

Bentu Energy S.r.l.

# Parco Eolico Bentu sito nel Comune di Thiesi (SS)

Relazione tecnica illustrativa

Agosto 2022



REGIONE SARDEGNA



COMUNE DI THIESI



PROVINCIA DI SASSARI

Committente:

**Bentu Energy Srl**

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 15802451003

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico Bentu sito nel Comune di Thiesi (SS)**

Documento:

**Relazione tecnica illustrativa**

N° Documento:

**IT-VesThi-Clp-EW-TR-02**

Progettazione:



Amm. Francesco Di Maso  
Ing. Luigi Malafarina  
Ing. Pasquale Esposito  
Ing. Nicola Galdiero



Rev	Data Revisione	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
00	Febbraio 2022	Relazione	INSE srl	F. Di Maso	Bentu Energy srl
01	Giugno 2022	Relazione	INSE srl	F. Di Maso	Bentu Energy srl
02	Agosto 2022	Relazione	INSE srl	F. Di Maso	Bentu Energy srl

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>AEROGENERATORI</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>COLLEGAMENTI A 30 KV E 150 KV</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>RETE 30 kV INTERNA AL PARCO</b> .....	<b>7</b>
3.1.1	SCelta DEL LIVELLO DI TENSIONE .....	7
3.1.2	DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI 30 KV .....	8
3.1.3	SCelta DELLA SEZIONE .....	10
<b>3.2</b>	<b>ELETTRODOTTO 150 kV IN CAVO</b> .....	<b>13</b>
3.2.1	TRACCIATO.....	13
<b>3.3</b>	<b>CARATTERISTICHE CAVI 150 KV E RELATIVI ACCESSORI</b> .....	<b>13</b>
3.3.1	Composizione dell'elettrodotto in cavo.....	13
3.3.2	Modalità di posa cavi 150 kV .....	15
3.3.3	Modalità di posa e di attraversamento in cavo interrato .....	17
3.3.4	Messa in opera con scavo a cielo aperto .....	18
3.3.5	Directional Drilling (T.O.C.) .....	19
3.3.6	Distanze da servizi, manufatti, piante.....	19
3.3.7	Collegamento degli schermi metallici .....	21
3.3.8	Giunti e buche giunti.....	23
3.3.9	Sistema di telecomunicazioni .....	24
<b>3.4</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>AREE IMPEGNATE</b> .....	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>FASCE DI RISPETTO</b> .....	<b>25</b>
<b>3.7</b>	<b>ELENCO ATTRAVERSAMENTI</b> .....	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>STAZIONE TRASFORMAZIONE E DI CONDIVISIONE DI UTENZA</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>EDIFICI</b> .....	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA DELLE STAZIONI</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>OPERE CIVILI VARIE</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4</b>	<b>CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>ATTIVITÀ SISMICA</b> .....	<b>30</b>
<b>4.6</b>	<b>CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO AT</b> .....	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI</b> .....	<b>30</b>
<b>4.8</b>	<b>CARATTERISTICHE COMPONENTI</b> .....	<b>30</b>
4.8.1	SEZIONE AT .....	30
4.8.2	SEZIONE MT .....	36
4.8.3	SEZIONE BT.....	38

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

<b>4.9</b>	<b>SISTEMA PROTEZIONE, CONTROLLO, MISURE E TELECONTROLLO .....</b>	<b>39</b>
4.9.1	SEZIONE PROTEZIONI AT .....	39
4.9.2	SEZIONE PROTEZIONI MT .....	40
<b>4.10</b>	<b>SERVIZI AUSILIARI.....</b>	<b>41</b>
4.10.1	QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE ALTERNATA .....	41
4.10.2	QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE CONTINUA .....	42
4.10.3	GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA .....	43
4.10.4	QUADRO CONTATORE ENERGIA .....	44
<b>4.11</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO STAZIONI.....</b>	<b>44</b>
<b>4.12</b>	<b>IMPIANTO ANTINCENDIO .....</b>	<b>45</b>
<b>4.13</b>	<b>IMPIANTI TECNOLOGICI EDIFICIO DI STAZIONE .....</b>	<b>46</b>
<b>4.14</b>	<b>SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIO .....</b>	<b>48</b>
4.14.1	PROCESSO IDRAULICO-DEPURATIVO .....	48
4.14.2	GESTIONE DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO .....	49
4.14.3	SCELTA DEI MATERIALI.....	50
4.14.4	RECAPITO FINALE .....	51
4.14.5	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	51
<b>4.15</b>	<b>UNITÀ PERIFERICA SISTEMA DIFESA E MONITORAGGIO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.16</b>	<b>OSCILLOPERTUBOGRAFO.....</b>	<b>52</b>
<b>4.17</b>	<b>SISTEMA DI TELECONTROLLO DI SOTTOSTAZIONE .....</b>	<b>52</b>
<b>4.18</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA .....</b>	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>SICUREZZA NEI CANTIERI .....</b>	<b>55</b>

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

## 1 PREMESSA

La società Bentu Energy Srl è proponente di un progetto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica ubicato nel Comune di Thiesi in provincia di Sassari ed opere di connessione nel comune di Ittiri (SS).

La società Terna ha rilasciato alla Società Bentu Energy Wind S.r.l. la “Soluzione Tecnica Minima Generale” Cod. Prat. 202100834 del 10.08.2021, indicando le modalità di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione, prevede la condivisione, con ulteriori utenti, dello stallo AT nel futuro ampliamento della stazione di trasformazione in GIS della RTN 380/150 kV di “Ittiri”.

La Soc. Bentu Energy Srl ha sottoscritto con le Soc. Mistral Wind Srl, Aregu Wind Srl ed Infrastrutture S.P.A. un accordo per condividere lo stallo 150 kV nonché per la realizzazione di una stazione di trasformazione/condivisione e successivamente per l’esercizio e la gestione.

L’ipotesi progettuale della Soc. Bentu Energy prevede l’installazione di n.8 aerogeneratori della potenza nominale di 6 MW per una potenza complessiva di impianto pari a 48 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso un cavidotto interrato in MT a 30 kV che collegherà il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di Thiesi che sarà ubicata in prossimità del parco eolico. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione “Condivisa” con i produttori Mistral Wind, Aregu Wind, ed Infrastrutture SpA localizzata nel Comune di Ittiri (SS), la quale si allaccerà al futuro ampliamento a 150 kV in GIS della stazione elettrica RTN 380 kV “Ittiri” che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla RTN.

L’energia elettrica prodotta dal parco eolico sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 40-50 MVA ONAN/ONAF, collegato a un sistema di sbarre con isolamento in aria della stazione di trasformazione di utente Thiesi.

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall’impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) Stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di Thiesi;
- c) Stazione elettrica 150 kV “Condivisa” di Ittiri;

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- d) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE trasformazione 30/150 kV Thiesi e la SE “Condivisa” di Ittiri;
- e) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE “condivisa” 150 kV e la SE Terna;
- f) Stallo 150 kV della stazione 380/150 kV – Ampliamento della stazione smistamento 380 kV.

Le opere di cui ai punti a), b), c), d) ed e) costituiscono opere di utenza del proponente. Le opere di cui al punto f) sono state progettate da altro produttore, benestariate da Terna e trasmesse con pec del 28/03/2022 dal medesimo Gestore di Rete a Bentu Energy per il relativo recepimento all’interno del proprio progetto. In tale nota Terna ha altresì comunicato la necessità di condividere l’infrastruttura di connessione alla rete con Aregu Wind, Mistral Wind ed Infrastrutture SpA. Bentu Energy ha quindi predisposto i presenti elaborati per rendere conforme la propria progettazione al progetto di connessione benestariato da Terna.

I collegamenti a 30 kV in cavi interrati, che raccolgono la produzione di energia elettrica degli aerogeneratori, saranno posati in idonea trincea. La realizzazione della trincea avverrà prevalentemente sulla viabilità esistente, oppure su nuova viabilità da realizzare laddove non è possibile posarli su viabilità pubblica. La viabilità è costituita da strade provinciali, comunali, vicinali, interpoderali.

Il lay-out della stazione di trasformazione 30/150 kV di Thiesi del proponente prevede un sistema di sbarre con isolamento in aria a 3 passi di sbarre.

I passi sbarra della SE 30/150 kV Thiesi saranno utilizzati per:

- N.1 per il collegamento del trasformatore di potenza elevatore 30/150 kV di Bentu Energy Wind,
- N.1 per il collegamento in cavo 150 kV con la stazione condivisa di Ittiri
- N.1 disponibile per un futuro ampliamento

Nella stazione di trasformazione 30/150kV è previsto un edificio al cui interno saranno realizzati diversi locali.

La stazione occuperà un’area di circa 3500 mq (3477 mq per l’esattezza) compresa una fascia di rispetto di due metri intorno alla stazione.

Il lay-out della stazione condivisa 150 kV di Ittiri prevede un sistema di sbarre a 150 kV con isolamento in aria a 5 passi di sbarre.

I passi sbarra della SE condivisa saranno utilizzati per:

- N.1 per il collegamento con la Stazione satellite di Terna
- N.1 per il collegamento del trasformatore di potenza elevatore 30/150 kV di Mistral Wind Srl,
- N.1 per il collegamento in cavo 150 kV con la stazione di trasformazione di Thiesi

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- N.1 per il collegamento in cavo 150 kV con la stazione di trasformazione di Giave della Soc. Aregu
- N.1 per il collegamento in cavo 150 kV con la stazione della Soc. Infrastrutture.

Nella stazione di trasformazione 30/150kV è previsto un edificio al cui interno sono previsti locali per le società che condividono la stazione.

La stazione occuperà un'area di circa 4565 mq compresa una fascia di rispetto di due metri intorno alla stazione.

L'area di stazione sarà recintata con pannelli di altezza 2,5 m.

La presente relazione, inserita nell'insieme della documentazione progettuale illustra le opere di utenza e precisamente quelle relative ai punti a), b), c), d) ed e).

## **2 AEROGENERATORI**

L'aerogeneratore "tipo" scelto per le valutazioni ambientali e tecniche e per la definizione del layout è: Vestas V162 da 6 MW 162 m di diametro e altezza mozzo pari a 125 m per una altezza totale di 206 m.

Il modello scelto ha le seguenti caratteristiche meccaniche ed elettriche:



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

<b>POWER REGULATION</b>	Pitch regulated with variable speed
<b>OPERATING DATA</b>	
Rated power	6,000kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed*	25m/s
Wind class	IECS
Standard operating temperature range from -20°C to +45°C	
*High Wind Operation available as standard	
**Subject to different temperature options	
<b>SOUND POWER</b>	
Maximum	104.3dB(A)**
***Sound Optimised Modes available dependent on site and country	
<b>ROTOR</b>	
Rotor diameter	162m
Swept area	20,612m <sup>2</sup>
Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders
<b>ELECTRICAL</b>	
Frequency	50/60Hz
Converter	full scale
<b>GEARBOX</b>	
Type	two planetary stages
<b>TOWER</b>	
Hub height	119m (IECS/DIBt S), 125m (IEC S), 149m (IEC S), 166m (IEC S), 169m (DIBt S)

Il progetto dell'impianto eolico, costituito da 8 aerogeneratori ognuno da 6 MW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 48 MW, prevede la realizzazione/installazione di:

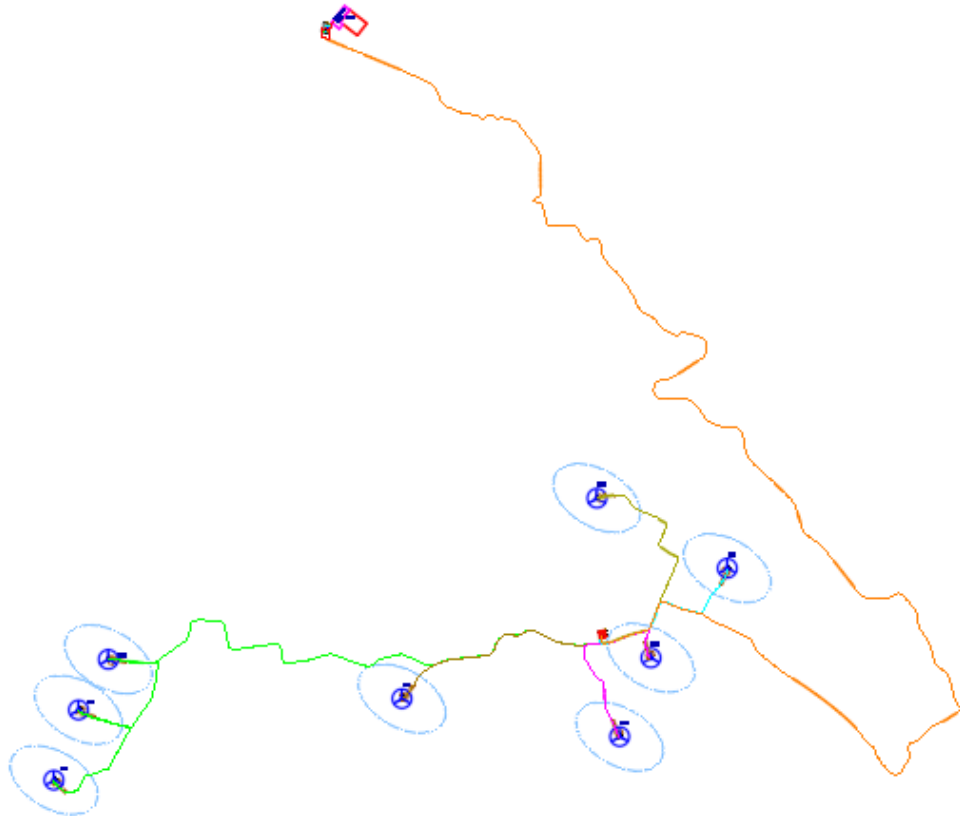
- N.8 aerogeneratori;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- N.8 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- 1 area temporanea di cantiere e manovra;
- nuova viabilità su terreni privati per una lunghezza complessiva di circa 2790 m;
- viabilità esistente per una lunghezza complessiva di circa 9753 m
- N.5 cavidotti interrati in media tensione che collegano gli aerogeneratori alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV;



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- N.1 elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento in antenna della stazione 30/150 kV alla stazione di "Condivisione" di Ittiri.

Di seguito si riporta lo schema di collegamento degli aerogeneratori alla RTN.



### 3 COLLEGAMENTI A 30 KV E 150 KV

#### 3.1 RETE 30 kV INTERNA AL PARCO

La sezione di impianto, relativa al presente paragrafo, è quella rappresentata negli schemi elettrici d'impianto, a partire dall'uscita lato BT di ogni singolo Aerogeneratore, fino alla stazione di trasformazione 30/150 kV.

##### 3.1.1 SCELTA DEL LIVELLO DI TENSIONE

Il parco eolico è composto da N.8 aerogeneratori della potenza complessiva di 48 MW. La rete elettrica di raccolta dell'energia prodotta è prevista in media tensione. Alla tensione di esercizio pari a 30 kV abbiamo una corrente massima verso la stazione di trasformazione 30/150 kV pari a:

$$I = P / (1.73 * V) = 923,8 \text{ A}$$

Con il livello di tensione di 30 kV abbiamo che le perdite totali della MT risultano essere pari a: 1025 kW.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

Un vantaggio che si ha con la rete a 30 kV, rispetto ad una rete ad un livello di tensione inferiore, è la riduzione della fascia di rispetto determinata ai sensi della L.36/01 e D.M. 29.05.2008 sui campi elettromagnetici.

I calcoli di seguito esposti sono stati effettuati a partire dai dati di base e dagli schemi generali di impianto riportati in progetto.

### 3.1.2 DIMENSIONAMENTO CAVIDOTTI 30 kV

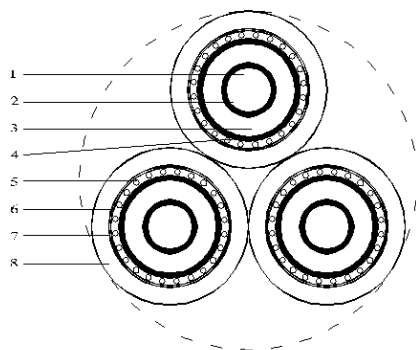
Il trasporto dell'energia avviene mediante l'utilizzo di cavi interrati posati in trincea a sezione rettangolare secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17. Per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso specifico, nella posa di cavi in trincea a cielo aperto si utilizza, quale protezione meccanica, la disposizione di un apposito tegolino in PVC posto ad almeno 20 cm rispetto al cavo stesso, qualora non si provveda alla realizzazione di altre protezioni meccaniche, come l'inserimento del cavo in media tensione all'interno di un apposito tubo corrugato. In entrambe le soluzioni è comunque previsto la giustapposizione di un nastro di segnalazione di colore rosso con l'indicazione: CAVI ELETTRICI.

Per i calcoli seguenti, si è supposta una resistività termica del terreno media pari a 1,5°Cm/W.

Gli elementi essenziali che costituiscono un cavo sono il conduttore, il quale deve assolvere la funzione del trasporto della corrente elettrica e l'isolamento, destinato a isolare elettricamente la parte attiva (il conduttore) dall'ambiente di posa e sostenere, nel tempo, la tensione di esercizio.

I cavi MT per posa interrata si distinguono in unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

Nel nostro caso è stato previsto di utilizzare cavi tripolari in alluminio cordati ad elica visibile di sezione 70,95,150 e 300 mm<sup>2</sup>. I cavi sono isolati con una mescola a base di polietilene reticolato, schermato per mezzo di piattine o fili di rame. La guaina protettiva è a base di polivinilcloruro, così come riportato nella sottostante Figura.



La sezione dei cavi di ciascun tronco di linea è stata determinata in modo da minimizzare le perdite di potenza per effetto joule ed essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione di tutti gli Aerogeneratori, ossia alla potenza massima di 48 MW.

Tutti i cavi MT sono stati dimensionati in modo tale che risultino soddisfatte le seguenti relazioni:

- a)  $I_c \leq I_n$
- b)  $\Delta V\% \leq 5\%$

Dove:

- $I_c$  è la corrente di impiego del cavo;
- $I_n$  è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$  è la massima caduta di tensione calcolata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano (massima caduta di tensione su ogni sottocampo).

Per il calcolo della portata " $I_n$ " è stato assunto un coefficiente di correzione variabile " $K$ " che tiene conto del numero di cavi all'interno dello stesso scavo e del tipo di posa interrata.

Tale coefficiente è stato ricavato dalle tabelle di riferimento e/o dal data-sheet cavi.

Nel prospetto seguente è stata indicata la portata dei cavi, direttamente interrati a una profondità non inferiore a 1,2 m con temperatura del terreno di 20° C e la resistività termica del terreno stesso pari a 1,5° C m/W, nonché le caratteristiche elettriche.

Sez. (mmq)	Posa interrata			T. funzionam.		T=90°C	
	1°Cm/W In (A)	1,5°Cm/W In (A)	2°Cm/W (A)	R ohm/Km	X ohm/Km	R ohm/Km	X ohm/Km
70	212	186,56	161	0,442	0,14	0,576	0,15
95	252	221,76	191	0,316		0,415	0,14
120	288	253,44	217	0,250		0,329	0,14

<b>Bentu Energy srl</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

<b>150</b>	321	282,48	242	0,207	0,12	0,269	0,13
<b>185</b>	364	320,32	273	0,162		0,217	0,12
<b>240</b>	422	371,36	316	0,11	0,12	0,168	0,12
<b>300</b>	475	418	355	0,100		0,134	0,12
<b>400</b>	543	477,84	405	0,083	0,11	0,109	0,11
<b>500</b>	618	543,84	460	0,060		0,09	0,11
<b>630</b>	703	618,64	522	0,048			0,1

Tab.A - Cavi MT - Prospetto caratteristiche elettriche tipiche

Il progetto delle linee elettriche si basa sul criterio della perdita della potenza e della caduta di tensione ammissibile.

### 3.1.3 SCELTA DELLA SEZIONE

Le turbine del campo eolico sono state suddivise in 5 sottocampi secondo la disposizione degli aerogeneratori sul territorio.

- Sottocampo 1 n. 3 aerogeneratori (AG01 - AG02-AG03)
- Sottocampo 2 n. 1 aerogeneratori (AG04)
- Sottocampo 3 n. 2 aerogeneratori (AG06-AG07)
- Sottocampo 4 n. 1 aerogeneratori (AG05)
- Sottocampo 5 n. 1 aerogeneratori (AG08)

Per la scelta della sezione in ogni tratta, si è tenuto conto del numero di turbine collegate e la lunghezza della tratta, che è stata valutata come lunghezza di trincea maggiorata del 5% e con 40 m di scorta.

In funzione del numero di turbine collegate a monte del tratto è definita una corrente massima di impianto denominata  $I_c$ .

È stata, quindi, individuata una sezione per il cavo e, ipotizzando un coefficiente del terreno  $K_t$  pari a  $1,5^\circ\text{C}/\text{m}/\text{W}$ , viene individuata la corrispondente corrente nominale di cavo  $I_n$ . Il coefficiente  $K_t$  è ricavato dai data-sheet dei costruttori.

Tale corrente nominale di cavo viene corretta da un coefficiente  $K$  che tiene conto dell'influenza reciproca di più cavi in trincea ottenendo il valore di corrente nominale  $I$  di cavo da paragonare al valore di corrente  $I_c$  di impianto. Se la corrente  $I$  è maggiore della effettiva portata del cavo  $I_c$ , la scelta della sezione risulta adeguata.

Individuata quindi tra le sezioni di tab. A, la sezione più idonea per la tratta si procede alla verifica della perdita di potenza con la seguente formula:

$$\Delta P = 3\rho \frac{LI^2}{S}$$

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

con  $\rho$  la resistività elettrica del conduttore espressa in  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ;

L la lunghezza della linea in metri;

I la corrente nominale trasportata;

S la sezione del cavo in  $\text{mm}^2$ ;

ed alla verifica della caduta di tensione con la seguente formula

$$\Delta V = \sqrt{3}LI(R_1 \cos\varphi + X_1 \sin\varphi)$$

con  $\Delta V$  la tensione di esercizio espressa in Volt.

$R_1$  la resistenza per unità di lunghezza;

$X_1$  la reattanza induttiva per unità di lunghezza;

L la lunghezza del collegamento;

I la corrente trasportata;

$\cos \phi$  il fattore di potenza.

Al paragrafo successivo sono riportati i risultati che conducono alla scelta della sezione dei cavi ed i calcoli per la determinazione delle perdite e rendimento al 100% della potenza nominale del parco eolico in progetto.

Per quanto su detto, le tabelle riepilogative che seguono riportano il dimensionamento delle singole tratte e i calcoli per la determinazione delle perdite totali al 100% della potenza nominale massima erogabile.

A tal fine si riportano i calcoli delle perdite nel rame e nel ferro sia del trasformatore di potenza previsto nella stazione 30/150 kV "utenza" sia dei trasformatori BT/MT installati a bordo aerogeneratore ricavati dai data-sheet caratteristici:

SEZ. 1	TRATTA		turbine	Lungh. (m)	lc (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	$\Delta P$ (KW)
	AG01	AG02	1	1611.85	115.61	70	1	153	28.57
	AG02	AG03	2	1619.2	231.21	150	1	232	53.76
	AG03	SE MT/AT	3	5240.65	346.82	300	2	288	189.11
TOTALI				8471.70					<b>271.43</b>

SEZ. 2	TRATTA		turbine	Lungh. (m)	lc (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	$\Delta P$ (KW)
	AG04	SE MT/AT	1	2165.2	115.61	70	2	129	38.37
TOTALI				2165.20					<b>38.37</b>

SEZ. 3	TRATTA		turbine	Lungh. (m)	lc (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	$\Delta P$ (KW)
	AG06	AG07	1	1972	115.61	95	4	135	24.97
	AG07	SE MT/AT	2	994.45	231.21	300	4	255	15.95
TOTALI				2966.45					<b>40.92</b>

SEZ. 4	TRATTA		turbine collegate	Lungh. (m)	lc (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	$\Delta P$ (KW)
	AG05	SE MT/AT	1	2375.2	115.61	95	4	135	30.07
TOTALI				2375.20					<b>30.07</b>

SEZ. 5	TRATTA		turbine collegate	Lungh. (m)	lc (A)	Sez. (mmq)	N. cavi trincea	I (A)	$\Delta P$ (KW)
	AG08	SE MT/AT	1	1697.95	115.61	95	4	135	21.50
TOTALI				1697.95					<b>21.50</b>

<b>LINEA CAVO 150 kV</b>	SE-MT	SE TERNA	8	14622,4	184,7522	1000	2	900	<b>43,57</b>
--------------------------	-------	----------	---	---------	----------	------	---	-----	--------------

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

	N.	Pn TR (MVA)	Perdite (KW)	P funz. (KW)	48000
P rame TR1 40/50 MVA	1	50	165	152.1	152.1
P ferro TR1 40/50 MVA	1		30	30.0	30.0
P rame TR 7 MVA	8	7	61.7	45.3	362.6
P ferro TR 7 MVA	8		3.5	5.3	42.4
Cavo 150 kV	1		43.57	0.00	43.6
<b>Perdite totali TR (KW)</b>					<b>630.7</b>

**PERDITE TOTALI (KW) 1025.0**

**PERDITE TOTALI (%) 2.1%**

Come si può notare le perdite sono abbastanza contenute.

### 3.2 ELETTRODOTTO 150 kV IN CAVO

#### 3.2.1 TRACCIATO

Per collegare la suddetta Stazione di trasformazione 30/150 kV alla stazione di “Condivisione” di Ittiri è previsto un collegamento di circa 15 Km (comprensivo di scorta e riserva) in cavo interrato a 150 kV; così come il collegamento tra la SE “condivisa” e la stazione di trasformazione di Terna 380/150kV “Ittiri”, di circa 320 metri, è previsto mediante cavo interrato a 150 kV.

Il tracciato del cavo interrato Thiesi-Ittiri, quale risulta dalla Corografia su CTR “IT-VesThi-Clp-EW-DW-02” e dalla planimetria catastale “IT-VesThi-Clp-EW-DW-04” si sviluppa per un tratto iniziale sulla Strada Provinciale N 134 verso Sud, in direzione della Strada Provinciale N.50. Tramite viabilità secondaria (sentieri/ ex mulattiere), dalla suddetta S.P. il tracciato del cavidotto AT prosegue lungo la Strada Statale 131 bis che conduce alla stazione di “Condivisione” di Ittiri.

### 3.3 CARATTERISTICHE CAVI 150 KV E RELATIVI ACCESSORI

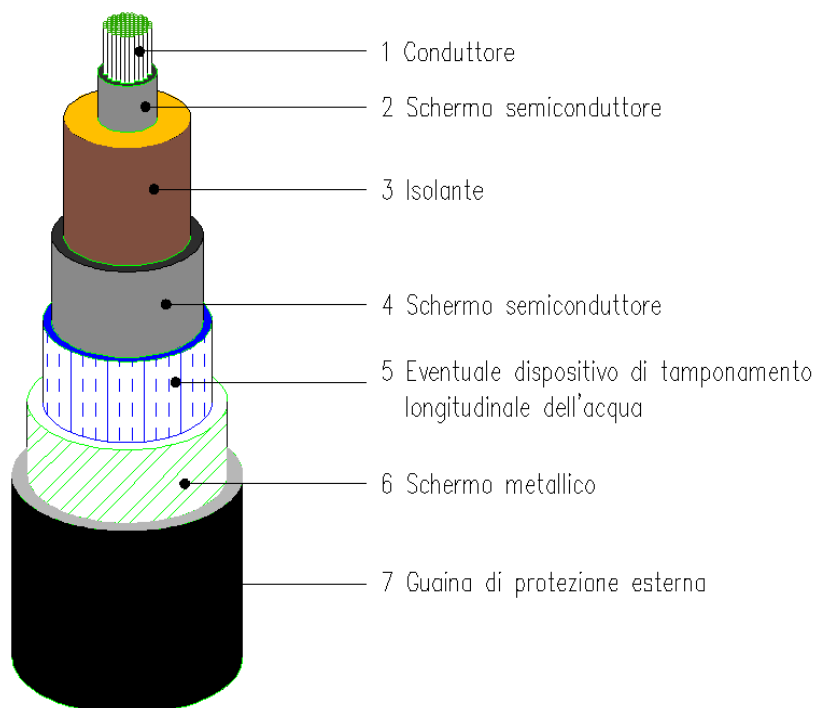
#### 3.3.1 Composizione dell'elettrodotto in cavo

L'elettrodotto sarà costituito da tre cavi unipolari a 150 kV.

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm<sup>2</sup>, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in politenereticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

#### SCHEMA TIPO DEL CAVO





<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

### DATI TECNICI DEL CAVO

#### Cavo 150 kV sezione 1000 mm<sup>2</sup> in alluminio

#### CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio termosaldato

#### Caratteristiche dimensionali

Diametro del conduttore	48,9mm
Sezione	1000mm <sup>2</sup>
Diametro esterno nom.	103,0mm
Sezione schermo	520 mm <sup>2</sup>
Peso approssimativo	9 kg/m

#### Caratteristiche elettriche

Max tensione di funzionamento	170kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	830 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	715 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	910 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	785 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,029 Ohm/km
Capacità nominale	0,3µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	54,8 kA
Tensione operativa	150kV

Tali dati potranno subire adattamenti, in ogni caso non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

#### 3.3.2 Modalità di posa cavi 150 kV

I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà in piano e ogni fase risulterà distanziata dalla attigua di almeno 25 cm.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per la trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

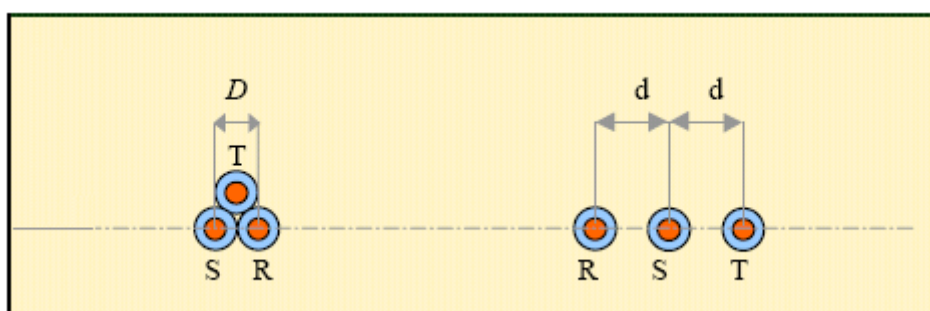
La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm sia superficialmente che lateralmente. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi alla viabilità interna alla stazione, la terna di cavi potrà essere posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

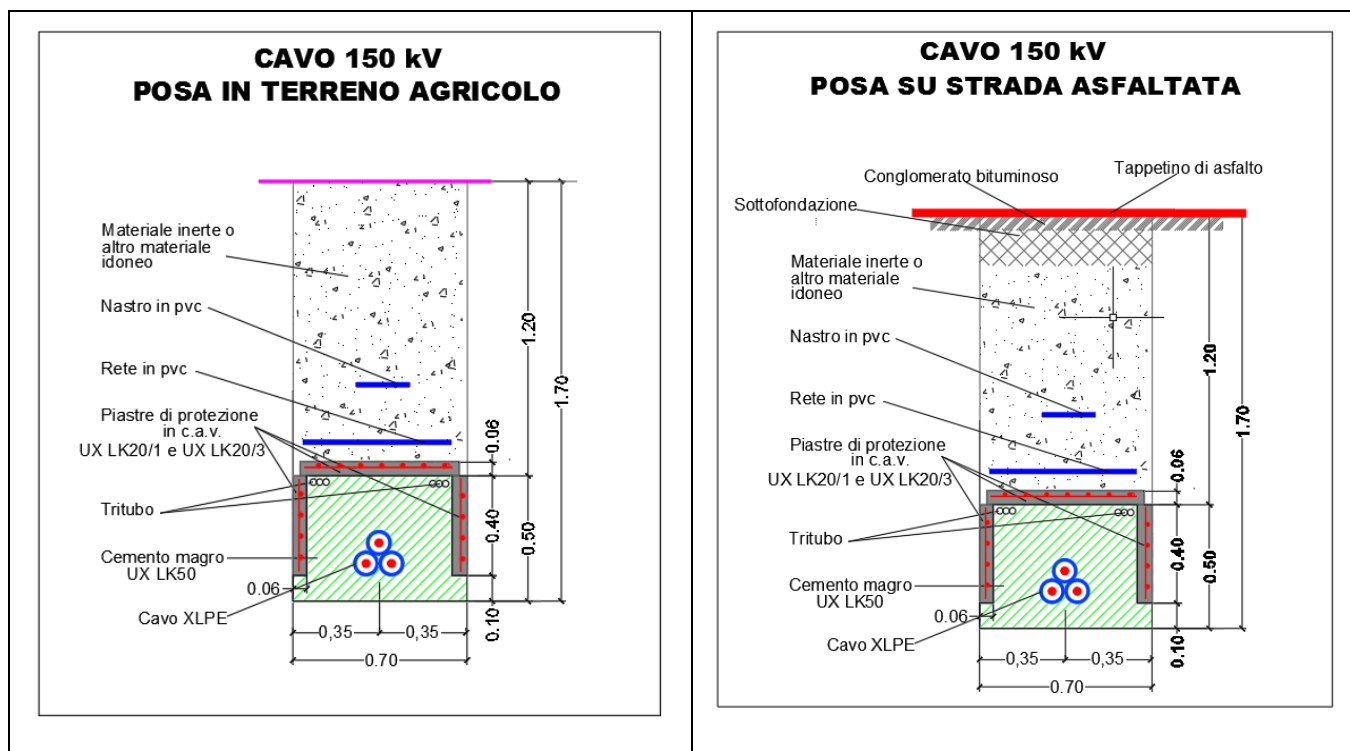
Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto sono a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:



La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza "d" di interasse dei cavi. Per tale motivo la posa a trifoglio è utilizzata per i livelli di tensione più bassa (150-220 kV) mentre la posa in piano è utilizzata per i livelli di tensione più alta (220-380kV).

Di seguito sono evidenziate alcune tipiche modalità di posa.



### 3.3.3 Modalità di posa e di attraversamento in cavo interrato

Le metodologie di messa in opera di elettrodotti in cavo interrato possono essere distinte in due macrofamiglie:

- Messa in opera con scavo a cielo aperto;
- Messa in opera con tecnologia "No-Dig" anche detta "Trenchless".

All'interno della prima categoria, la scelta di una configurazione e /o tecnica di posa secondo standard Terna piuttosto che un'altra, dipende da diversi fattori, fra cui quelli più importanti sono:

- Livello di tensione dell'elettrodotto;
- Ambito di installazione (terreno agricolo, lungo sede stradale, in attraversamento stradale, all'interno di cunicolo, ecc.)

Nell'ambito della messa in opera con scavo a cielo aperto, è possibile trovarsi in presenza di particolari attraversamenti di strade e/o sottoservizi quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., per cui la posa dell'elettrodotto potrebbe non avvenire semplicemente secondo le tipologie standard su citate ma potrebbe essere necessario integrare tali soluzioni mettendo in atto tubazioni di PVC della serie pesante, PE o di ferro all'interno delle quali far passare i cavi. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

Nell' ipotesi in cui non sia possibile eseguire uno scavo a cielo aperto, come nel caso di impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di attraversamenti trasversali di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovie o di altri servizi di cui non è consentita l'interruzione, la realizzazione dell'elettrodotto può avvenire mediante l'uso della tecnologia "No-Dig". In realtà, sotto questo nome sono annoverate diverse tecnologie che permettono l'installazione di manufatti sotterranei, nella fattispecie di tubi in cui successivamente saranno contenuti i cavi costituenti l'elettrodotto, senza effettuare alcuno scavo a cielo aperto. Per la realizzazione di elettrodotti in cavo, le tecnologie "No-Dig" comunemente utilizzate sono:

- Perforazioni orizzontali con trivelle-spingi tubo
- Microtunneling
- Directional Drilling

La Perforazione Orizzontale con Trivelle-Spingi tubo consistente in una trivellazione orizzontale non guidata con successiva infissione di tubi. Questa tecnologia non permette un controllo di direzione dello scavo e quindi si addice per la realizzazione di brevi attraversamenti rettilinei (strade, ferrovie).

Il Microtunneling permette la realizzazione di elettrodotti in cavo in tratti rettilinei con pendenza massima del 30% in salita e del 10% in discesa. Il cavo viene messo in opera all'interno di tubi che vengono installati per conchi e fatti avanzare per spinta nel terreno preceduti da uno scudo di acciaio dotato di testa fresante che effettua una trivellazione, a partire da un pozzo di monte fino a quello di valle.

Il Directional Drilling è anche noto come perforazione direzionale o perforazione orizzontale controllata o perforazione teleguidata o trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). L'elemento distintivo di questa tecnologia è la possibilità di effettuare fori nel sottosuolo che possono avere andamento curvilineo spaziale.

#### 3.3.4 *Messa in opera con scavo a cielo aperto*

La posa di un elettrodotto su terreno agricolo, a mezzo di trincea e con disposizione dei cavi a "Trifoglio", ha i seguenti aspetti caratteristici:

- i cavi saranno posati ad una profondità standard di -1,6 m circa (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dallo spessore di 10 cm circa;
- i cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento magro, per uno strato di circa 40 cm, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in cemento armato. Ulteriori

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

lastre sono state collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare;

- La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.);
- I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitore da posizionare a circa metà altezza della trincea;
- Nel caso in cui il collegamento delle guaine sarà realizzato secondo lo schema in “Single Point Bonding” o “Single Mid Point Bonding” (vedere par. 3.3.7), insieme al cavo alta tensione sarà posato un cavo di terra;
- All’interno della trincea è prevista l’installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento.

### 3.3.5 *Directional Drilling (T.O.C.)*

- La tecnica Directional Drilling prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L’avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L’acqua è utilizzata anche per raffreddare l’utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma eventualmente necessita di effettuare solo delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, la demolizione prima e il ripristino dopo di eventuali sovrastrutture esistenti.

### 3.3.6 *Distanze da servizi, manufatti, piante*

#### 3.3.6.1 Interferenze con tubazioni metalliche fredde o manufatti metallici interrati

Le norme CEI 11-17 prescrivono le distanze minime da rispettare nei riguardi di:

- serbatoi contenenti gas e liquidi infiammabili;
- gasdotti e metanodotti;
- altre tubazioni.

Tuttavia, qualora sia possibile, è consigliabile mantenere tra le tubazioni metalliche interrate e i cavi energia le seguenti distanze:

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- m 3,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione uguale o superiore a 25 atm;

- m 1,00 dalle tubazioni esercite ad una pressione inferiore alle 25 atm.

La necessità di mantenere stabili nel tempo le caratteristiche fisiche dell'ambiente che circonda il cavo consiglia comunque di mantenere, di norma, una distanza minima di almeno m 0,50 tra le trincee dei cavi di energia e i servizi sotterranei, in modo da evitare che eventuali interventi di riparazione su detti servizi vadano ad interessare lo strato di cemento magro (cement-mortar) o sabbia posto a protezione dei cavi, modificandone le caratteristiche termiche.

Per quanto riguarda interferenze con gasdotti e metanodotti la coesistenza degli impianti è regolamentata dal DM 24/11/84 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale".

#### 3.3.6.2 Interferenze con cavi di energia

Per interferenze con altri cavi energia a media e alta tensione è necessario mantenere, in caso di parallelismo, una distanza di almeno 5 m tra l'estradosso dei cavi da installare e gli altri cavi energia e di almeno 4 m in caso di semplice incrocio.

Tale limitazione è dettata dalla necessità di limitare la mutua influenza termica e non ridurre di conseguenza la corrente trasportata dai cavi.

Deroga a dette distanze può essere accordata previa verifica della reciproca interferenza nel calcolo della portata elettrica del cavo. Tale situazione dovrà essere verificata in corrispondenza dell'arrivo sulla stazione Terna dove potrà verificarsi una situazione di coesistenza di più cavi interrati in alta tensione.

#### 3.3.6.3 Interferenze con cavi telefonici

In caso di eventuale guasto o di sovratensione nel corso dell'esercizio nei cavi di energia possono verificarsi sui cavi telefonici interferenti fenomeni induttivi.

Le norme CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto" fissano i valori massimi e le modalità di calcolo delle f.e.m.

#### 3.3.6.4 Interferenze con altri manufatti

Nel caso di manufatti sottostanti o paralleli al cavo di energia da installare non esistono particolari prescrizioni o valori di distanze da rispettare.

Nel caso di manufatti da sottopassare la protezione dei cavi verrà realizzata mediante polifora armata o mediante tubazione posta in opera con l'ausilio di macchina spingitubo o teleguidata.



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

### 3.3.6.5 Distanze da piante

Si deve mantenere una distanza del bordo dello scavo non inferiore a 2,5 m dall'esterno del tronco della pianta, salvo diversa prescrizione data dal Comune.

In corrispondenza di eventuali attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l'interruzione del traffico, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata, che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

### 3.3.6.6 Distanze di sicurezza rispetto alle attività soggette a controllo prevenzione incendi

Non esistono interferenze con attività soggette a controllo prevenzione incendi secondo la normativa vigente.

### 3.3.7 *Collegamento degli schermi metallici*

Sono individuabili, come di seguito illustrate, tre modalità di connessione a terra degli schermi che risolvono in maniera diversa i problemi legati alla circolazione di corrente ed alla tensione indotta:

- Single point bonding
- Solid bonding
- Cross bonding

In ogni caso lo schermo metallico sarà collegato a terra in almeno un punto per drenare a terra la corrente capacitiva ed assicurare una efficace protezione contro le tensioni di contatto.

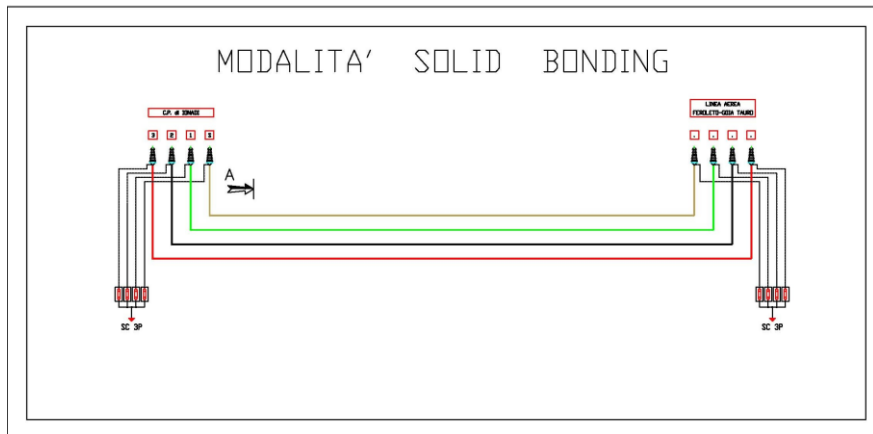
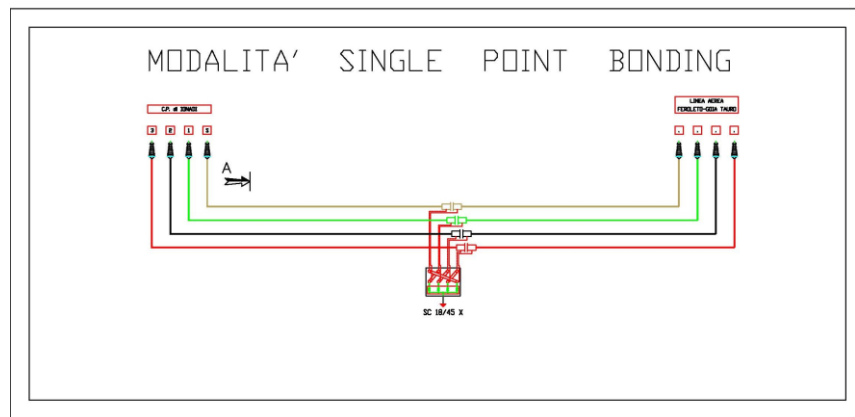
Nella modalità single point bonding, utilizzata per collegamenti in cavo di lunghezza limitata (500 – 1000 m), lo schermo dei cavi è messo francamente a terra in un unico punto che può trovarsi ad una delle due estremità del cavo oppure in un punto intermedio generalmente a metà dello stesso.

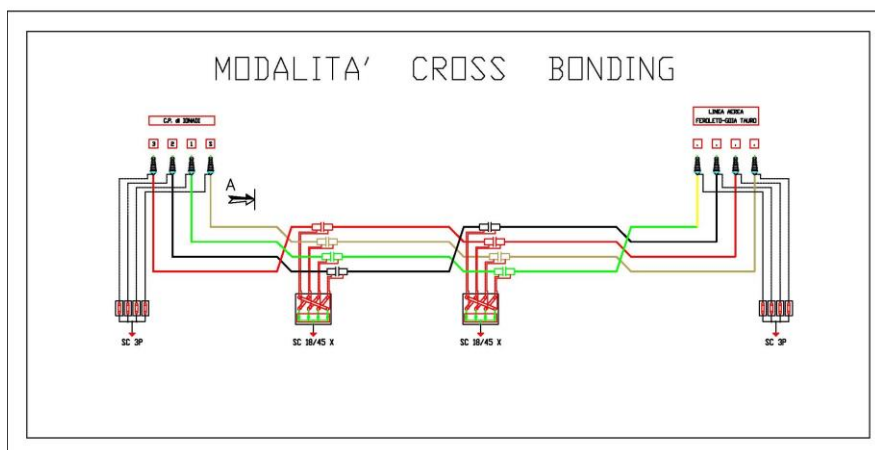
Nella modalità solid bonding, utilizzata per le trasmissioni di correnti limitate non superiori a 500 A e nei cavi sottomarini, il collegamento degli schermi alle due estremità è messo francamente a terra. In tal caso gli schermi formano tra loro una spira in corto circuito interessata dalla circolazione di correnti indotte che tendono ad opporsi alle correnti di fase del conduttore.

Nella modalità cross bonding il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

In tale configurazione gli schermi sono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.

Tra le tre modalità di collegamento degli schermi metallici la più utilizzata per elettrodotti in cavo terrestre, è quella del cross bonding, utilizzato per le lunghe distanze (maggiori di 1500 – 2000 m) e correnti generalmente superiori a 500 A.





- Le tre diverse modalità di connessione a terra degli schermi metallici -

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto, essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare.

### 3.3.8 Giunti e buche giunti

Problemi legati al trasporto e messa in opera dei cavi fanno sì che, in genere, non si realizzino pezzature di cavo superiori ai seicento metri; ecco quindi la necessità di realizzare dei giunti, per elettrodotti di lunghezza superiore.

- I giunti necessari per il collegamento del cavo, tipo “GMS 1245, saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a metri 400-600 circa l’uno dall’altro, ed ubicati all’interno di apposite buche che avranno una configurazione come indicato nel Capitolo 2 del presente elaborato;
- I giunti, saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -2,00 ca. (quota fondo buca) e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s, allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame.

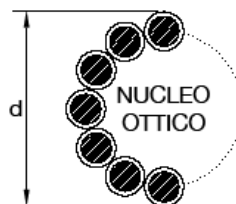
<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.

L'ubicazione dei giunti è opportunamente studiata già durante la fase progettuale preliminare. Tuttavia, per motivi di diversa natura, ci si riserva di ottimizzarla durante la fase di progettazione esecutiva, a seguito di indagini mirate alla precisa individuazione dei sottoservizi. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e delle pezzature delle bobine di cavo.

### 3.3.9 Sistema di telecomunicazioni

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV condivisa e la stazione elettrica di trasformazione 380/150kV di Terna, costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO		(mm)	≤ 11,5	
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)		(kg/m)	≤ 0,6	
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C		(ohm/km)	≤ 0,9	
CARICO DI ROTTURA		(daN)	≥ 7450	
MODULO ELASTICO FINALE		(daN/mm <sup>2</sup> )	≥ 10000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA		(1/°C)	≤ 16,0E-6	
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s		(kA)	≥ 10	
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

### 3.4 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Relazione campi elettrici e magnetici opere Utente"

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

### 3.5 AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le *“aree impegnate”*, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo compresa in una fascia la cui distanza di norma è pari a circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 380 kV.
- 3,5 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 220 kV.
- 2 m dall'asse linea per parte per tratti in cavo interrato a 150 kV.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà apposto sulle *“aree potenzialmente impegnate”* (previste dalla L. 239/04). L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà di circa:

- 5 m dall'asse linea per parte per elettrodotti in cavo interrato a 150 kV e 30 kV.

La planimetria catastale scala 1:2000 riporta l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'allegato elenco, come desunti dal catasto.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree potenzialmente impegnate dalla stessa con conseguente riduzioni di porzioni di territorio soggette ad asservimento.

### 3.6 FASCE DI RISPETTO

Le *“fasce di rispetto”* si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di calcolo dei campi magnetici emanata dall'APAT, in applicazione del D.P.C.M. 08/07/2003, con pubblicazione sul supplemento ordinario della G.U. n° 160 del 05.07.2008

Per il calcolo delle fasce di rispetto si rimanda alla consultazione della relazione di impatto elettromagnetico allegata *“Relazione campi elettrici e magnetici opere Utente”*.

### 3.7 ELENCO ATTRAVERSAMENTI

La corografia IT-VesThi-Clp-EW-DW-02 *“Corografia su CTR con attraversamenti riporta i principali attraversamenti dei cavi 30 kV.*

Numero Attraversamento	Opera Intersecata	Comune	Nome Strada
1	Acquedotto	Thiesi	
1,1	Strada	Thiesi	SP 28
2	Acquedotto	Thiesi	
2,1	Strada	Thiesi	SP 28
2,2	Strada	Thiesi	SP 28
2,3	Strada	Thiesi	SP 134
3	Acquedotto	Thiesi	
4	Ponte	Thiesi	
5	Ponte	Thiesi	
6	Ponte	Thiesi	
7	Canale	Thiesi	
8	Canale	Thiesi	
9	Canale	Thiesi	
10	Canale	Thiesi	
11	Canale	Thiesi	
12	Canale	Thiesi	
12,1	Strada	Thiesi	SP 50
12,2	Strada	Thiesi	SS 131 bis
13	Canale	Thiesi	
14	Ponte	Thiesi	
15	Ponte	Thiesi	
16	Ponte	Thiesi	
17	Ponte	Thiesi	
18	Acquedotto	Thiesi	
19	Ponte	Bessude	
20	Ponte	Bessude	
21	Ponte	Bessude	
22	Acquedotto	Bessude	
23	Acquedotto	Bessude	

Le modalità di attraversamento sono indicate nell'elaborato IT-VesThi-Clp-EW-DW-15 "Tipici attraversamenti infrastrutture e servizi".

#### 4 STAZIONE TRASFORMAZIONE E DI CONDIVISIONE DI UTENZA

La stazione di trasformazione vedi elab. IT-VesThi-Clp-EW-DW-06 "Planimetria elettromeccanica Stazione 30/150 kV", che costituisce impianto di utenza per la connessione, sarà ubicata nel comune di Thiesi (SS) lungo la Strada vicinale Monte Fenosu sulle particelle 338 e 98 del Foglio di mappa N.3.

Complessivamente l'area individuata per la realizzazione della stazione di trasformazione 30/150 kV è pari a circa 3500 mq.

Detta stazione elettrica di utenza è del tipo a un solo sistema di sbarre con isolamento in aria a 150 kV al quale afferiscono il cavo per il collegamento alla stazione di "Condivisa" di Ittiri e il montante

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

trasformatore 30/150 kV per l'energia prodotta dal parco eolico di Thiesi, nonché uno stallo per un futuro ampliamento per altro produttore.

#### **4.1 EDIFICI**

Nelle aree delle stazioni di Thiesi e Ittiri sono previsti gli edifici ubicati in corrispondenza degli ingressi, vedi elaborati N. IT-VesThi-Clp-EW-DW-09 e N. IT-VesThi-Clp-EW-DW-09.a "Edificio quadri AT,MT,SA pianta prospetti e sezioni",

L'edificio della stazione di Thiesi di circa 44 x 4,6 m con altezza di 3,9 m. sarà diviso in diversi locali adibiti a: locale GE, servizi igienici, locale MT, locale Quadri BT, Locale Telecomando Turbine e un piccolo locale per le misure fiscali con ingresso sia dall'interno della stazione sia dall'esterno posto sul confine della recinzione; inoltre sono previsti altri locali per eventuali ampliamenti. Nel locale, dove sarà sistemato il sistema di sbarre in MT, si attesteranno i cavi 30 kV e si prevede un numero di scomparti necessari per l'arrivo dei cavi provenienti dal parco eolico, per il collegamento al trasformatore 30/150 kV, per le celle misure e per i Servizi Ausiliari.

La superficie coperta dell'edificio è di circa 202 mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 710 m<sup>3</sup>, il locale misure fiscali avrà misure 2,2x4,6 m con una superficie di circa 10,1 mq e una cubatura di circa 39.5 mc.

L'edificio della stazione "Condivisa" di Ittiri sarà ubicato in corrispondenza dell'ingresso, di circa 61 x 4,6 m con altezza di 3,9 m. e sarà diviso in diversi locali adibiti a: locale GE, servizi igienici, locale MT, locale Quadri BT, Locale Telecomando Turbine e un piccolo locale per le misure fiscali con ingresso sia dall'interno della stazione sia dall'esterno posto sul confine della recinzione; inoltre, sono previsti i locali per destinati alle Soc. Bentu Energy S.r.l., Aregu Wind S.r.l. ed Infrastrutture S.P.A. per il controllo e telecomando degli arrivi cavi 150 kV 150 kV.

La superficie coperta dell'edificio è di circa 281 mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 1.094 m<sup>3</sup>, il locale misure fiscali avrà misure 2,2x4,6 m con una superficie di circa 10,1 mq e una cubatura di circa 39.5 mc.

I suddetti fabbricati saranno realizzati con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

Le coperture dei fabbricati saranno realizzate con tetti piani di caratteristiche simili a quelle adoperate in zona. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei a garantire il rispetto dei requisiti minimi in funzione della destinazione d'uso del locale nonché nel rispetto, della legge n.10/91.



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

Gli edifici saranno serviti da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione etc.

Per le apparecchiature AT sono previste fondazioni in c.a. Inoltre, è prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

#### **4.2 DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA DELLE STAZIONI**

La sezione a 150 kV della stazione di trasformazione di Thiesi è a singolo sistema e isolata in aria e sarà costituita da uno stallo primario TR per l'alimentazione di un trasformatore 150/30 kV per la trasformazione a 150 kV dell'energia del parco eolico della Bentu Energy. Tale stallo sarà equipaggiato con: trasformatore da 40/50 MVA, interruttore SF6, scaricatori, TV e TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra; mentre lo stallo arrivo cavo 150 kV sarà equipaggiato con: terminali cavi 150 kV, interruttore SF6, scaricatori, TV e TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra.

La sezione 150 kV della stazione "Condivisa" di Ittiri è a singolo sistema sarà isolata in aria e sarà costituita da uno stallo primario TR per l'alimentazione di un trasformatore 150/30 kV per la trasformazione a 150 kV dell'energia del parco eolico della Mistral Wind. Tale stallo sarà equipaggiato con: trasformatore da 30/40 MVA, interruttore SF6, scaricatori, TV e TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra; mentre i due stalli arrivo cavi 150 kV Bentu Energy, Aregu Wind ed Infrastrutture saranno equipaggiati con: terminali cavi 150 kV, interruttore SF6, scaricatori, TV e TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra.

Lo stallo cavo Terna sarà equipaggiato con: terminali cavi 150 kV, interruttore SF6, scaricatori, TV e TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra e sezionatore verticale di sbarre.

#### Servizi ausiliari

I servizi ausiliari (simili per le due stazioni) c.a. e c.c. di stazione saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dal quadro MT della SE Utente ed integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le utenze fondamentali quali: protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

#### **4.3 OPERE CIVILI VARIE**

Le aree sottostanti alle apparecchiature delle stazioni in progetto saranno sistemate mediante spandimento di ghiaietto.

Sistemazione a verde di aree non pavimentate.

Le strade e gli spazi di servizio saranno pavimentati con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso

Le fondazioni delle varie apparecchiature elettriche saranno eseguite in conglomerato cementizio armato

Per lo smaltimento delle acque chiare e nere della stazione si utilizzerà una vasca IMHOFF con accumulo a tenuta da espurgare periodicamente a cura di ditta autorizzata

Per l'impianto antincendio si utilizzerà una riserva idrica con locale tecnico adiacente interrati, previa predisposizione di uno scavo di idonee dimensioni con fondo piano, uniforme e livellato, lasciando intorno al serbatoio uno spazio di 20/30cm

L'approvvigionamento di acqua per gli usi igienici del personale di manutenzione sarà fornito da idoneo serbatoio

Si evidenzia che l'impianto non è presidiato e, pertanto, è prevista la presenza di personale solo per interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria

L'accesso alle stazioni sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole di 7 metri di ampiezza con cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri (vedi elab. "Recinzione – cancello e palina illuminazione")

La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti, anch'essi prefabbricati in cls, infissi su fondazione in conglomerato cementizio armato, avrà altezza di 2,50 m.

L'illuminazione della stazione sarà realizzata mediante l'installazione di opportune paline di illuminazione.

#### **4.4 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO**

La Fornitura dovrà prevedere per le apparecchiature installate all'esterno:

- una condizione di servizio normale di - 25 °C + 40 °C
- una salinità di tenuta per i livelli di tensione 170 KV di 56 g/l

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- una altitudine massima di installazione di 1000 m s.l.m.
- uno spessore del ghiaccio sulle apparecchiature  $\geq 10$  mm.

#### 4.5 ATTIVITÀ SISMICA

Il grado di sismicità delle apparecchiature deve essere non inferiore a AF5.

#### 4.6 CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO AT

I livelli di isolamento prescritti per la sottostazione 150/30 kV, in funzione dei valori normali di tensione massima di un elemento è pari a:

- 750 kVcr a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 150 cm, per l'isolamento esterno.
- 650 kVcr a impulso atmosferico e di 275 kV a f.i. per gli isolamenti interni.

#### 4.7 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO E CORRENTI TERMICHE NOMINALI

L'impianto deve essere progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto previsto nelle vigenti Norme CEI, Il livello di corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione 150 kV previsto dalle prescrizioni (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti) è pari 31,5 kA. Le correnti di regime previste saranno:

- Per le sbarre: 2000 A
- Per lo stallo TR: 1250 A

#### 4.8 CARATTERISTICHE COMPONENTI

##### 4.8.1 SEZIONE AT

Vedi Doc. N. IT-VesThi-Clp-EW-DW-06 "Planimetria elettromeccanica Stazione 30/150 kV"

- Sezionatori tripolari rotativi, orizzontale a tre colonne/fase, con terna di lame di messa a terra, completo di comando motorizzato per le lame principali e manuale per le lame di terra:
  - Norme di riferimento: CEI EN 62271
  - Tensione nominale: 170 kV
  - Corrente nominale: 1250 A
  - Corrente nominale di breve durata:
    - valore efficace 31,5 kA
    - valore di cresta 80,0 kA
  - Durata ammissibile della corrente di breve durata 1s

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Tensione di prova ad impulso atmosferico:
    - verso massa 750 kV
    - sulla distanza di sezionamento 860 kV
  - Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.):
    - verso terra 325 kV
    - sulla distanza di sezionamento 375 kV
  - Contatti ausiliari disponibili 4NA+4NC
  - Alimentazione circuiti ausiliari:
    - motore: 110 Vcc +10% -15%
    - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15%
    - resistenza di riscaldamento: 230 Vca
  - Isolatori tipo: C6-750
  - linea di fuga: 25mm/kV
- Sezionatore tripolare verticale a tre colonne/fase, completo di comando motorizzato:
- Norme di riferimento: CEI EN 62271
  - Tensione nominale: 170 kV
  - Corrente nominale: 1250 A
  - Corrente nominale di breve durata:
    - valore efficace 31,5 kA
    - valore di cresta 80,0 kA
  - Durata ammissibile della corrente di breve durata 1 s
  - Tensione di prova ad impulso atmosferico:
    - verso massa 750 kV
    - sulla distanza di sezionamento 860 kV
  - Tensione di tenuta a frequenza di esercizio (1 min.):
    - verso terra 325 kV
    - sulla distanza di sezionamento 375 kV
  - Contatti ausiliari disponibili 4NA+ 4NC
  - Alimentazione circuiti ausiliari:
    - motore: 110 Vcc +10% -15%
    - circuiti di comando: 110 Vcc +10% -15%

<b>Bentu Energy srl</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

resistenza di riscaldamento:	230 Vca
• Isolatori tipo:	C6-750
• linea di fuga:	25mm/kV
➤ Interruttori tripolari per esterno in SF6 170 kV - 1250 A - 31,5 kA equipaggiato con un comando tripolare a molla. I circuiti di apertura saranno n. 3 di cui uno a mancanza;	
• Norme applicabili:	CEI EN 62271-100
• Numero dei poli:	3
• Mezzo di estinzione dell'arco:	SF6
• Tensione nominale:	150 kV
• Livello di isolamento nominale:	170 kV
• Tensione di tenuta a freq. industriale per 1 min:	325 kV
• Tensione di tenuta ad impulso con onda 1/50 microsec:	750 kV
• Corrente nominale:	1250 A
• Corrente di breve durata ammissibile per 1 s:	31.5 kA
• Corrente limite dinamica:	80 kA
• Durata di corto circuito nominale:	1"
• Tipo di comando:	meccanico a molla
• Comando manovra:	tripolare
- n° circuiti di apertura a lancio di tensione:	2
- n° circuiti di apertura a mancanza di tensione:	1
- n° circuiti di chiusura:	1
• Tensioni di alimentazione ausiliaria:	
• motore:	110 Vcc +10% -15%
• bobine di apertura / chiusura:	110 Vcc +10% -15%
• relè ausiliari:	110 Vcc +10% -15%
• resistenza di riscaldamento/anticondensa	230V Vca
• Linea di fuga isolatori:	25 mm/kV
➤ Trasformatori di corrente, isolati in gas SF6 200-400-800/5-5-5-5A 10VA cl.02 - 15VA cl. 5P20 - 15VA cl. 5P30 - 10VA cl.02	
• Norme di riferimento	CEI EN 60044-1
• Isolamento	SF6

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Montaggio esterno
  - Norme applicabili CEI EN 60044-1
  - Tensione nominale 150 kV
  - Tensione massima di riferimento per l'isolamento 170 kV
  - Tensione di tenuta a impulso atmosferico 325 kV
  - Tensione di tenuta ad impulso 750 kV
  - Corrente nominale primaria 200-400-800 A
  - Corrente nominale secondaria 5 A
  - Numero nuclei 4
  - Prestazioni e classi di precisione:
    - N° 1 Nuclei misure 10 VA cl. 0.2 cert. UTF
    - N° 1 Nuclei misure 10 VA cl. 0.2
    - N° 2 Nuclei protezioni 15VA-5P20
  - Corrente termica di corto circuito 31.5 kA
  - Corrente limite dinamica 80 kA
  - Corrente massima permanente 1,2 In
  - Tensione di tenuta per 1 min a 50 Hz avv.ti secondari 2 kV
  - Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV
- Trasformatori di tensione induttivi per esterno, per misure fiscali:
- Norme di riferimento CEI EN 60044-2
  - Tensione nominale 150 kV
  - Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
  - Isolamento SF6
  - Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s) 1.5
  - Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
  - Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
  - Rapporto: 150.000:√3/100:√3
  - Prestazioni e classi di precisione:
  - N° 1 Nucleo misure 10 VA cl. 0.2 cert. UTF
  - Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

➤ Trasformatori di tensione capacitivi per misure e protezione:

- Norme di riferimento CEI EN 60044-2
- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima di riferimento per l'isolamento: 170 kV
- Isolamento carta-olio
- Capacità 4000 µF
- Fattore di tensione nominale (funzionamento x 30 s): 1.5
- Tensione di tenuta a frequenza industriale: 325 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico: 750 kV
- Rapporto: 150000:√3/100:√3  
100:√3-100:3
- Prestazioni e classi di precisione:
  - N° 1 Nucleo misura 20 VA cl. 0.2
  - N° 2 Nuclei per protezioni 30 VA cl. 3 P
- Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV

1 Scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco completi di contascariche 170kV 10KA

- Norme di riferimento: CEI EN 60099
- Tensione nominale: 150 kV
- Tensione di riferimento per l'isolamento: 170 kV
- Tensione residua con onda 8/20 µs a corrente di scarica di:
  - 5 kA 322 kV
  - 10 kA 339 kV
  - 20 kA 373 kV
- Tensione residua con onda 30/60 s a corrente di scarica di:
  - 0,5 kA 277 kV
  - 1 kA 286 kV
  - 2 kA 297 kV
- Classe di scarica secondo IEC: 2
- Corrente nominale di scarica: 10 kA

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Valore di cresta della corrente per la prova di tenuta a impulso di forte corrente:  
100 kA
  - Valore efficace della corrente elevata per la prova di sicurezza contro le esplosioni:  
65 65 kA
  - Capacità d'assorbimento dell'energia: 7.8 kJ/kV
  - Linea di fuga isolatori: 25 mm/kV
  - Accessori: Contascariche
- Trasformatore trifase di potenza 30/150 kV, 40/50 MVA, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT (150 ±10x1,25%/30 kV) e cassetto di contenimento cavi MT. Con scaricatori incorporati dimensionato per alloggiare n.3 terne di cavi MT da 400mm<sup>2</sup> Cu.
- Tipo immerso in olio
  - Tipo di servizio continuo
  - Temperatura ambiente 40 °C
  - Classe di isolamento A
  - Metodo di raffreddamento ONAN/ONAF
  - Tipo d'olio: minerale conforme CEI- EN 60296
  - Altezza d'installazione ≤ 1000 m
  - Frequenza nominale 50 Hz
  - Potenza nominale: 40/50MVA-ONAN/ONAF
  - Tensioni nominali (a vuoto):
    - AT 150 kV
    - MT 30 kV
  - Regolazione tensione AT: ± 10x1,25 %
  - Tipo di commutatore (CSC): sotto carico (CEI EN 60214- 1)
  - Collegamento fasi:
    - avvolgimento AT Y stella (con neutro accessibile)
    - avvolgimento MT Δ triangolo
  - Gruppo di collegamento YNd11
  - Classe d'isolamento:



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- lato AT	170 kV
- lato MT	36 kV
• Tensione di tenuta a frequenza industriale:	
- lato AT	275 kV
- lato MT	70 kV
• Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	
- lato AT	650 kV
- lato MT	170 kV
• Sovratemperature ammesse:	
- massima temperatura ambiente	40 °C
- media avvolgimenti	65 °C
- nucleo magnetico	75 °C
• Perdite (garanzie IEC):	
- Perdite a vuoto a Un:	≤ 30 kW
- Corrente a vuoto a Un:	0,2 %
- Perdite Cu a 75°C	≤ 140 kW
• Tensione di corto circuito Vcc:	13 %
• Massimo livello di pressione sonora:	70 dB a 0,3 m

#### 4.8.2 SEZIONE MT

La sezione MT sarà ubicata all'interno dell'edificio previsto nella stazione di trasformazione 30/150 kV e sarà costituita dai seguenti componenti.

##### 4.8.2.1 CARATTERISTICHE DEL QUADRO DI DISTRIBUZIONE GENERALE

Normativa di riferimento:

- internazionali IEC 298 - 1990
- italiane CEI 17-6, fascicolo 2056
- CENELEC HD 187 S5
- D.lgs. 81/08 e successive integrazioni - D.P.R. 547

Caratteristiche generali:

- Tensione nominale:	36 kV
- Tensione di esercizio:	30 kV
- Frequenza nominale:	50 Hz

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Tensione di tenuta a 50Hz (per 1 minuto): 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso: 170 kV
- Corrente termica per 1 sec. (simmetrica): 16 kA
- Corrente dinamica (valore di cresta): 40 kA
- Sbarre principali dimensionate per: 1250 A
- Ambiente: Normale
- Massima temperatura ambiente: -5/+40 °C
- Altitudine: < 1000 n s.l.m.
- Tensione aux. per comandi e segnalazioni: 110 Vcc +10% -15%
- Tensione aux. per illum. e R. anticondensa: 220 V 50Hz
- Tensione aux. per motore caricamolle: 110 Vcc +10% -15%

Il quadro MT a 30 kV di stazione sarà composto da n° 7 scomparti MT:

- N° 1 unità arrivo trasformatore AT/MT In 1250 A
- N° 1 unità misure (con esecuzione in antiferrorisonanza);
- N° 1 unità partenza trasformatore servizi ausiliari con fusibili;
- N° 3 unità partenze linea In 630 A
- N° 1 unità riserva arrivo linea In 1250 A

L' unità sarà provvista di:

- sbarre Omnibus da 1250 A
- struttura metallica dimensionata per la tensione nominale d'isolamento 36 kV e corrente ammissibile nominale di breve durata (1s) 16 kA
- derivazioni da 630 A
- canaletta per cavetteria ausiliaria tale da garantire la sostituzione in fase di manutenzione dei singoli scomparti
- attacchi per terminazioni cavo MT (30 kV) fino a una sezione di 500 mm<sup>2</sup>
- chiusura di fondo
- ferri di fondazione
- derivatori capacitivi per la segnalazione di presenza tensione
- illuminazione interna
- schema sinottico
- resistenza anticondensa corazzata comandata da apposito termostato ambiente.

<b>Bentu Energy srl</b>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

#### 4.8.2.2 TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari è previsto un trasformatore MT/BT con terminazioni del tipo sconnettibile derivati dalla sezione MT, aventi le caratteristiche descritte nel seguito:

- Norme applicabili:	IEC 76 CEI EN 60076-1
- Tipo di servizio:	continuo
- Temperatura ambiente:	40°C
- Classe di isolamento:	A
- Metodo di raffreddamento:	ONAN
- Tipo d'olio: minerale conforme	CEI EN 60296
- Altezza d'installazione:	1000m
- Frequenza nominale:	50 Hz
- Potenza nominale:	100 kVA
- Tensioni nominali (a vuoto):	MT 30kV BT 0.40 kV
- Regolazione a vuoto:	± 2 x 2.5 %
- Collegamento fasi:	
- Avvolgimento MT:	Δ triangolo
- Avvolgimento BT:	Y stella
- Gruppo di collegamento:	Dyn11
- Classe d'isolamento:	Lato MT 36 kV Lato BT 1.1 kV
- Tensione di tenuta a frequenza industriale:	Lato MT 70 kV Lato BT 3kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	Lato MT 170 kV
- Sovratemperature ammesse:	Olio:60°C
- Avvolgimenti:	65°C

Il posizionamento del trasformatore è previsto all'interno del locale MT.

#### 4.8.3 SEZIONE BT

Per l'alimentazione in corrente alternata e in corrente continua dei servizi ausiliari della stazione di trasformazione 30/150 kV è previsto un sistema di distribuzione in corrente alternata e continua.

##### 4.8.3.1 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE ALTERNATA

- Il sistema di distribuzione in corrente alternata deve essere costituito da:
  - o n. 1 gruppo elettrogeno 15 kW, 0,4 kV
  - o n. 1 quadro di distribuzione 400 / 230 Vc.a.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- I carichi alimentati in corrente alternata saranno i seguenti:
  - o impianti tecnologici di edificio (illuminazione e prese F.M., climatizzazione, rilevazione incendio, antintrusione)
  - o impianto di illuminazione e prese F.M. area esterna
  - o resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando
  - o Raddrizzatore e carica batteria
  - o Motoriduttore C.S.C. TR AT/MT
  - o Motori delle ventole di raffreddamento TR AT/MT.

#### 4.8.3.2 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE IN CORRENTE CONTINUA

- Il sistema di distribuzione in corrente continua è costituito da:

Una stazione di energia composta da:

- o n. 1 raddrizzatore carica batteria a due rami 110 V cc
- o n. 1 inverter con by pass completo di interruttori di distribuzione 230 V ac
- o n. 1 batteria di accumulatori al piombo, tipo ermetico, 110 V cc
- Un quadro di distribuzione in corrente continua i cui carichi alimentati saranno i seguenti:
  - o motori sezionatori AT, 110 V cc
  - o motori interruttori AT e MT, 110 V cc
  - o bobine apertura e chiusura, 110 V cc
  - o segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo, 110 V cc.
  - o i carichi in corrente alternata 230 V ac che non sopportano buchi di tensione, quali Scada e modem.

#### 4.9 SISTEMA PROTEZIONE, CONTROLLO, MISURE E TELECONTROLLO

Quadro comando, protezioni e controllo costituito come di seguito descritti.

##### 4.9.1 SEZIONE PROTEZIONI AT

Protezione a microprocessore avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 51N protezione di massima corrente omopolare ritardata
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;

<i>Bentù Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza;
- 87C protezione differenziale Cavo
- 21 protezione ad impedenza con telescatto

Acquisizione per allarme/scatto delle seguenti protezioni esterne:

- 97TA/S Buchholz TR allarme/scatto;
- 97 VSC Buchholz VSC;
- 99Q minimo livello conservatore olio TR
- 99VSC minimo livello olio conservatore VSC
- 49 A/S Immagine termica TR allarme/scatto
- 26 A/S massima temperatura allarme/scatto
- 86 relè di blocco
- 90 regolatore di tensione
- n° 1 protezione a microprocessore a protezione avente le seguenti funzioni:
- 87 T protezione differenziale TR
- n° 1 regolatore automatico di tensione (90)
- n° 1 relè di blocco (86)

#### 4.9.2 SEZIONE PROTEZIONI MT

Arrivo MT generale di macchina

Protezione a microprocessore avente le seguenti funzioni:

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 67N protezione di massima corrente omopolare direzionale di terra;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza.

Partenza linee MT

n° 1 protezione a microprocessore (per ogni partenza linea) avente le seguenti funzioni:

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- 50 protezione di massima corrente ad azione rapida;
- 51 protezione di massima corrente ad azione ritardata;
- 67N protezione di massima corrente omopolare direzionale di terra;
- 27 protezione di minima tensione;
- 59 protezione di massima tensione;
- 59V0 protezione di massima tensione omopolare;
- 81 > protezione di massima frequenza;
- 81 < protezione di minima frequenza.

#### **4.10 SERVIZI AUSILIARI**

##### *4.10.1 QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE ALTERNATA*

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata (400-230 V) il trasformatore deve alimentare tutte le utenze della sottostazione sia quelle necessarie a garantire il funzionamento normale sia quelle accessorie. Deve essere prevista una seconda alimentazione, detta alimentazione di emergenza, tramite un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze principali compresa l'illuminazione.

Il Quadro S.A. deve essere composto essenzialmente dalle seguenti apparecchiature:

- Una protezione di minima tensione c.a.;
- Un voltmetro digitale con commutatore e fusibili 500 V f.s.;
- Un amperometro digitale con commutatore e TA 200/5A f.s.;
- Un relè crepuscolare per comando luce esterna con contattore da 4x25A;
- Un interruttore automatico scatolato tetrapolare da 160A 25KA A generale SA;
- Un interruttore automatico miniaturizzato tetrapolare da 40 A per asservire GE;
- Un telerettore, provvisto degli opportuni interblocchi, per lo scambio automatico delle alimentazioni di emergenza;
- Un selettore per la scelta della priorità dell'alimentazione di emergenza;
- Interruttori automatici miniaturizzati tetrapolari da 10  $\square$  32 A per asservire:
  - prese F.M. (con differenziale 0,3A)
  - alimentazione motore VSC del TR 40/50 MVA
  - illuminazione sala quadri (con differenziale 0,3A)
  - illuminazione esterna (con differenziale 0,3A)
  - riserve
- Interruttori automatici miniaturizzati (MSS) bipolari da 10  $\square$  25 A per asservire:

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- alimentazione prese luce
- alimentazione scaldiglie lato A.T.
- alimentazione ausiliari quadro protezione e controllo
- riserve.
- N. 3 TA 200/5A10VA cl. 0,5 con certificati UTF
- N. 1 Morsettiera Cabur
- N. 1 contatore trifase con omologazione MID completo di certificazione per uso UTF.

#### 4.10.2 QUADRO DEI SERVIZI AUSILIARI IN CORRENTE CONTINUA

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) deve avere un campo di variazione compreso tra +10% -15%. Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. deve essere essenzialmente composto da:

un complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. Il raddrizzatore deve essere, quindi, dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di mantenimento che di carica); la batteria deve essere in grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 12 ore. Le batterie saranno del tipo ermetico e conformi alle vigenti normative.

Caratteristiche principali:

- Tensione di alimentazione trifase 400Vca + Neutro +- 10% 50Hz +- 5%

#### RAMO BATTERIA

Trasformatore di isolamento in ingresso

Tensione di uscita nominale	Vcc	110
Stabilità tensione in uscita		±1%
Erogazione continua		A 15
Ripple		< 1%
Funzionamento		Automatico
Stabilizzazione statica		± 0.5%

#### RAMO SERVIZI

Trasformatore di isolamento in ingresso

Tensione di uscita nominale	Vcc	110
Stabilità tensione in uscita		±1%

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

Erogazione continua	A 30
Ripple	< 1%
Stabilizzazione statica	±0.5%

#### Caratteristiche raddrizzatore

- Un sistema di distribuzione in c.c. opportunamente dimensionato, per le effettive esigenze di impianto.

Le principali utenze in c.c. sono le seguenti:

- protezioni elettriche;
- comando e controllo delle apparecchiature;
- misure;
- motori di manovra dei sezionatori;
- apparecchiature di diagnostica e telecontrollo.

#### 4.10.3 GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA

Deve essere fornito un Gruppo Elettrogeno (GE) per l'alimentazione di emergenza inserito sulla sbarra principale del quadro BT in c.a. in caso di mancanza dell'alimentazione principale, il GE sarà inserito in modo automatico tramite l'automatismo alloggiato all'interno dell'apposito quadro a seguito dello stesso GE.

Caratteristiche principali:

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| • potenza emergenza     | 15 kW                    |
| • tensione nominale     | 400 V trifase con neutro |
| • frequenza             | 50 Hz                    |
| • velocità di rotazione | 1.500 giri/min           |

Condizioni ambientali di riferimento:

- |                         |           |
|-------------------------|-----------|
| • temperatura ambiente  | 25 °C     |
| • pressione barometrica | 1000 mbar |
| • umidità relativa      | 30 %      |

Il gruppo deve essere allestito con:

- n. 1 motore diesel
- n.1 alternatore sincrono.
- n.1 serie di supporti elastici posti tra motore/alternatore e basamento.
- n.1 basamento in acciaio saldato
- n.1 impianto elettrico del motore.



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- n.1 serbatoio combustibile incorporato nel basamento della capacità di 70 litri.
- n.1 batteria al piombo senza manutenzione
- n.1 cabina insonorizzata
- n.1 quadro avviamento
- n.1 quadro automatico.

Il gruppo diesel deve riportare la marcatura "CE" e deve essere rilasciata la "Dichiarazione di Conformità".

#### 4.10.4 QUADRO CONTATORE ENERGIA

All'interno del locale misure, deve essere installato, in un apposito pannello a parete in poliestere, un Apparato di Misura per la misura Fiscale/Commerciale dell'energia elettrica prodotta/assorbita dai tre impianti di produzione nel punto di scambio AT, che deve essere così costituito e da :

- N.4 contatori bidirezionali di energia attiva (classe 0,2s) e reattiva (classe 0,5s), un totalizzatore e tre per i tre produttori Bentu Energy Wind, Bentu Energy e Aregu Wind;
- Un modem GSM con antenna dual band per l'installazione all'esterno;
- Software per l'interfacciamento e la tele lettura del contatore da remoto;
- Morsettiere di prova per i circuiti voltmetrici e amperometrici in esecuzione sigillabile.

I complessi di misura (contatore, TA e TV) saranno provvisti di relativa certificazione di verifica e taratura per uso Terna/UTF.

#### 4.11 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNO STAZIONI

L'illuminazione esterna del quadro all'aperto sarà realizzata con n. 5 proiettori montati su pali in fibra di vetro di 9 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a LED 250 W.

I pali saranno collocati lungo la recinzione in modo da mantenere le distanze imposte dalla norma CEI 11-1 verso le parti in tensione.

Il valore medio di illuminamento in prossimità delle apparecchiature di manovra sarà di 30 Lux, che sarà verificato in fase esecutiva dal calcolo illuminotecnico, diversamente da quanto previsto nella presente specifica in fase di progettazione esecutiva dovranno essere apportate eventuali modifiche correttive.

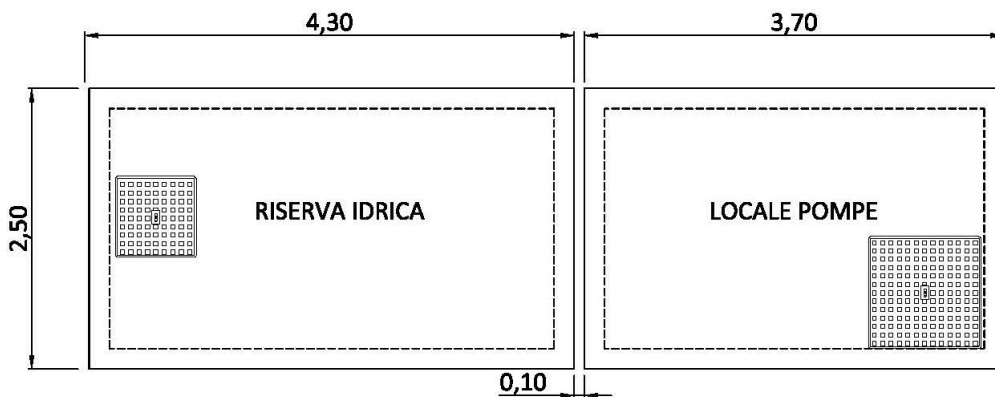
L'accensione dell'impianto di illuminazione deve essere prevista da una fotocellula esterna in esecuzione stagna IP65 per l'accensione automatica del 50% delle lampade al mancare della luce diurna (illuminazione notturna). Le altre lampade saranno accese manualmente in caso di controlli e manutenzione sulle apparecchiature AT.

Un tipico proiettore LED avrà un Flusso luminoso: 35.000 lm Potenza: 250 W.

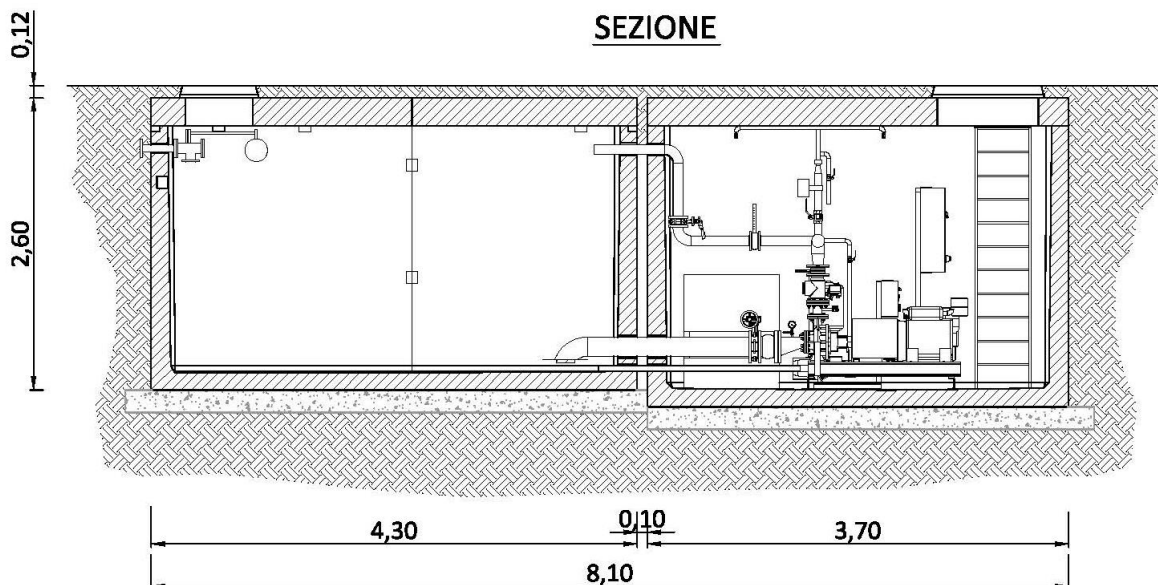
#### 4.12 IMPIANTO ANTINCENDIO

Nelle due stazioni di trasformazione di Thiesi e Ittiri di utente è prevista la realizzazione di un sistema per lo spegnimento di incendi del trasformatore, conforme alle norme UNI EN 12845, UNI 10779 e UNI 11292, comprensivo di: serbatoio di accumulo dell'acqua, con capacità utile di circa 24 m<sup>3</sup>, vano servizi-locale tecnico, gruppo di pompaggio o pressurizzazione. Tale sistema sarà realizzato in prossimità dell'ingresso della stazione di trasformazione e sarà collegato a un sistema di pompe che, all'occasione, convoglieranno l'acqua in pressione a un'apposita manichetta allocata in prossimità del trasformatore dimensionata per una portata di circa 100 lt/min. L'impianto, di tipo interrato, è composto da una riserva idrica (vasca) prefabbricata in cemento armato vibrato, a pianta regolare, le cui dimensioni sono 4,30x2,50m, altezza 2,50m e un locale tecnico, progettato in conformità a quanto stabilito dalla norma UNI 11292:2019, le cui dimensioni sono 3,70x2,50m e altezza 2,50m, a uso esclusivo, destinato a ospitare l'unità di pompaggio per l'alimentazione idrica dell'impianto e relativi accessori.

#### PIANTA COPERTURA



#### SEZIONE



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

#### **4.13 IMPIANTI TECNOLOGICI EDIFICIO DI STAZIONE**

Gli impianti tecnologici devono essere realizzati conformemente a quanto è prescritto dalle norme CEI e UNI di riferimento. Le apparecchiature e i materiali saranno provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente. Tutti gli impianti saranno conformi agli adempimenti del D.M. 37/08.

Gli impianti elettrici saranno realizzati “a vista”, cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo “non incassato” nelle strutture murarie.

Devono essere previsti i seguenti impianti tecnologici per l'edificio della stazione Elettrica di trasformazione:

##### Impianto di illuminazione:

L'impianto di illuminazione normale sarà realizzato con armature fluorescenti stagne AD-FT, con lampade 36 W, reattore basse perdite, montate a soffitto.

Il livello di illuminamento previsto sarà di 200 Lux.

Lungo le pareti esterne dell'edificio, saranno installate alcune armature fluorescenti stagne. La loro accensione deriverà dalla fotocellula prevista per l'illuminazione esterna.

##### Prese forza motrice:

L'impianto di distribuzione forza motrice sarà realizzato in tutti i locali con prese stagne a parete 2x10/16 A, con fori allineati e prese stagne a parte 2x10/16 A con terra laterale.

Nel locale quadro MT e nel locale quadri BT sarà installato un gruppo prese composto da una presa CEE 32 A 3p+t e da una presa CEE 16 A 2p+t.

##### Illuminazione di emergenza:

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato installando in ogni locale dell'edificio della sottostazione delle armature fluorescenti stagne previste per l'illuminazione normale, un gruppo autonomo con batteria e inverter avente autonomia di 3 ore.

##### Impianto di climatizzazione:

L'impianto di climatizzazione è previsto con climatizzatori, del tipo a pompa di calore con unità esterna e unità interna e deve essere tale da mantenere nei locali, ove sono installati, le seguenti condizioni termoigrometriche:

- estate: da 26°C a 28°C – u.r. 50% ± 5%;
- inverno: da 18°C a 20°C - u.r. 50% ± 5%;

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

La regolazione della temperatura è automatica comandata mediante termostati.

I climatizzatori, se non diversamente necessario, saranno installati nei seguenti locali:

- locale quadri BT: n°2 climatizzatore (9000 btu)
- locale quadro MT: n°3 climatizzatori (ognuno da 9000 btu)
- locale controllo turbine n°1 climatizzatore (9000 Btu)

#### Impianto di rivelazione incendio, temperature e gas

L'impianto di rilevamento e segnalazione incendi per l'edificio si comporrà di:

- una centrale convenzionale a zone comprensiva di accumulatori da 12 V 7Ah;
- tastiera a membrana con tasti funzione;
- relè di uscita per invio segnale al sistema di controllo;
- rivelatori ottici di fumo analogici completi di base di fissaggio;
- rivelatori termovelocimetri analogici completi di base di fissaggio;
- rilevatore di idrogeno;
- pulsanti manuali a rottura di vetro completi di modulo di indirizzo;
- pannello ottico acustico completo di scritta intercambiabile, in versione IP54;
- cavi antifiamma twistati schermati 2x1,5 mmq per i rivelatori e n.1 set di cavi 2x1,5 antifiamma per i pannelli.

Saranno restituiti in locale e remoto le segnalazioni di:

- incendio e/o eccessiva temperatura
- anomalia impianto
- Impianto antintrusione e video sorveglianza:
- L'impianto antintrusione è costituito essenzialmente da:
  - contatti elettromagnetici o equivalenti su tutte le porte di accesso degli edifici e sul cancello d'ingresso pedonale e carraio, per segnalare l'avvenuta apertura da parte di persone estranee.

La centralina, oltre ad avere tutte le segnalazioni sul pannello di controllo e comando, permetterà l'invio in uscita (al sistema di controllo e supervisione) dei seguenti segnali:

- segnale di allarme per intrusione in atto
- segnale di presenza personale

L'impianto antintrusione deve prevedere dei tastierini numerici installati, uno all'esterno nelle vicinanze del cancello pedonale e l'altro nei pressi della porta d'ingresso del locale BT, per l'inserzione/disinserzione volontaria dell'impianto.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

#### **4.14 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE E FOGNARIO**

Per i servizi igienici è previsto uno scarico in vasca a tenuta da spurgare periodicamente. L'approvvigionamento idrico per i servizi igienici sarà realizzato tramite riserva idrica di acqua potabile.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà le acque raccolte a un sistema di trattamento per consentire lo smaltimento in un corpo idrico ricettore. Il sistema di tipo prefabbricato sarà dimensionato per smaltire le acque dilavanti le strade interne e i piazzali di manovra della stazione di trasformazione/condivisione.

Pertanto, dovrà servire un'area impermeabile complessiva di circa 3000 mq.

In via Generale si prevede il seguente ciclo di trattamento delle acque di dilavamento:

- convogliamento delle acque meteoriche ricadenti sui piazzali in una apposita rete di drenaggio collegata al collettore principale nella strada antistante gli ingressi della stazione;
- un pozzetto scolmatore che divide le acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia;
- le acque di prima pioggia raggiungono l'impianto di trattamento che comprende: grigliatura, dissabbiatura e disoleazione con sistema di filtri a coalescenza, invio in pozzetto fiscale prima di essere immesse nel recapito finale;
- le acque di seconda pioggia, attraverso un sistema di by-pass, arrivano direttamente al pozzetto fiscale prima di essere scaricate all'esterno in un impluvio naturale posizionato ad Ovest della vasca di prima pioggia.

Nell'area di studio non si riscontrano pozzi privati nell'arco dei 30 metri dalle aree drenanti, né pozzi pubblici nell'arco dei 200 m.

##### **4.14.1 PROCESSO IDRAULICO-DEPURATIVO**

Le acque di prima pioggia saranno raccolte in una vasca opportunamente dimensionata. A riempimento avvenuto, le prime piogge saranno escluse dalle successive acque meteoriche di dilavamento della superficie scolante in oggetto (2a pioggia) tramite la chiusura idraulica con valvola posta sulla tubazione di ingresso acque, comandata da un galleggiante tarato a un adeguato livello.

Le successive acque meteoriche precipitate defluiranno alla tubazione di by-pass presente nel pozzetto scolmatore installato a monte del sistema di accumulo.

Lo stato di calma così determinato consente di ottenere, per gravità, la separazione degli inquinanti di peso specifico differente da quello dell'acqua per ottenere un effluente chiarificato.

In conseguenza di questo principio il materiale sedimentabile (sabbie, morchie, etc.), contenuto nelle acque di prima pioggia, tenderà a sedimentare sul fondo delle vasche, mentre le sostanze più leggere

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

(grassi e oli minerali, idrocarburi non emulsionati, etc.) tenderanno a galleggiare aggregandosi in superficie.

Le acque accumulate defluiranno nel comparto di rilancio-sollevamento e per mezzo di una pompa sommersa verranno scaricate nel disoleatore statico.

Al termine dello svuotamento della zona di accumulo (entro 48 dalla fine della precipitazione) si ripristineranno automaticamente le impostazioni iniziali dell'impianto in modo da renderlo disponibile per un altro ciclo depurativo.

Nel comparto finale di disoleatura statica-filtrazione avverrà la separazione di oli non emulsionati e idrocarburi mediante flottazione.

Per una sicura ritenzione delle sostanze oleose sulla tubazione di uscita è inserito un dispositivo di chiusura automatica che, attivato da un determinato livello di liquido leggero accumulato, chiude lo scarico impedendo la fuoriuscita dell'olio.

L'otturatore a galleggiante è fornito di filtro a coalescenza completo di cestello in acciaio Inox per l'estrazione.

#### 4.14.2 GESTIONE DELLE ACQUE DI DILAVAMENTO

Nell'ambito della viabilità interna e relativi piazzali pavimentanti viene prevista una specifica rete di raccolta delle acque meteoriche. Gli elementi di captazione della rete sono costituiti da pozzetti con caditoia grigliati, sifonati (50x50). I collettori interrati per l'allontanamento delle acque meteoriche saranno in HDPE corrugato strutturato per traffico carrabile pesante (SN 4 kN/m<sup>2</sup>) a diametro differenziato lungo lo sviluppo della rete (Dn 200,315,400).

La geometria delle sagome trasversali dei piazzali sarà realizzata con cordoli in cemento in modo da escludere i contributi di ruscellamento delle aree esterne e aree sterrate/inghiaiate alla formazione delle portate di piena dalla suddetta rete di raccolta. Purtroppo, si prevedono, in prossimità dell'area elettromeccanica (trasformatore, scaricatori, sbarre, etc.), una serie di tubi drenanti di diametro D=200, tali da impedire l'imbibizione dei terreni in prossimità delle fondazioni. Questi tubi drenanti scoleranno nei pozzetti grigliati già posti lungo i piazzali di manovra. A vantaggio di sicurezza, i contributi delle aree permeabili inghiaiate non verranno escluse dal calcolo della portata di piena per il dimensionamento della vasca di prima pioggia.

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia è dimensionata tenendo conto di una altezza di pioggia di 5 mm distribuita su un bacino complessivo di circa 3000 m<sup>2</sup> e sarà dotata di uno specifico sistema di deviazione passiva tramite valvola di chiusura a galleggiante.

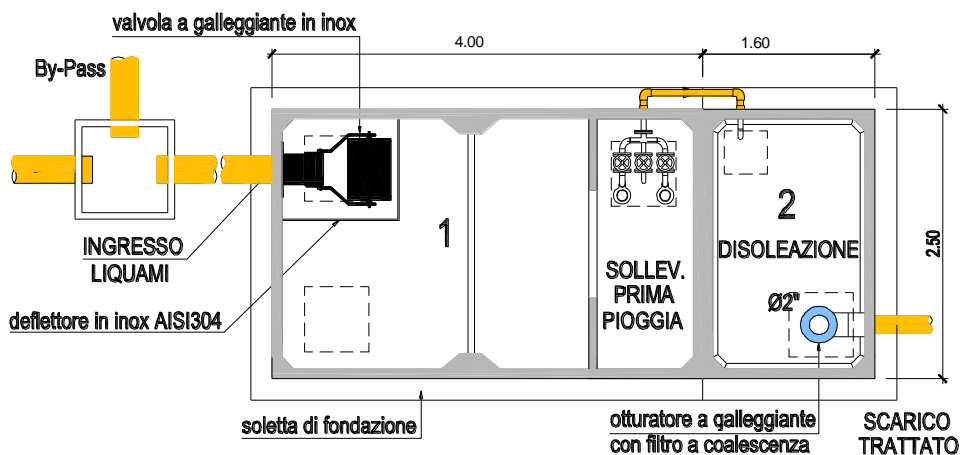
<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

I volumi in essa invasati, stimati nell'ordine di circa 20 m<sup>3</sup>, raggiungeranno infine il disoleatore con filtri a coalescenza.

Ai fini della disoleazione si prevede l'installazione di una unità di trattamento di Classe I dotata di filtri a coalescenza secondo le UNI 858 1-2 2005.

Tale volume, una volta invasato in vasca, sarà sollevato a specifico trattamento con disoleatore capace di trattare una portata costante di 0,8 m<sup>3</sup>/h, tramite impianto di pompaggio previsto in vasca, dimensionato rispetto a un tempo di svuotamento non superiore a 24h.

Le portate eccedenti quelle di prima pioggia vengono, quindi, inviate al recapito finale. La superficie necessaria, ai fini del processo di sedimentazione, è pari a circa 10 m<sup>2</sup> (4mx2,5m). Un volume complessivo previsto di circa 25 m<sup>3</sup> assicura adeguati tempi di detenzione idraulica rispetto al processo di sedimentazione primaria dei solidi sospesi.



La vasca sarà dotata di un sistema di deviazione passiva e chiusura, costituito da una valvola di chiusura meccanica con galleggiante (o in alternativa a ghigliottina elettro-attuata con sensore di livello). La restante parte delle acque di pioggia e dilavamento rappresentano le acque di seconda pioggia, che saranno quindi scolmate. Queste verranno incanalate nella tubazione di alimentazione della cisterna di accumulo delle acque per l'antincendio. In alternativa saranno scaricate nel sistema di smaltimento a recapito finale.

#### 4.14.3 SCELTA DEI MATERIALI

I materiali scelti per la realizzazione del sistema di drenaggio sono i seguenti:

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Tubazioni di polietilene alta densità (HDPE)  $\geq 930 \text{ kg/m}^3$  classe di rigidità SN 4 kN/m<sup>2</sup>, capace di sopportare un ricoprimento massimo pari a 6 m (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) e un traffico pesante fino a un massimo di 18 t/asse.
- Pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibro compresso per scarichi di acque reflue e piovane, costituito da un elemento di base sifonato, eventuale elemento di prolunga e coperchio pedonabile o carrabile in cemento armato. Dimensioni 500x500 - 800x800 e 1000x1000
- Chiusino di ispezione per carreggiata stradale in Ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione D 500-600.

#### 4.14.4 RECAPITO FINALE

Le acque di seconda pioggia e le acque trattate dall'impianto di prima pioggia saranno convogliate in una tubazione Pead di circa 210 m e raggiungerà l'impluvio più vicino che rappresenta il recapito finale.

#### 4.14.5 RIFERIMENTI NORMATIVI

Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 - "Norme in materia di difesa ambientale"

- Circolare Ministero LL.PP. n°11633 del 07/01/1974 "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche"

#### 4.15 UNITÀ PERIFERICA SISTEMA DIFESA E MONITORAGGIO

In ottemperanza a quanto previsto dal Codice di Rete – Piano di difesa del sistema elettrico sarà installata l'Unità Periferica del sistema di Distacco e Monitoraggio (UPDM) destinata ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure, così come richiesti dal Centro Remoto di Telecontrollo (CRT) di Terna.

##### Documenti e riferimenti

- Doc. Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche [Prescrizioni tecniche per la connessione]
- Allegato A9, Rev. 00 al codice di rete TERNA;
- Doc. Unità periferica dei sistemi di difesa e monitoraggio, specifiche funzionali e di comunicazione

L'UPDM deve essere completo di moduli elettronici e licenze Software per la realizzazione delle funzioni di Telescatto di aree di generazione in zone sensibili.

L'apparato deve essere in grado di gestire, come di seguito descritto e previsto dal documento Terna sopra citato, fino a: 4 aree di generazione, come segue:



<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- N° 1 Area generale di stazione
- N° 3 Sub Aree (sottocampi di generazione corrispondenti al numero di linee MT)

#### **4.16 OSCILLOPERTUBOGRAFO**

È prevista l'installazione di un apparato dedicato alla funzione di oscillografia e, quindi, rilievo dei parametri di tensione, corrente e frequenza in condizioni di guasto e alla registrazione degli stessi per la consultazione in remoto da parte dei centri di telecontrollo di Terna.

#### **4.17 SISTEMA DI TELECONTROLLO DI SOTTOSTAZIONE**

È previsto un sistema di automazione, telecontrollo e teleconduzione della stazione 30/150kV per la gestione in remoto secondo i requisiti minimi di seguito elencati:

- visualizzazione in locale e in remoto dello stato degli interruttori con possibilità di comando;
- visualizzazione in locale e in remoto di tutte le misure istantanee rilevanti (tensioni, correnti, fattori di potenza, potenze, contatori di energia, velocità e direzione del vento);
- visualizzazione in locale e in remoto di grafici storici delle misure di maggiore rilevanza;
- visualizzazione in locale e in remoto delle oscillografie;
- visualizzazione in locale e in remoto degli allarmi e degli eventi di sottostazione;
- telesegnalazione degli allarmi e degli eventi di sottostazione a mezzo e-mail e/o SMS;
- telesegnalazione periodica dei principali dati di produzione a mezzo e-mail e/o SMS;
- interfacciamento con il sistema di monitoraggio del gestore della rete (TERNA) tramite protocollo IEC 60870-5-104.

#### **4.18 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA**

Sulla base delle correnti di guasto a terra e durata del guasto a terra, nonché da misure della resistività del terreno, sarà possibile verificare la rispondenza dell'impianto di terra alla normativa vigente.

Pertanto, la progettazione esecutiva dell'impianto di terra sarà eseguita secondo i dati delle correnti di guasto che Terna metterà a disposizione e da misure della resistività del terreno.

In questa fase di progettazione definitiva per autorizzazione, non avendo a disposizione tali dati, ma avendo conoscenza del sito e di dati sperimentali, sono stati effettuati calcoli per una scelta opportuna della sezione dei conduttori della rete di terra ai fini di:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni a componenti elettrici e ai beni;

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra.

Dai calcoli effettuati e riportati di seguito è risultato che l'impianto di terra sarà costituita da una rete magliata di conduttori di rame nudi, di diametro 10,5 mm (sezione 63 mm<sup>2</sup>), posti a una profondità media di 90÷100 cm dal piano piazzale e dimensionato in base alla norma CEI EN 50522, considerando le correnti di guasto a terra definite da Gestore di rete.

Le strutture metalliche delle apparecchiature e dei portali saranno collegate alla maglia di terra per mezzo di conduttori in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm<sup>2</sup>).

Tutte le armature e le parti metalliche delle fondazioni, dei cunicoli e delle opere in genere, saranno collegate alla rete di terra per mezzo di conduttori di rame nudo di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm<sup>2</sup>). Il collegamento alle armature sarà assicurato da saldatura alluminotermica o "Castolin".

Per la messa a terra dell'edificio sarà predisposto un anello perimetrale di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm<sup>2</sup>) collegato alla maglia di terra. A tale collettore verranno collegati i conduttori di messa a terra provenienti dalla struttura dei fabbricati. Al medesimo anello verranno, inoltre, collegati i conduttori di rame provenienti dai cunicoli dei fabbricati.

Sezione minima per garantire la resistenza meccanica e alla corrosione

La sezione utilizzata per i dispersori di terra è stata direttamente scelta in base a quanto indicato dalla norma CEI 11-1 Allegato A, considerando le dimensioni minime ammissibili.

- • Dispersore verticale tondo di rame  $\phi 25\text{mm}$
- • Dispersore orizzontale in corda di rame nudo  $63\text{mm}^2$

Per la protezione contro la corrosione è necessario utilizzare materiali tali che il loro contatto non generi coppie elettrolitiche (Norma CEI 11-37 par. 9.5).

Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra

Per effettuare il dimensionamento termico del dispersore si utilizza la formula:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_r + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

- A è la sezione in mm<sup>2</sup>.

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

- I è la corrente del conduttore in Ampere.
- t è la durata in secondi del tempo di guasto pari a 0,45 sec.
- K è una costante che dipende dal materiale del componente percorso da corrente;

in tal caso:

$$k = 226 \text{ A} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{s}^{\frac{1}{2}}$$

- B è il reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del componente percorso dalla corrente a 0°C;  $\beta=234,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\Theta_i$  è la temperatura iniziale in gradi Celsius;  $\Theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $\Theta_f$  è la temperatura finale in gradi Celsius;  $\Theta_f = 300 \text{ }^\circ\text{C}$
- Assumendo una corrente di guasto di 10 kA e un tempo di durata del guasto di 0,45 sec si ricava la sezione minima del conduttore:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}} = \frac{10000}{226} \sqrt{\frac{0.45}{\ln \frac{300 + 234.5}{20 + 234.5}}} = 34,5 \text{ mm}^2$$

secondo tali calcoli per disperdere la corrente di guasto è necessaria una corda di sezione 34,5 mm<sup>2</sup>. La sezione scelta secondo le considerazioni fin qui effettuate è di 63 mm<sup>2</sup>.

## 5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato IT-VesThi-Clp-EW-TR-04 "Relazione campi elettromagnetici". Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati per la determinazione delle fasce di rispetto ai sensi della normativa vigente calcolate in funzione del valore di corrente permanente nominale del cavo prescelto come prescritto dal DM Ministero Ambiente del 29.05.2008 e s.m.i.

Per il collegamento tra gli aerogeneratori e la "SE 30/150 kV- è stato scelto di posare cavi MT in alluminio aventi sezioni differenti. Nelle tratte dove la sezione dei cavi risulta uguale o inferiore ai 300 mmq, si è scelto l'impiego del cavo cordato a elica che, secondo il DM 29.05.2008, presenta campo magnetico praticamente nullo e, pertanto, esente dalla determinazione della DPA. Quindi, ai sensi della normativa, non è stato eseguito il calcolo del campo magnetico né la determinazione della Distanza di prima approssimazione (Dpa) per le linee MT.

### Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto

<i>Bentu Energy srl</i>	<b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Cod. IT-VesThi-Clp-EW-TR-02	
		Data Agosto 2022	Rev. 02

TRATTA	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
CAVO MT	0	0
ELETTRODOTTO IN CAVO 150 kV	2,75	6
SBARRE 150 kV	22	44

Come si evince dall'elaborato IT-VesThi-Clp-EW-DW-05 "Planimetria catastale con DPA", all'interno dell'area di prima approssimazione (Dpa) calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza di persone non inferiore alle 4 ore. Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, sono conformi alla normativa vigente.

## **6 SICUREZZA NEI CANTIERI**

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia di cui al Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 Aprile 2008, n. 81 e sue modifiche e integrazioni.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.