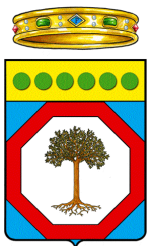


REGIONE  
PUGLIA



COMUNE DI  
FOGGIA



COMUNE DI  
MANFREDONIA



Provincia  
FOGGIA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO,  
DENOMINATO "CSPV MANFREDONIA" DELLA POTENZA COMPLESSIVA PARI  
A 53,84 MW<sub>p</sub> E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA  
REALIZZARSI NEI COMUNI DI FOGGIA (FG) E MANFREDONIA (FG)**

**RELAZIONE TECNICA GENERALE  
IMPIANTI ELETTRICI**

ELABORATO

**PR\_06**

**PROPONENTE:**



**BLUE STONE RENEWABLE VI S.R.L.**

Via Vincenzo Bellini, 22

00198 Roma (RM)

pec: bluestonerenewable6srl@legalmail.it

**Consulenti:**

**PROGETTO:**



Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari - Tel. 080 3219948 - Fax. 080 2020986

**ATECH srl**

Via della Resistenza 48

70125- Bari (BA)

pec: atechsrl@legalmail.it

**Il DIRETTORE TECNICO**

dott. Ing. Orazio Tricarico



dott. Ing. Alessandro Antezza



**Studio di Impatto Ambientale, Geologia, Paesaggio:**



Via Sergio Amidei, 43 - 00128 Roma - Italy  
tel (+39) 06.50.79.64.16 - fax (+39) 06.94.80.36.43

www.studiodiconsulenza3e.it  
info@studiodiconsulenza3e.it

**Il Responsabile del Gruppo di  
Progettazione Ambientale**

Dott. Geol. Andrea RONDINARA

**Il Geologo**

Dott. Geol. Andrea RONDINARA

Dott. Geol. Davide PISTILLO

**Paesaggio**

Dott. Arch. Vincenzo BONASORTA

0	GIUGNO 2022	V.D.P.	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

Progetto	Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)				
Regione	Puglia				
Comune	Foggia (FG) – Manfredonia (FG)				
Proponente	Blue Stone Renewable VI Srl Sede Roma (RM) via Vincenzo Bellini 22 P. IVA 15305131003				
Redazione SIA	ATECH S.R.L. – Società di Ingegneria e Servizi di Ingegneria Sede Legale Via della Resistenza 48 70125 Bari (BA)				
Documento	Relazione tecnica generale impianti elettrici				
Revisione	00				
Emissione	Giugno 2022				
Redatto	B.B. - M.G.F. – ed altri (vedi sotto)	Verificato	A.A.	Approvato	O.T.
Redatto: Gruppo di lavoro	Ing. Alessandro Antezza Arch. Berardina Boccuzzi Ing. Alessandrina Ester Calabrese Arch. Claudia Cascella Geol. Anna Castro Arch. Valentina De Paolis Dott. Naturalista Maria Grazia Fraccalvieri Ing. Emanuela Palazzotto Ing. Orazio Tricarico				
Verificato:	Ing. Alessandro Antezza (Socio di Atech srl)				
Approvato:	Ing. Orazio Tricarico (Amministratore Unico e Direttore Tecnico di Atech srl)				

Questo rapporto è stato preparato da Atech Srl secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.

Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Atech Srl non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.

Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di Blue Stone Renewable VI Srl, non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Atech Srl.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Atech Srl non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.



<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>COMPONENTI DELL'IMPIANTO</b>	<b>5</b>
2.1	GENERATORE FOTOVOLTAICO	6
2.2	CONVERTITORE CC/CA	8
2.3	QUADRO DI STRINGHE IN CORRENTE CONTINUA	9
<b>3</b>	<b>CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO DELL'IMPIANTO SOLARE</b>	<b>10</b>
3.1	VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE IN C.C.	10
<b>4</b>	<b>STAZIONE DI ENERGIA</b>	<b>11</b>
4.1	VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE IN C.C.	11
4.2	SCOMPARTO DI MEDIA TENSIONE	12
4.3	DISPOSITIVO GENERALE	13
4.4	PROTEZIONE GENERALE	14
4.5	PROTEZIONE DI INTERFACCIA	14
4.6	PROTEZIONE RETE E TRASFORATORI	15
<b>5</b>	<b>ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA</b>	<b>15</b>
5.1	ILLUMINAZIONE GENERALE	15
5.2	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	15
<b>6</b>	<b>F.M. E TERRA DI PROTEZIONE</b>	<b>16</b>
6.1	QUADRERIE	16
6.2	PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO- SOVRACCARICO E CONTATTI INDIRETTI	16
6.3	RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CA	17



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

<b>6.4</b>	<b>RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CC</b>	<b>18</b>
<b>6.5</b>	<b>RETE DI PROTEZIONE DI TERRA</b>	<b>19</b>



## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di giustificare le scelte progettuali adottate per la **realizzazione di un impianto di generazione energetica alimentato da Fonti Rinnovabili e nello specifico da fonte solare.**

La società proponente è la **Blue Stone Renewable VI Srl** con sede legale in Roma (RM) via Vincenzo Bellini n. 22, P. IVA 15305131003.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo **impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 46,8 MW e potenza di picco pari a 53,842 MWp da realizzarsi nel Comune di Foggia (FG), con connessione alla RTN tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in cavo a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN denominata "Manfredonia".**

Sul confine dell'area è posta la cabina di allaccio mentre all'interno dell'area sono installate cinque cabine di trasformazione collegate in radiale rispetto a partire dalla cabina di allaccio. Gli elaborati grafici offrono una visione più dettagliata delle scelte progettuali adottate.

La progettazione degli impianti è stata effettuata nel rispetto delle leggi e delle norme vigenti in materia di sicurezza degli impianti elettrici.

Si richiamano, a solo scopo indicativo, i principali riferimenti normativi per la realizzazione delle opere relative agli impianti su indicati:

- DLgs 81/2008 in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge n° 186 del 1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n° 791 del 1977: Requisiti di sicurezza dei materiali da utilizzare degli impianti B.T.;
- Decreto del Ministero per lo sviluppo economico n°37 del 2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quarterdecies, comma 13, lettera a), della legge n°248 del 02/12/2005,



recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

- Norma C.E.I 99-2: Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV c.a.
- Norma C.E.I 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma C.E.I 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma C.E.I 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed AT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Codice di Trasmissione Dispacciamento, Sviluppo e Sicurezza della Rete di TERNA
- Norma CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Tabelle C.E.I-UNEL 35024 per la portata dei conduttori con posa in aria;
- Tabelle C.E.I-UNEL 35026 per la portata dei conduttori con posa interrata.

## 2 COMPONENTI DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Generatore fotovoltaico;
- Inverter distribuiti;
- Quadro parallelo Inverter;

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 99.708 moduli e si prevede di utilizzare 18 inverter di campo da 2600kVA.



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

## 2.1 **GENERATORE FOTOVOLTAICO**

Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 3.561 stringhe di moduli FV.

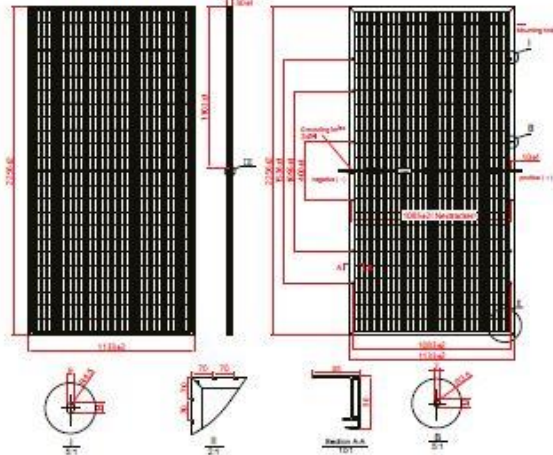
Modello dei Moduli: SRP-540-BMA-BG 540W della SERAPHIM

Caratteristiche:

- Potenza unitario modulo: 540 W
- Silicio monocristallino;
- Tensione a circuito aperto: 49,50 V
- Corrente di corto circuito (Isc): 13,81 A
- Tensione alla massima potenza (Vm): 41,55 V
- Corrente alla massima potenza (Im): 13,00 A
- Dimensioni del modulo: 2256 mm x 1133 mm x 30 mm



**Technical drawing**



\* All Dimensions in mm

**Mechanical Specifications**

External Dimension	2256 x 1133 x 30 mm
Weight	32 kg
Solar Cells	PERC Mono crystalline (144 pcs)
Front / Back Glass	2.0 mm AR coating semi-tempered glass, low iron
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68, 3 diodes
Output Cables	4.0 mm <sup>2</sup> , Portrait: 350 mm(+)/450 mm(-); Landscape: 1300 mm

**Packing Configuration**

Container	20'GP	40'HQ
Pieces per Pallet	32	32
Pallets per Container	5	20
Pieces per Container	160	640

**Electrical Characteristics**

Module Type	SRP-525-BMA-BG		SRP-530-BMA-BG		SRP-535-BMA-BG		SRP-540-BMA-BG	
	Front	Back	Front	Back	Front	Back	Front	Back
STC								
Maximum Power -P <sub>mp</sub> (W)	525	395	530	400	535	405	540	410
Open Circuit Voltage -V <sub>oc</sub> (V)	49.20	49.18	49.33	49.28	49.40	49.38	49.50	49.48
Short Circuit Current -I <sub>sc</sub> (A)	13.50	10.08	13.60	10.17	13.70	10.26	13.81	10.37
Maximum Power Voltage -V <sub>mp</sub> (V)	40.78	40.12	41.03	40.24	41.29	40.35	41.55	40.47
Maximum Power Current -I <sub>mp</sub> (A)	12.88	9.86	12.92	9.95	12.96	10.04	13.00	10.14
Module Efficiency STC-η <sub>m</sub> (%)	20.5		20.7		20.9		21.1	
Power Tolerance (W)	(0, + 3%)							
Pmax Temperature Coefficient	-0.35 %/°C							
Voc Temperature Coefficient	-0.27 %/°C							
Isc Temperature Coefficient	+0.05 %/°C							

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup> module temperature 25°C AM=1.5

Power measurement tolerance: +/-3%

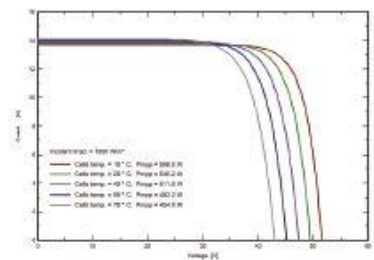
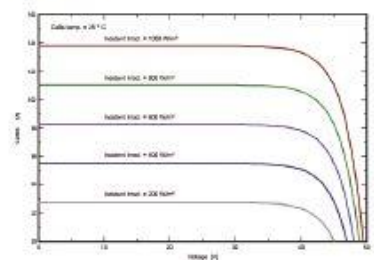
**Rear Side Power Gain(SRP-530-BMA-BG)**

Power Gain	10%	15%	20%	25%	30%
Maximum Power -P <sub>mp</sub> (W)	583	610	636	663	689
Open Circuit Voltage -V <sub>oc</sub> (V)	49.33	49.33	49.33	49.33	49.33
Short Circuit Current -I <sub>sc</sub> (A)	14.96	15.64	16.32	17.00	17.68
Maximum Power Voltage -V <sub>mp</sub> (V)	41.03	41.03	41.03	41.03	41.03
Maximum Power Current -I <sub>mp</sub> (A)	14.21	14.86	15.50	16.15	16.80

**Application Conditions**

Maximum System Voltage	1500 VDC
Maximum Series Fuse Rating	25 A
Operating Temperature	-40~+85 °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2 °C
Bifaciality	70%±10%
Mechanical Load	Front side 5400Pa/ Back side 2400Pa

**I-V Curve**





## 2.2 CONVERTITORE CC/CA

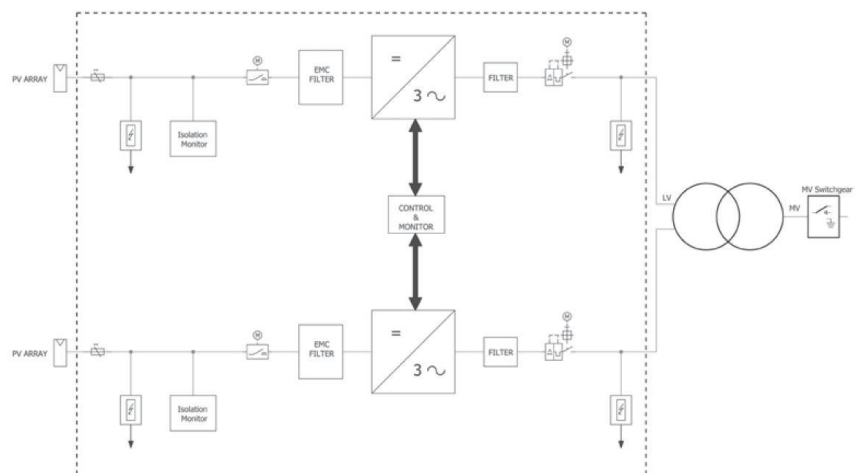
Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

L'impianto utilizza n°18 inverter da 2500kVA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

- Marca: GAMESA
- Modello: E-2.5MVA-SB-I
- Tipo fase: Trifase

TECHNICAL SPECIFICATIONS	
<b>DC INPUT VALUES</b>	
Recommended rated power	2.500-2.700 kWp
Max. DC Current @ 50°C	2.500 A
Direct Current voltage range	935 - 1.500 V
DC MPPT voltage range	935 - 1.250 V
No. of DC ports	100 to 20
Start of production	0.5% Pn approx.
<b>AC OUTPUT VALUES</b>	
N° of phases	3
Nominal AC power (50°C)	2.250 kVA
Maximum AC power (40°C)	2.300 kVA
Maximum AC power (25°C)	2.500 kVA
Nominal AC voltage	660 Vrms
Voltage allowance range	-10% / +10%
Frequency range	47.5-53/57-63 Hz
Power factor	Any
THD of AC current	<3% @ Pn
Nominal AC current per phase	1.970 A
Max. AC current per phase	2.190 A
<b>PERFORMANCE</b>	
Max. performance	98.5%
European performance	98.2%
Stand-by power consumption	< 200 W
<b>OTHER FEATURES</b>	
MPPT	1
LVRT/HVRT	Yes
Permissible ambient temperature	-20°C/+50°C (+60°C) <sup>1)</sup>
Relative humidity	95% (without condensation)
Max. Altitude	2.000 m
Size (width x height x depth)	2.950 x 1.840 x 975
Weight	1.300 kg
Protection degree	IP 20
Cooling	Water & Forced air
<b>Main standards</b>	
IEC 61000-6-2	IEC 61000-6-4
IEC 62109-1	IEC 62109-2
IEC 62116	IEC 61683

### STANDARD CONFIGURATION



### PARAMETRI ELETTRICI IN INGRESSO

- VMppt min [V]: 900.00
- VMppt max [V]: 1'300.00
- I<sub>max</sub> [A]: 2 x 1468.00
- V<sub>max</sub> [V]: 1'500.00



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

- potenza MAX [W] : 2500'000
- Numero MPPT: 1

#### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

- Potenza nominale [W]: 2500'000
- Tensione nominale [V]: 660
- Rendimento max [%]: 99.10
- Distorsione corrente [%]: 3
- Frequenza [Hz]: 50
- Rendimento europeo [%] 98.80

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni LxPxH [mm]: 2800 x 2230 x 975 mm
- Peso [kg] : 2400.00

### **2.3 QUADRO DI STRINGHE IN CORRENTE CONTINUA**

Il quadro di parallelo stringhe consente di realizzare il parallelo delle stringhe per l'interfaccia con gli inverter. Saranno utilizzati quadri inverter che prevede la protezione di ogni stringa con fusibile e scaricatore di sovratensione.



### 3 CALCOLI E VERIFICHE DI PROGETTO DELL'IMPIANTO SOLARE

#### 3.1 VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE IN C.C.

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze. In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è Foggia.

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi Occorrerà verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

- $V_m \min \geq V_{inv} \text{ MPPT} \min.$
- $V_m \max \leq V_{inv} \text{ MPPT} \max$
- $V_{oc} \max < V_{inv} \max$

Nelle quali  $V_{inv} \text{ MPPT} \min.$  e  $V_{inv} \text{ MPPT} \max$  rappresentano, rispettivamente i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza, mentre la  $V_{inv} \max$  è il valore massimo di tensione c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter.

Considerando una variazione della tensione a circuito aperto di ogni modulo in dipendenza della temperatura pari a -130 mV /°C ed i limiti di temperatura estremi pari a -10°C e +70°C,  $V_m$  e  $V_{oc}$  assumono valori differenti rispetto a quelli misurati a SCT (25° C).

Assumendo che tali grandezze varino linearmente con la temperatura, le precedenti disuguaglianze, nei vari casi, sono tutte rispettate con piena compatibilità tra le stringhe dei moduli fotovoltaico e l'inverter prescelto.



## 4 STAZIONE DI ENERGIA

### 4.1 VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE IN C.C.

L'allaccio sarà direttamente in Media Tensione sul confine mentre all'interno sarà realizzata una rete di media tensione radiale con n°9 cabine di trasformazione utente.

I criteri progettuali adottati per l'allaccio e nella scelta delle apparecchiature elettriche sono legati al Codice di Rete.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale della rete di distribuzione e delle caratteristiche delle apparecchiature installate.

L'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale sarà derivata da trasformatore AT/BT dedicato. Si utilizzeranno gruppi statici di continuità (UPS) con autonomia di almeno due ore della potenza di 1000VA per ogni cabina per i circuiti ausiliari in continuità.

L'arrivo sarà realizzato con cavo come da specifica TERNA con una linea in antenna a 36kV.

Il calcolo della tensione di arrivo è stato effettuato considerando la corrente di impiego  $I_b$  e una caduta di tensione non superiore al 2%.

Numericamente:

$$- I_b = 53,84 / (1.732 * 36 * 0,95) = 958 \text{ A}$$

dove

- 36 sono i kV della tensione di esercizio
- 0,95 è il cosfi pari ad 0,95
- 53,84 è la potenza in MW



La portata dei cavi RG7H1R 26/45kV con sezione di 185 per posa interrata a trifoglio nelle condizioni peggiorative è di 340A e quindi per l'elettrodotto si è scelta una formazione di 3x(3x1x185) mmq

Il calcolo della caduta di tensione è stato effettuato con la formula

$$1.732 * I_b * L * (R * I_b * \cos\Phi + X * I_b * \sin\Phi)$$

Dove

- $I_b$  è la corrente di fase
- R è la resistenza di linea
- X è la reattanza di linea
- $\Phi$  è lo sfasamento tensione/corrente

Numericamente la caduta di tensione è di 1,53% compatibile con il limite imposto.

Lo scavo di media tensione sarà realizzato con una profondità non inferiore ad 1 metro in modo da avere sempre separazione negli incroci da cavi ad un livello di tensione inferiore.

#### 4.2 **SCOMPARTO DI MEDIA TENSIONE**

Gli scomparti di AT, come indicato negli elaborati grafici, saranno i seguenti:

##### CABINA ALLACCIO

- ❖ scomparto di arrivo cavi dal basso;
- ❖ scomparto di protezione generale con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 51. S1 – 51.S2, 51, 51N, e 67 e di interfaccia 27-81-59;
- ❖ scomparti di misura
- ❖ scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- ❖ scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51;



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrolvoltaico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

## CABINE DISTRIBUZIONE

- ❖ scomparti di misura
- ❖ scomparti protezione linea con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50, 51, 51N, e 67;
- ❖ scomparti protezione trafo con interruttore in SF6 o sottovuoto con relè di protezione 50 – 51;

## CARATTERISTICHE SCOMPARTI

Le caratteristiche degli scomparti sono le seguenti:

- Tensione nominale fino a: 36 kV
- Tensione esercizio fino a: 36 kV
- Numero delle fasi: 3
- Livello nominale di isolamento

1) Tensione di tenuta ad impulso 1.2/50 $\mu$ s a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta):

125 Kv

2) Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:

50 kV

- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Durata nominale del corto circuito: 1"

### **4.3 DISPOSITIVO GENERALE**

Il dispositivo generale sarà costituito da interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato rete TERNA dell'interruttore di allaccio. La funzione del dispositivo d'interfaccia sarà svolta dal dispositivo generale stesso e quindi:

- il dispositivo sarà equipaggiato con doppi circuiti di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui devono agire rispettivamente le protezioni generali e d'interfaccia;



- i TV previsti per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia, devono essere posti a monte dell'interruttore generale (fra l'interruttore ed il sezionatore che in questo caso diventa indispensabile) ed inseriti, lato AT, tramite fusibili di calibro opportuno.

#### **4.4 PROTEZIONE GENERALE**

Questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto del Cliente Produttore provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea AT.

A tal fine il Cliente Produttore deve installare una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

#### **4.5 PROTEZIONE DI INTERFACCIA**

Le protezioni di interfaccia saranno costituite essenzialmente da relè di frequenza, di tensione ed, eventualmente, di massima tensione omopolare.

In caso di sovraccarico o corto-circuito sulla rete TERNA o mancanza di alimentazione da parte TERNA stessa si ha, di regola l'intervento dei relè di frequenza; i relè di minima e massima tensione, invece, assolvono ad una funzione prevalentemente di ricalzo.

In caso di guasto monofase a terra sulla rete TERNA interviene il relè di massima tensione omopolare (qualora presente). Al fine di evitare scatti intempestivi dovuti a dissimmetrie sulle tensioni di fase o a distorsioni ed abbassamenti delle tensioni secondarie di TV inseriti tra fase e terra per saturazione degli stessi durante il transitorio susseguente all'eliminazione di guasti a terra in rete, le protezioni di frequenza devono avere in ingresso una tensione concatenata (derivata da un TV inserito fase-fase se il DI è sulla AT).

Anche i relè di massima e minima tensione devono avere in ingresso (e quindi controllare) le tensioni concatenate.

Al fine di dotare il sistema protezioni-dispositivo di interfaccia di una sicurezza intrinseca, l'interruttore di interfaccia deve essere dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione e, quindi, per guasto interno o per mancanza di alimentazione ausiliaria, si deve avere l'apertura dello stesso interruttore.



#### **4.6 PROTEZIONE RETE E TRASFORATORI**

Le protezioni delle linee di alimentazione cabine saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso, omopolare e omopolare di terra. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA mentre i relè omopolari prenderanno i segnali da TO e TV a triangolo aperto.

Le protezioni di linea protezione trafo saranno costituite essenzialmente da relè a intervento fisso, inverso. Le protezioni di massima corrente avranno i segnali di ingresso da TA.

### **5 ILLUMINAZIONE GENERALE E DI SICUREZZA**

#### **5.1 ILLUMINAZIONE GENERALE**

Gli impianti di illuminazione dei locali tecnici sono stati progettati secondo quanto indicato dalla norma UNI 12464-1 in relazione ai livelli minimi di illuminamento. La tipologia di corpi illuminanti varia a seconda della destinazione d'uso degli ambienti e la scelta è legata alle lavorazioni specifiche che si svolgono in tali ambienti.

Il livello di illuminamento medio garantito ad un metro dal pavimento è:

- vani accessori, locali tecnici: 100 lux;

La scelta dei corpi illuminanti è legata alla destinazione d'uso degli ambienti e precisamente:

- plafoniere con grado di protezione IP65 per i locali tecnici.

#### **5.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA**

L'impianto di illuminazione di sicurezza è stato studiato in conformità alle norme CEI 64-8 ed al D.M. 1° febbraio 1986, adottando lampade autonome di emergenza.

La tipologia di plafoniere varia a seconda del tipo di ambiente:

- plafoniere da 24W e kit inverter.





## 6 F.M. E TERRA DI PROTEZIONE

### 6.1 QUADRERIE

L'impianto in questione è classificato dalla Norma C.E.I. 64-8 di tipo TN-S per la parte di impianto a monte dell'inverter mentre la parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT.

L'infrastruttura di rete BT avrà origine dal Quadro Generale Utenze di Centrale QUC e da tale quadro saranno poi derivate le linee di distribuzione per tutte le utenze di cantiere.

### 6.2 PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO- SOVRACCARICO E CONTATTI INDIRETTI

Per quanto riguarda, più in generale, la protezione delle linee elettriche di distribuzione si è operato in modo da coordinare le sezioni dei cavi con la taratura degli interruttori a monte.

La protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sarà garantita da interruttori magnetotermici con potere di interruzione come rilevabile dagli elaborati grafici degli schemi dei quadri.

Le condizioni a cui dovranno soddisfare i dispositivi scelti sono le seguenti:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45I_z$$

dove:

- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $I_N$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore
- $I_f$  = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata tramite gli stessi dispositivi destinati alla protezione dal cortocircuito quando il sistema è di tipo TN-S.

La relazione che dovrà essere soddisfatta è la seguente:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:



- $Z_s$  = impedenza dell'anello di guasto
- $I_a$  = corrente di intervento della protezione
- $U_o$  = tensione nominale del sistema tra fase e terra.

### 6.3 **RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CA**

Il dimensionamento delle linee di alimentazione è stato effettuato assicurando il contenimento della caduta di tensione entro il 4% così come imposto dalla norma C.E.I. 64-8. Per il calcolo della portata effettiva delle condutture si è fatto invece riferimento alle Tabelle C.E.I.-UNEL 35024 per cavi con posa non interrata e 35026 per cavi con posa interrata.

La verifica della caduta di tensione è stata effettuata con la seguente formula indicata nella Norma C.E.I. 64-8:

$$\Delta V = (R I_b \cos \varphi + X I_b \sin \varphi) L$$

dove:

- $R$  = resistenza del cavo per km
- $X$  = reattanza del cavo per km
- $I_b$  = corrente di impiego del cavo
- $L$  = lunghezza della linea interessata

In valore percentuale deve essere:

$$(\Delta V/V) * 100 \leq 4\%$$

La determinazione della portata dei cavi è stata effettuata tenendo conto dei molteplici fattori che influenzano la portata dei cavi per la condizione di posa che si è scelto di adottare.

Per i cavi con posa interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35026:

- $K_1$  legato alle temperature del terreno diverse da 20°C;
- $K_2$  legato al numero di circuiti installati sullo stesso piano;
- $K_3$  legato al numero di strati;



- K4 legato alla resistività termica del terreno;

$$K_{tot} = K1 \times K2 \times K3 \times K4$$

La portata effettiva del cavo è  $I_z = I_z' \times K_{tot}$  dove  $I_z'$  è la portata teorica del cavo.

Per i cavi con posa non interrata i fattori che influenzano la portata sono, così come indicati dalle tabelle C.E.I. - UNEL 35024:

- K1 legato al tipo di installazione;
- K2 legato al tipo di posa numero di circuiti adiacenti;

$$K_{tot} = K1 \times K2$$

La portata effettiva del cavo è  $I_z = I_z' \times K_{tot}$  dove  $I_z'$  è la portata teorica del cavo.

Le linee di distribuzione principale saranno di tipo FG7OR 0,6/1kV a norma CEI 20-22 II e viaggeranno entro cavidotti interrati, mentre quelle di distribuzione secondaria nei locali tecnici entro tubazione in PVC a vista e saranno tipo N07V-K a norma CEI 20-22 II.

#### **6.4 RETE DI DISTRIBUZIONE BT IN CC**

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

- $I_b \leq I_N \leq I_Z$  ed  $I_f \leq 1,45 I_Z$
- $I_{cn}(\text{interruttore}) \geq I_{cc}(\text{linea})$
- $(I^2 t) \leq K^2 S^2$  dove  $I^2 t$  è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito in ( $A^2 s$ ).

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito,  $I_b$  risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaico in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre  $I_N$  e  $I_f$  possono entrambe essere uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa.



Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

## 6.5 RETE DI PROTEZIONE DI TERRA

Il sistema di distribuzione adottato è TN-S a monte dell'inverter ed i conduttori di protezione per le utenze indicate in progetto dovranno avere sezione uguale al conduttore di fase, a meno delle riduzioni ammesse dalle norme CEI e comunque chiaramente indicate sugli elaborati di progetto.

I parametri caratteristici presi in considerazione nella progettazione dell'impianto di terra sono:

- valore della corrente di guasto a terra  $I_g = 70 \text{ A}$  (valore da confermare in sede di esecuzioni lavori);
- durata del guasto a terra;
- caratteristiche del terreno.

Partendo dalla corrente di guasto a terra e dal tempo di intervento delle protezioni dalla norma C.E.I. 99-3, e precisamente dal grafico di figura 9-1, si deduce che la tensione di contatto limite UTP dovrà essere non superiore a 230V e che quindi l'impianto di terra da realizzare dovrà consentire l'ottenimento di tale valore limite. Quindi considerato che:

$$V = RT \times I_g \leq 230 \text{ V}$$

L'impianto di terra dovrà avere una tensione limite pari a:

$$RT \leq 230 / I_g \approx 3,3 \ \Omega$$

Per tale impianto sarà costituito da picchetti in pozzetti ispezionabili collegati tra loro con una corda di rame interrata del diametro di 35mmq. Per il calcolo della resistenza di terra si è considerato una resistività del terreno di  $\rho_e = 100 \ \Omega \cdot \text{m}$ , così come indica la norma C.E.I. 99-3, e una resistenza di terra per la corda di rame pari a:

$$RT = (\rho_e / \pi L) + \ln(2L/d)$$

Dove:

- L = lunghezza della corda
- d = diametro del conduttore



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **Blue Stone Renewable VI Srl**

Progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "CSPV MANFREDONIA" della potenza complessiva pari a 53,84 MWp e dalle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei Comuni di Foggia (FG) e Manfredonia (FG)

A vantaggio si considera solo il contributo della corda di rame.

Numericamente:

$$RT = 2,7 < 3,3 \Omega$$

I dispersori devono essere interrati ad una profondità non inferiore a 0,5m sotto il livello del terreno, a corda di rame nudo deve essere posizionata ad una profondità di 0,5m e deve distanziare dal corpo di fabbrica non meno di 1m.

Gli elaborati grafici offrono una visione puntuale delle scelte adottate.

La parte di impianto di produzione fotovoltaica a valle dell'inverter è classificato dalla norma C.E.I. 64-8 di tipo IT e quindi tutte le strutture e le parti metalliche saranno collegate alla rete di terra.

