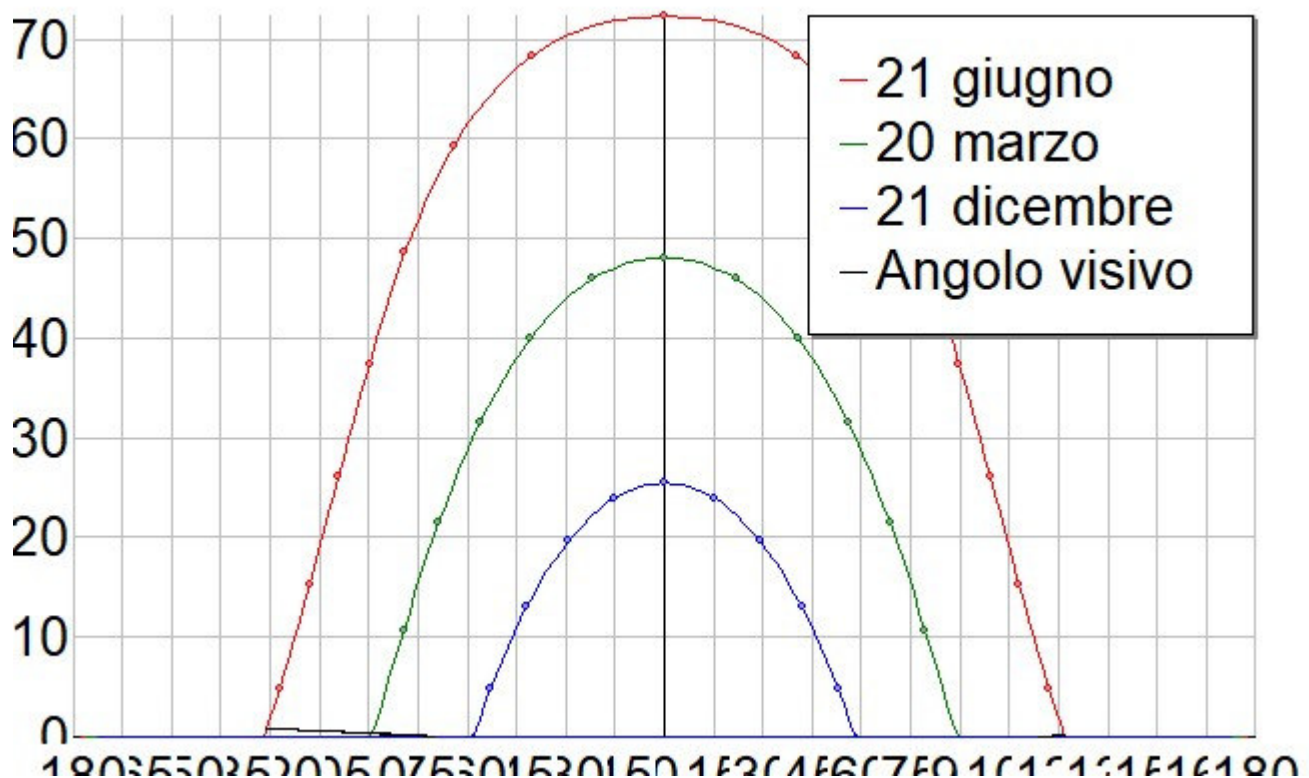


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

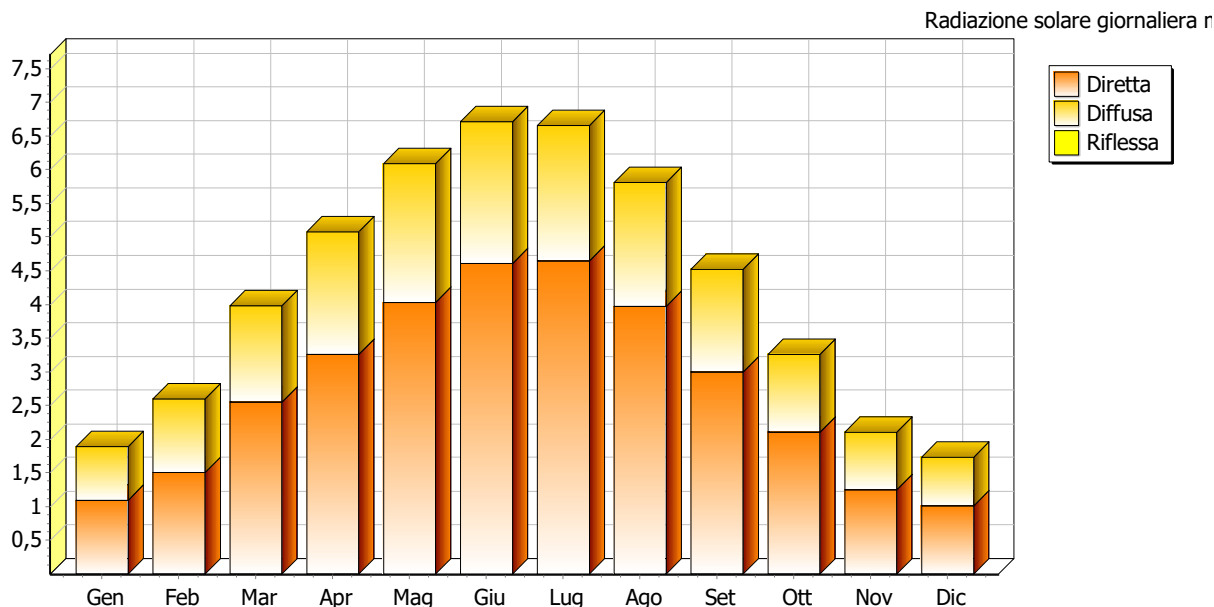


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m²]	Radiazione Diffusa [kWh/m²]	Radiazione Riflessa [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]	Totale mensile [kWh/m²]
Gennaio	1,094	0,796	0	1,89	58,58
Febbraio	1,51	1,09	0	2,599	72,776
Marzo	2,55	1,427	0	3,977	123,289
Aprile	3,265	1,816	0	5,081	152,422
Maggio	4,035	2,055	0	6,091	188,811
Giugno	4,608	2,105	0	6,712	201,372
Luglio	4,638	2,014	0	6,652	206,217
Agosto	3,973	1,833	0	5,806	179,995
Settembre	2,993	1,536	0	4,529	135,862
Ottobre	2,107	1,16	0	3,266	101,26
Novembre	1,249	0,861	0	2,11	63,308
Dicembre	1,012	0,715	0	1,727	53,537

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 1°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.



NODO DI BARI
BARI NORD – VARIANTE SANTO SPIRITO PALESE

**IMPIANTI LFM GALLERIE – Relazione di dimensionamento impianto
FV**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IADR	00	D18 RH	LF 0200 001	A	10 DI 27

Generatore

Il generatore è composto da n° 96 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:	96
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	40 kW
Potenza di picco:	40,32 kWp
Performance ratio:	83,6 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI

Costruttore:	AMERISOLAR
Serie / Sigla:	AS-7M110-HC AS-7M110-HC-420W
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	420 Wp
Rendimento:	20,9 %
Tensione nominale:	32 V
Tensione a vuoto:	38,2 V
Corrente nominale:	13,1 A
Corrente di corto circuito:	13,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	960 mm x 2098 mm
Peso:	22,5 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 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	HUAWEI
Serie / Sigla:	SUN2000 SUN2000-20KTL-M0
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	20 kW
Potenza massima:	20,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	10,1 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1080 V
Tensione minima per inseguitore:	160 V
Tensione massima per inseguitore:	950 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	60 A
Corrente massima:	60 A
Corrente massima per inseguitore:	30 A
Rendimento:	0,99

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	12	12
Stringhe in parallelo:	2	2
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 22°	Espos. incl. 1° orient. 22°
Tensione di MPP (STC):	384 V	384 V
Numero di moduli:	24	24

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	12	12
Stringhe in parallelo:	2	2
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 22°	Espos. incl. 1° orient. 22°
Tensione di MPP (STC):	384 V	384 V
Numero di moduli:	24	24

2 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 420 \text{ Wp} * 96 = 40,32 \text{ kWp}$$

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]
Espos. incl. 1° orient. 22°	96	1.537,43	61.989,15

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 51826,1 \text{ kWh}$$

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:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,3 %
Perdite totali:	16,4 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1974,7	1974,7	0,0 %
Febbraio	2453,3	2453,3	0,0 %
Marzo	4156,0	4156,0	0,0 %
Aprile	5138,1	5138,1	0,0 %
Maggio	6364,8	6364,8	0,0 %
Giugno	6788,2	6788,2	0,0 %
Luglio	6951,5	6951,5	0,0 %
Agosto	6067,5	6067,5	0,0 %
Settembre	4579,9	4579,9	0,0 %
Ottobre	3413,4	3413,4	0,0 %
Novembre	2134,1	2134,1	0,0 %

**IMPIANTI LFM GALLERIE – Relazione di dimensionamento impianto
FV**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
IADR	00	D18 RH	LF 0200 001	A	15 DI 27

Dicembre	1804,7	1804,7	0,0 %
Anno	51826,1	51826,1	0,0 %

3 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:	325,19 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 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:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm ²
N° conduttori PE:	

Sez. PE:	
Tensione nominale:	384 V
Corrente d'impiego:	13,1 A
Corrente di c.c. moduli	13,9 A

Cablaggio: Q. Campo - Q. Inverter

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	17,9 m
Lunghezza di dimensionamento:	15 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:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)+1G6
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm ²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	6 mm ²
Tensione nominale:	384 V
Corrente d'impiego:	26,3 A
Corrente di c.c. moduli	27,7 A

Cablaggio: Q. Inverter - Q. Parallelo

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	5,69 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 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:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	4x(1x6)+1G6
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm ²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	6 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	28,9 A

Cablaggio: Q. Parallelo - Q. Misura

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	0 m
Lunghezza di dimensionamento:	200 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:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	4x(1x35)+1G35
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:	35 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	57,7 A

Tabella cavi

Sigla	Descrizione	Form.	Des.	Codice	Origine	Dest.	Lc
W00	Cavo stringa A 1-A Q.1	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 1	A Q.1	39,85 m
W01	Cavo stringa A 2-A Q.1	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 2	A Q.1	51,37 m
W02	Cavo stringa A 3-A Q.2	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 3	A Q.2	37,85 m
W03	Cavo stringa A 4-A Q.2	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 4	A Q.2	45,38 m
W04	Cavo stringa A 5-A Q.3	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 5	A Q.3	40,54 m
W05	Cavo stringa A 6-A Q.3	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 6	A Q.3	36,54 m
W06	Cavo stringa A 7-A Q.4	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 7	A Q.4	42,59 m
W07	Cavo stringa A 8-A Q.4	2x(1x6)	H1Z2Z2-K		Stringa A 8	A Q.4	31,07 m
W08	Cavo A Q.1-inverter A I.1	2x(1x6)+1G 6	H1Z2Z2-K		A Q.1	inverter A I.1	6,44 m
W09	Cavo A Q.2-inverter A I.1	2x(1x6)+1G 6	H1Z2Z2-K		A Q.2	inverter A I.1	2,55 m
W10	Cavo A Q.3-inverter A I.2	2x(1x6)+1G 6	H1Z2Z2-K		A Q.3	inverter A I.2	2,38 m
W11	Cavo A Q.4-inverter A I.2	2x(1x6)+1G 6	H1Z2Z2-K		A Q.4	inverter A I.2	6,53 m
W12	Cavo inverter A I.1-q.p.	4x(1x6)+1G 6	FG16M16 0.6/1 kV		inverter A I.1	q.p.	3,28 m
W13	Cavo inverter A I.2-q.p.	4x(1x6)+1G 6	FG16M16 0.6/1 kV		inverter A I.2	q.p.	2,41 m
W14	Cavo q.p.-q.m.	4x(1x35)+1 G35	FG16M16 0.6/1 kV		q.p.	q.m.	1,88 m

Tabella di riepilogo cavi

Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
Stringa - Q. Campo		2x(1x6)	H1Z2Z2-K		650,38 m
Q. Campo - Q. Inverter		2x(1x6)+1 G6	H1Z2Z2-K		53,7 m
Q. Inverter - Q. Parallelo		4x(1x6)+1 G6	FG16M16 0.6/1 kV		28,45 m
Q. Parallelo - Q. Misura		4x(1x35)+1 G35	FG16M16 0.6/1 kV		0 m

4 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 .

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.

5 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 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (326,2 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (160,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (428,9 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (950,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (503,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1080,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (503,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

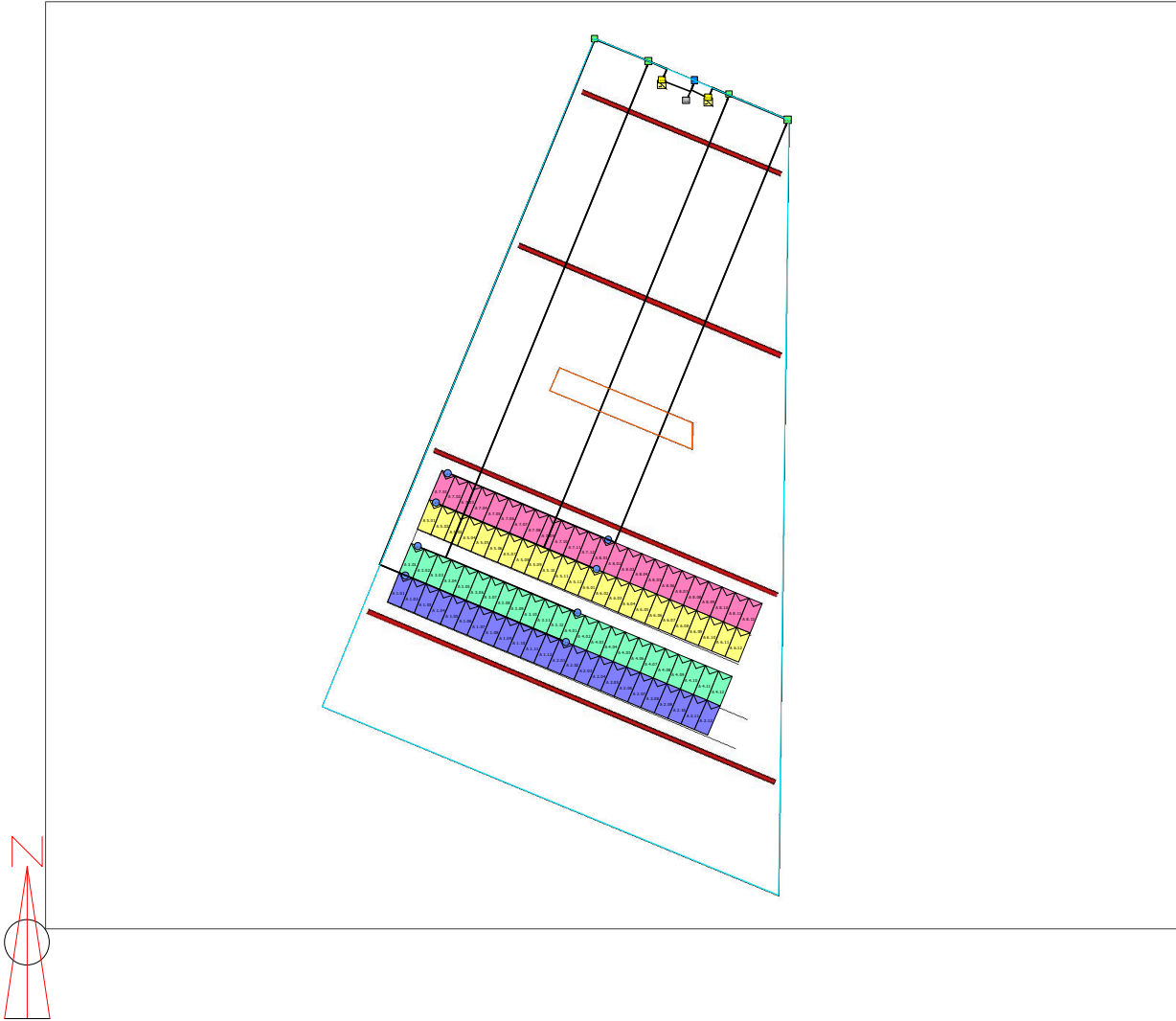
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (27,7 A) inferiore alla corrente massima inverter (30,0 A)

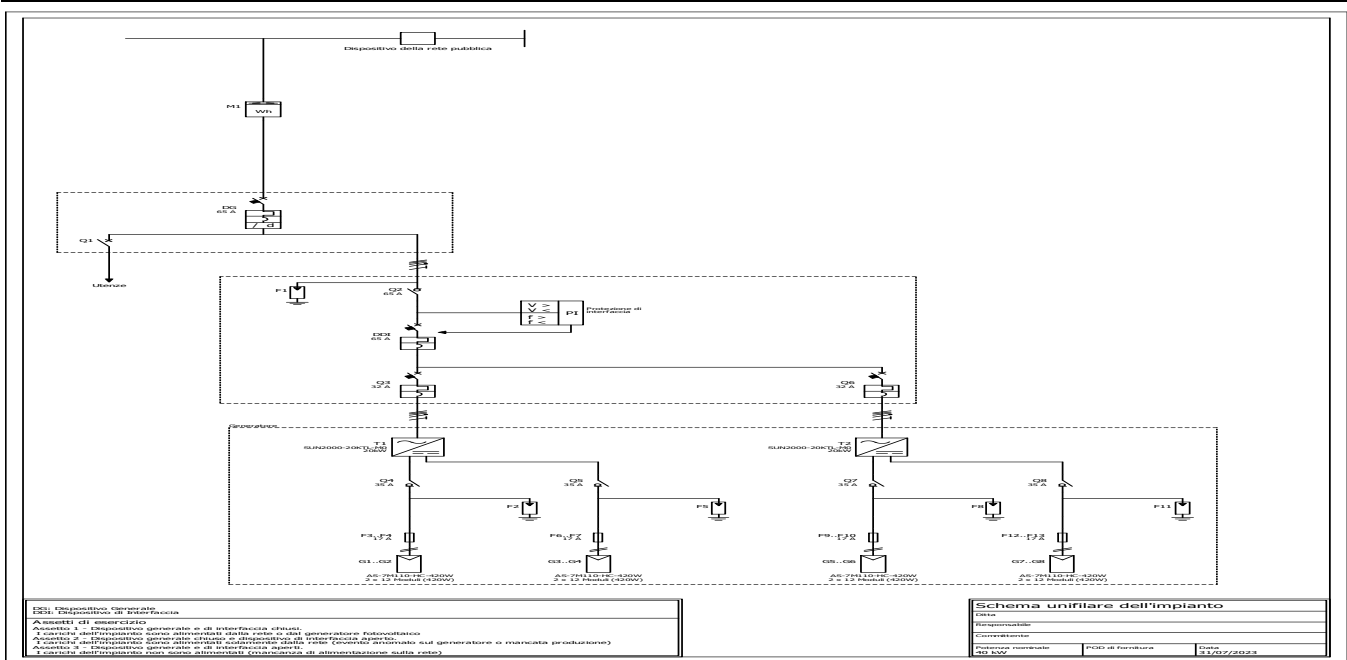
Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (99,5%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1]

6 PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO



7 SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



8 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): Apparatati 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): Apparatati 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) Apparatati 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) Apparatati 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 integrati 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.

