

REGIONE  
SICILIANA



COMUNE DI  
POZZALLO



COMUNE DI  
ISPICA



COMUNE DI  
NOTO



COMUNE DI  
ROSOLINI



COMUNE DI  
AVOLA



COMUNE DI  
SIRACUSA



COMUNE DI  
PRIOLO GARGALLO



Il Committente:

**NP** Pozzallo Wind

NP POZZALLO WIND S.R.L  
Galleria Passarella, 2 - 20122 Milano  
(MI) C.F./ Part. IVA 12502530962  
Pec: npozzallowind@legalmail.it

Il Progettista:

**Agon** engineering  **Entrope** srl  **Seahorse** Wind 

 **dott. ing. VITTORIO RANDAZZO**  
 **dott. ing. VINCENZO DI MARCO**  
**dott. ENRICO FORCUCCI**

Titolo del progetto:

**PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"**

Documento:

**PROCEDURA DI SCOPING**

N. Documento:

**REL\_06**

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

Relazione elettrica

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev.	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	30/10/2023			V.D.	V.R.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 2</p>

## INDICE

LISTA DELLE FIGURE .....	4
LISTA DELLE TABELLE.....	5
<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 PANORAMICA DEL PROGETTO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 DATI AMBIENTALI.....</b>	<b>14</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 AEROGENERATORI .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1 COMPONENTI ELETTRICI E TECNOLOGICI A SERVIZIO DEGLI AEROGENERATORI</b> 18	
<b>2.1.2 POSIZIONAMENTO DELLE TURBINE .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE HVDC .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 CAVI ELETTRICI DI COLLEGAMENTO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.1 CALCOLO PRELIMINARE DELLE CORRENTI .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 CARATTERISTICHE DEL CAVO DINAMICO MARINO A 66 KV.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5 CARATTERISTICHE DEL CAVO MARINO A ± 320 KV HVDC .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A ±320 KV .....</b>	<b>31</b>
<b>2.7 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A 380 KV.....</b>	<b>31</b>
<b>2.8 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI RITORNO METALLICO MARINO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.9 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI RITORNO METALLICO TERRESTRE .....</b>	<b>32</b>
<b>2.10 APPROCCIO ALLA COSTA.....</b>	<b>33</b>
<b>2.11 PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE .....</b>	<b>33</b>
<b>2.11.1 STAZIONE DI SEZIONAMENTO .....</b>	<b>34</b>
<b>3. STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE ONSHORE STC2 .....</b>	<b>36</b>
<b>4. STAZIONE UTENTE ONSHORE DI CONSEGNA E MISURA IN ALTA TENSIONE .....</b>	<b>40</b>
<b>5. IMPIANTO DI STORAGE .....</b>	<b>41</b>
<b>6. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI CAVI .....</b>	<b>49</b>

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
		<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 4</p>

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento area di impianto.....	7
Figura 2 - Schema logico del parco .....	10
Figura 3 - Schema elettrico di collegamento del Parco Eolico: le WTG (cerchi verdi), le linee di stringa a 66 kV (linee ciano), le linee di polo (linea rosso) e la linea di ritorno metallico (blu) .....	11
Figura 4 Schema di massima di un sistema bipolare con ritorno metallico .....	13
Figura 5 - Turbina Vestas 236-14/15 MW .....	17
Figura 6: posizione della STC1 nell'area del parco.....	22
Figura 7 – Esempio si stazione elettrica offshore di trasformazione e conversione compatta .....	25
Figura 8 - Cavo sottomarino 66 kV con conduttori di rame.....	27
Figura 9 - Esempio di nave posa cavo .....	30
Figura 10 - Giunzione mare terra .....	34
Figura 11 - Stazione di sezionamento (cerchio azzurro) e fossa giunti (cerchio rosso).....	35
Figura 12 - Configurazione cavi terrestri.....	36
Figura 13 Esempio si stazione elettrica onshore di trasformazione e conversione (ABB).....	37
Figura 14 - Area destinata alla Stazione di trasformazione e conversione onshore (STC2) e alla Stazione Utente .....	38
Figura 15- STC2 (bordata in rosso) e SU (bordata in blu).....	39
Figura 16 - Stazione TERNA prevista per la connessione alla rete elettrica ubicata in località di Priolo Gargallo (SR) .....	40
Figura 17 - Area destinata allo Storage.....	41
Figura 18- Sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage System) .....	43
Figura 19 BESS - Container tipo.....	44
Figura 20 - Layout del sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage System) .....	48
Figura 21 sistema di tre terne a trifoglio.....	52

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 5

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 1 - Dati generali aerogeneratore Vestas .....	18
Tabella 2 - Posizionamento dei singoli aerogeneratori .....	20
Tabella 3 - DPA medie statistiche sviluppate da ARPA FVG <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
Tabella 4 - Estratto della Gazzetta Ufficiale, n. 156 del 5 luglio 2008 - Serie generale - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 6</p>

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato descrive la progettazione elettrica preliminare di un impianto di produzione elettrica da fonte eolica di tipo *offshore floating* da realizzare nel Canale di Malta, presso le coste siciliane sud-orientali e precisamente tra l'isola delle Correnti e l'isola di Malta, avente una potenza nominale complessiva di 800 MW.

L'area di impianto sarà ubicata al di fuori delle acque territoriali italiane, a circa 41 km dalla costa siciliana, corrispondenti a circa 22 miglia nautiche. Il parco, comprensivo di un impianto storage di potenza pari a 200 MW, erogherà energia elettrica al sistema elettrico nazionale mediante connessione alla Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN).

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che l'impianto venga collegato in doppia antenna a 380 kV sulla Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata "Priolo", previo ampliamento della stessa e realizzazione dei seguenti interventi a Piano di Sviluppo di Terna:

- Collegamento HVDC Continente - Sicilia – Sardegna (Tyrrhenian link) (cod. 723-P);
- Elettrodotto 380 kV Chiaramonte Gulfi – Ciminna (cod. 602-P);
- Elettrodotto 380 kV Caracoli-Ciminna (cod. 627-P);
- Elettrodotto 380 kV Bolano-Paradiso (cod. 555-N);
- Elettrodotto a 380 kV "Paternò – Pantano - Priolo" (603-P);
- Elettrodotto a 380 kV "Assoro - Sorgente 2 - Villafranca" (604-P/616-P).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 7</p>	

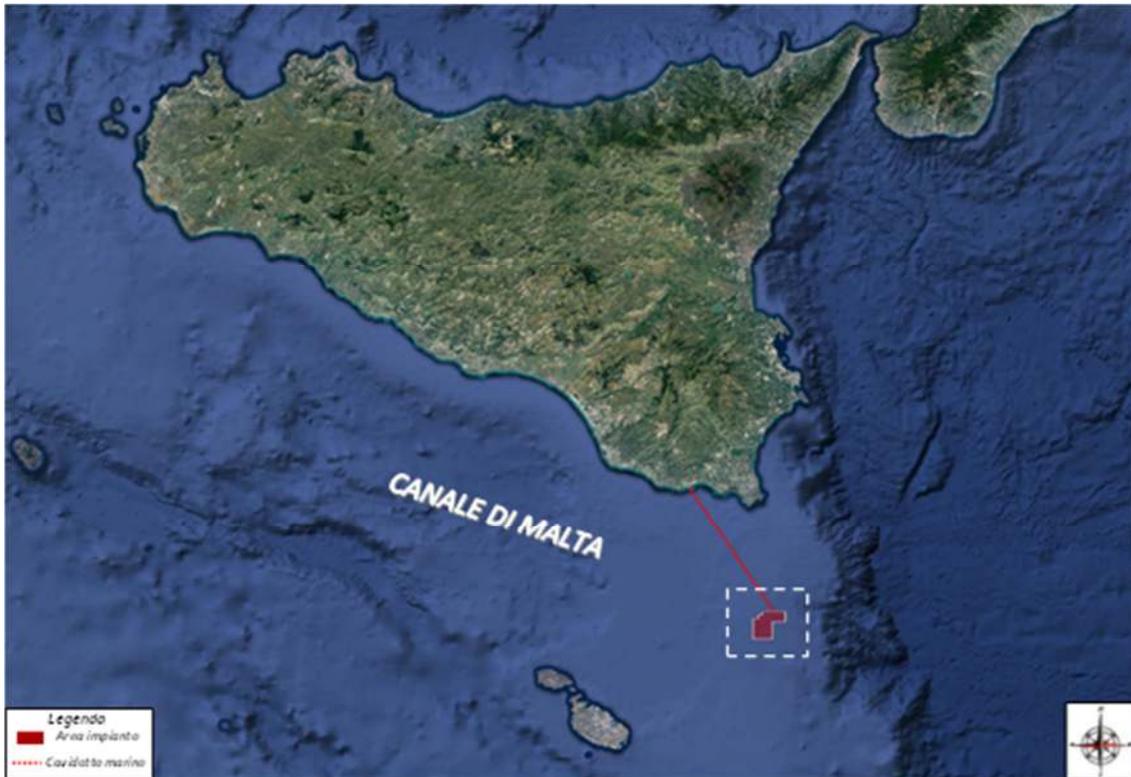


Figura 1 - Inquadramento area di impianto

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 8</p>

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico *offshore* in progetto prevede, per la parte *offshore*, l'installazione di 54 aerogeneratori su fondazione galleggiante (*FOWT, Floating Offshore Wind Turbine*), di cui 44 aerogeneratori di potenza unitaria di 15 MW e 10 aerogeneratori di potenza unitaria di 14 MW nel Canale di Malta. L'energia elettrica prodotta in bassa tensione da ciascuna turbina eolica verrà elevata alla tensione di 66 kV dal trasformatore presente all'interno della navicella. Le turbine verranno interconnesse, a formare stringhe di aerogeneratori, mediante cavo elettrico dinamico sottomarino a 66 kV i cui nodi sono posizionati internamente alle torri eoliche.

Dal punto di vista elettrico l'impianto eolico sarà suddiviso in 11 stringhe in cui le torri formano i nodi. Le stringhe faranno capo ad una *Stazione di Trasformazione e Conversione offshore "STC1"* fissata al fondale tramite sistema **Jacket** (struttura di acciaio tubolare a forma di traliccio con gambe ancorate al fondo marino per mezzo di pali).

La stazione di conversione raccoglierà le stringhe di aerogeneratori (a 66 kV), eleverà la tensione al livello necessario alla connessione all'impianto di raddrizzamento che convertirà il sistema da alternato a continuo (AC → DC) e trasmetterà la potenza generata verso terra (per una distanza di circa 60 km alla fossa giunti) tramite un sistema ad alta tensione e a corrente continua (*HVDC*) bipolare con tensione dei poli pari a  $\pm 320$  kV (cioè un polo avrà tensione, riferita all'elettrodo di riferimento, solitamente la massa, pari a + 320 kV e l'altro polo avrà tensione, sempre riferita alla massa, pari a - 320 kV) e ritorno metallico.

Dal punto di giunzione mare-terra, attraversando una stazione di sezionamento di tipo compatto isolato a gas (GIS), si dipartirà il cavidotto terrestre, cavidotto sempre bipolare e operante in corrente continua  $\pm 320$  kV, per una lunghezza di circa km 70 fino a una seconda *Stazione di Trasformazione e Conversione onshore "STC2"* che riconvertirà la corrente da continua ad alternata (DC → AC) e la indirizzerà ad una stazione di consegna (identificata come Stazione Utente o SU) che realizzerà la connessione alla RTN.

Si aggiunge a quanto sopra descritto la realizzazione di un sistema di accumulo di potenza complessiva pari a 200 MW da immettere in rete in caso di fabbisogno energetico e che realizzerà l'allaccio all'impianto eolico e alla rete Terna tramite la già citata SU.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 9

La SU, posizionata in adiacenza alla Stazione Terna "Priolo" a 380 kV, ospiterà gli stalli di arrivo della STC2 ed è composta da una stazione di parallelo con n°3 arrivi (n°2 dalla STC2 e n°1 arrivo dall'impianto di accumulo) e n° 2 partenze che dalla stazione di parallelo porterà agli stalli a disposizione nella SE Terna nonché locali e chioschi per la gestione della sottostazione e delle relative opere elettriche; Si vuole precisare che la SU, benché concettualmente separata dalla STC2 è ad essa continua e congiunta.

Il funzionamento del parco eolico sarà gestito mediante sistema SCADA ed il controllo a distanza permetterà di gestire le turbine secondo le esigenze della Rete Elettrica Nazionale.

A seguire si illustrano lo schema logico del parco (Figura 2) e di collegamento (Figura 3) elettrico alla STC1.

	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</b>		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 10

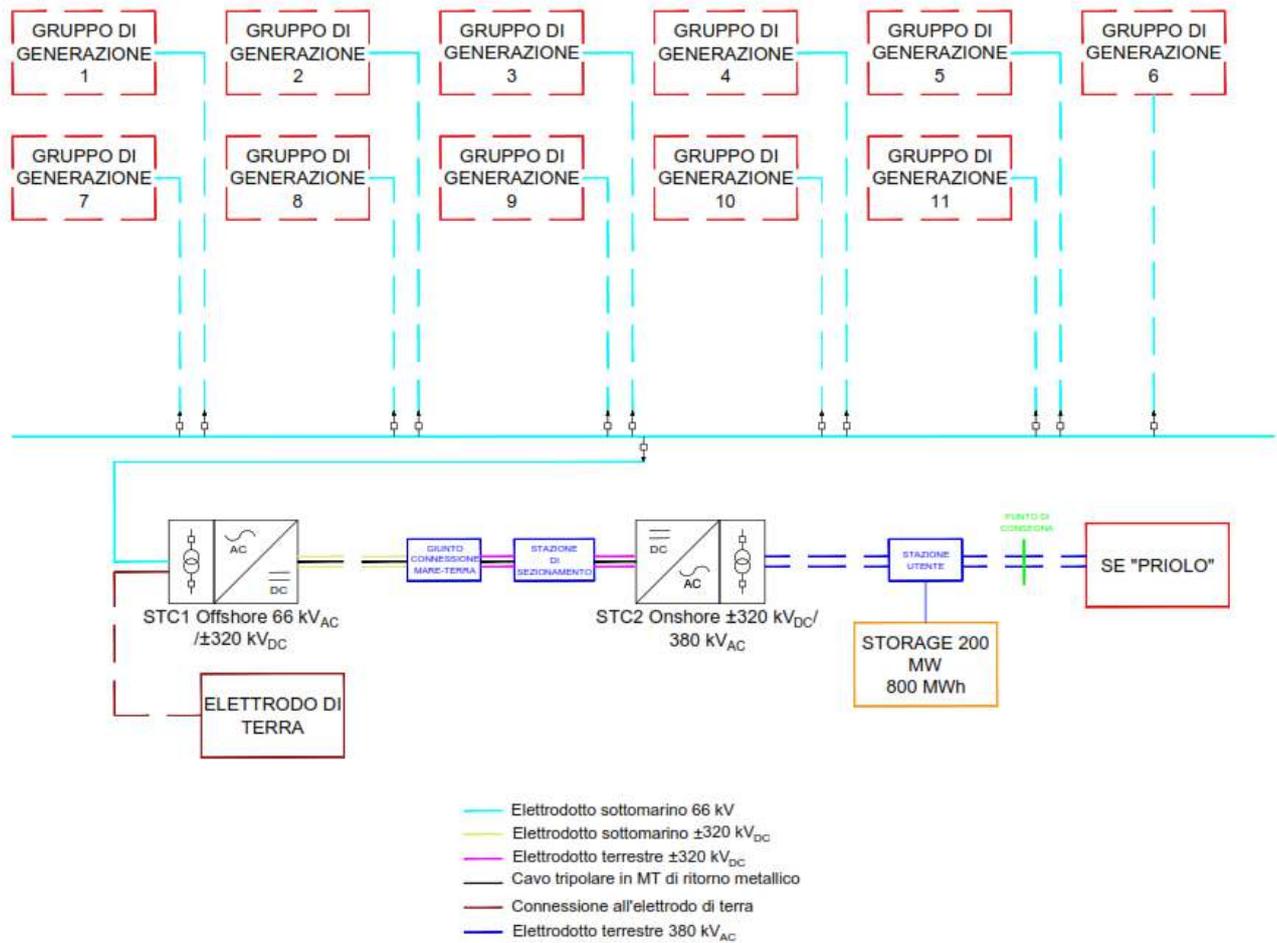


Figura 2 - Schema logico del parco

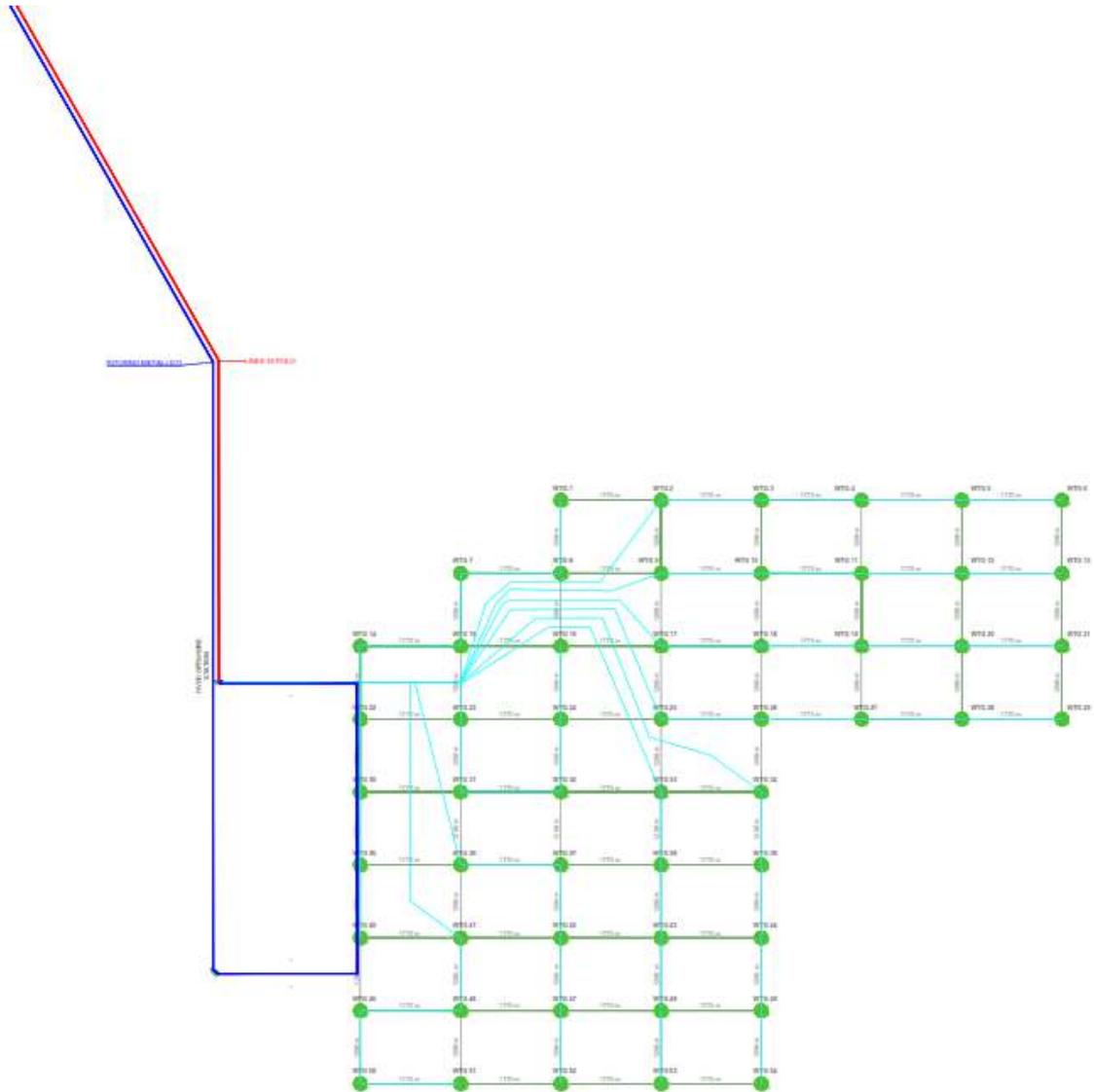


Figura 3 - Schema elettrico di collegamento del Parco Eolico: le WTG (cerchi verdi), le linee di stringa a 66 kV (linee ciano), le linee di polo (linea rosso) e la linea di ritorno metallico (blu)

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 12

## 1.1 PANORAMICA DEL PROGETTO

L'ipotesi progettuale prevede che l'energia prodotta dall'impianto eolico offshore sia trasmessa verso terra e quindi verso la RTN tramite un sistema ad Alta Tensione in Corrente Continua (in inglese *High Voltage Direct Current - HVDC*) di tipo bipolare con ritorno metallico. Questo sistema comporta che l'energia prodotta, in AC, dalle turbine eoliche venga convertita in DC da un'apposita stazione di conversione situata a mare (STC1), trasmessa verso terra e riconvertita in AC da un'altra stazione di conversione ubicata a terra (STC2) e da qui indirizzata verso il punto di consegna.

La trasmissione in DC avviene tramite due poli con opposta polarità (+ 320 kV e – 320 kV) che trasportano la potenza generata dal parco eolico dalla STC1 (situata offshore) alla STC2 (situata a terra) e da qui riconvertita (in AC) e indirizzata alla RTN; ogni polo trasmette metà della potenza generata e le correnti su ogni polo sono virtualmente identiche in modulo e opposte in verso fatto salvo eventuali piccoli squilibri di corrente, solitamente generati dalla tolleranza dei sistemi di controllo e misura dei poli, che vengono richiusi attraverso il ritorno metallico (conduttore di neutro isolato a media tensione DC). Completa l'impianto un "elettrodo di terra" con funzione di riferimento massa per i sistemi di conversione.

Uno schema di massima della tipologia di impianto viene riportato nella seguente Figura 4

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 13

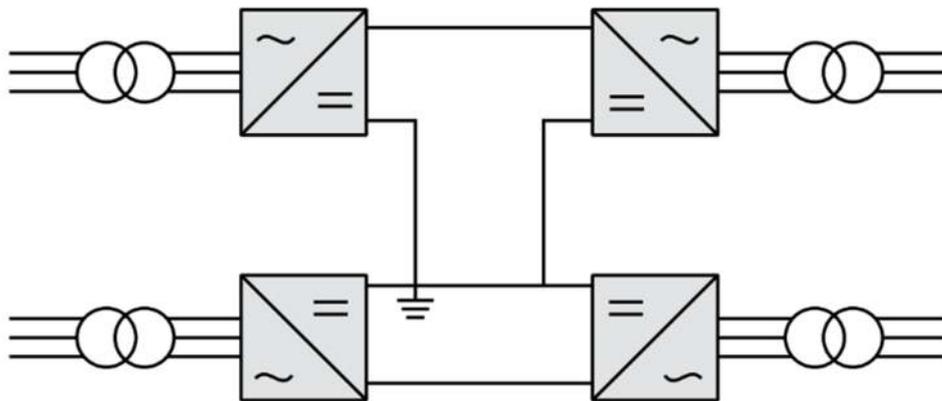


Figura 4 Schema di massima di un sistema bipolare con ritorno metallico

L'impianto eolico prevede l'installazione di 54 aerogeneratori su fondazioni galleggianti e sarà suddiviso in 11 stringhe di cui:

- n.3 stringhe da 5 aereogeneratori, potenza totale 73 MW, così suddivisi:
  - n.2 aereogeneratori da 14 MW;
  - n.3 aereogeneratori da 15 MW.
- n.1 stringa da 5 aereogeneratori, potenza totale 71 MW, così suddivisi:
  - n.4 aereogeneratori da 14 MW;
  - n.1 aereogeneratori da 15 MW.
- n.1 stringa da 4 aereogeneratori, tutti di potenza nominale pari a 15 MW, per una potenza totale 60 MW;
- n. 6 stringhe da 5 aerogeneratori, tutti di potenza nominale pari a 15 MW, per una potenza di stringa pari a 75 MW.

La tecnologia relativa alle turbine eoliche galleggianti permette di realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali trascurabili. La tipologia realizzativa

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 14</p>

indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in loghi particolarmente favorevoli altrimenti inutilizzabili a causa della profondità del fondale.

La Stazione di Trasformazione e Conversione *offshore* (*STC1*) presenta il collettore elettrico di stringa e l'interfaccia tra l'impianto di produzione e la rete di trasmissione di energia elettrica, riceve la potenza generata dalle *WTG*, converte il sistema da AC a DC (*funzione raddrizzatore*) e invia l'energia verso la terraferma.

La stazione di trasformazione e conversione *onshore* (*STC2*) che riceve la potenza trasmessa dalla *STC1*, converte il sistema da DC ad AC (*funzione inverter*) e porta la tensione dal livello di trasmissione (320 kV) alla tensione di Rete 380 kV per l'immissione alla RTN; concettualmente le due *STC* sono speculari.

Al sistema di generazione viene affiancato un sistema di accumulo in batterie della potenza di 200 MW e 800 MWh di tipo *BESS*.

Infine una stazione di parallelo, con funzione di Stazione Utente, raccoglie le linee uscenti dalla *STC2* e dall'impianto di accumulo e realizza la connessione degli impianti con la rete TERNA.

## 1.2 DATI AMBIENTALI

Nella selezione di apparecchiature e materiali per opere a mare sono stati considerati i seguenti dati d'installazione:

- altitudine clima: 0 m s.l.m.;
- temperatura ambiente: -10 ÷ +50°C;
- umidità relativa: 20 ÷ 90%;
- velocità del vento max esterna: 40 m/s.

Nella selezione di apparecchiature e materiali per opere a terra sono stati considerati i seguenti dati d'installazione:

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 15</p>

- altitudine clima: ≤ 1000 m s.l.m.;
- temperatura ambiente: -10 ÷ +45°C;
- umidità relativa: 10 ÷ 90%;
- velocità del vento max: 30 m/s.

## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

Gli elementi tecnici da considerare per la descrizione dell'intero impianto sono:

- gli aerogeneratori;
- i cavi di interconnessioni tra gli aerogeneratori a creazione delle stringhe;
- la stazione elettrica *offshore* di trasformazione e conversione *HVDC* (abbreviato in *STC1 offshore*);
- i cavi di interconnessione tra le stringhe di aerogeneratori e la *STC1*;
- i cavi di collegamento tra *STC1* e il punto di giunzione;
- punto di giunzione terrestre;
- stazione di sezionamento;
- i cavi di collegamento con la stazione elettrica *onshore* di trasformazione e conversione *HVDC* (abbreviato in *STC2 onshore*);
- l'elettrodo di terra;
- la *STC2* per la conversione del sistema da DC ad AC a tensione di rete per l'immissione della potenza generata nella RTN;
- il sistema di accumulo;
- La Stazione Utente di parallelo e consegna
- i cavi di collegamento con la rete nazionale in alta tensione 380 kV.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 16

## 2.1 AEROGENERATORI

Le macchine di generazione individuate per il presente intervento hanno una potenza nominale di 15 MW e 14 MW. In particolare, 44 aerogeneratori avranno una potenza nominale di 15 MW e 10 aerogeneratori di potenza unitaria da 14 MW. Le turbine eoliche scelte per la progettazione del parco *offshore* sono della gamma Vestas, azienda che ad oggi ha installato oltre 145 GW di turbine eoliche, onshore e *offshore*, in 85 paesi. Ogni generatore V236-15.0 MW, posto all'interno della navicella, è costituito, oltre che dalla navicella stessa, da una torre, un rotore, sorretti da fondazione galleggiante, quest'ultima fissata al fondo del mare attraverso ancore collegate da linee di ormeggio. Ogni generatore sarà dotato dal costruttore delle protezioni elettriche per prevenire l'alimentazione della rete in caso di disservizio a valle e per proteggerlo dalla risalita di potenza di corto proveniente dalla rete in caso di guasto elettrico interno. Nella navicella, trovano posto anche gli asservimenti oleodinamici ed elettrici per l'eccitazione del rotore sincrono, il telecontrollo, l'ottimizzazione della produzione e la sicurezza generale della macchina.

Il rotore, composto da 3 pale, avrà un diametro di 236 m. I motori elettrici del "sistema pitch" consentono la regolazione dell'inclinazione della pala e dunque la variazione della velocità di rotazione del rotore. Le pale sono normalmente costruite in fibra di vetro e resina epossidica con rinforzi in materiali compositi. La torre eolica è realizzata in acciaio e divisa in diverse sezioni.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 17</p>



*Figura 5 - Turbina Vestas 236-14/15 MW*

Le turbine eoliche sono in genere configurate per iniziare a funzionare a partire da circa 3 m/s di vento e per arrestarsi automaticamente quando il vento supera i 30 m/s.

	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</b>		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 18

<b>Potenza nominale aerogeneratore</b>	15000 -14000 kW
<b>Diametro del Rotore</b>	236 m
<b>Superficie spazzata</b>	43,742 m <sup>2</sup>
<b>Livello di tensione del generatore</b>	0,69 kV
<b>Livello di tensione in uscita dal trasformatore di macchina</b>	66 kV
<b>Cut-in wind speed</b>	3 m/s
<b>Cut-out wind speed 30 m/s</b>	30 m/s

*Tabella 1 - Dati generali aerogeneratore Vestas*

La turbina è equipaggiata con un sistema generatore - inverter a velocità variabile.

Un convertitore di frequenza (inverter) viene acceso nel circuito del rotore ed impone una tensione con frequenza regolabile sul rotore. I componenti interni all'aerogeneratore hanno generalmente una classe di protezione IP54. È prevista la messa a terra dell'alloggiamento del generatore per la compensazione del potenziale. Il generatore è supportato da elementi, posti sulla base del telaio, che disaccoppiano rumore e vibrazioni, per un'ottimale insonorizzazione e riduzione delle vibrazioni.

### **2.1.1 COMPONENTI ELETTRICI E TECNOLOGICI A SERVIZIO DEGLI AEROGENERATORI**

Ogni turbina eolica dovrà essere conforme agli standard internazionali per la sicurezza degli impianti. A tal proposito tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate da un sistema di controllo a microprocessore. Per poter gestire le turbine costituenti il parco eolico esse dovranno essere controllate da un sistema centralizzato di tipo SCADA System. Questa tipologia di impianti necessita di un elevato livello di affidabilità e disponibilità. Infatti, tutte le funzioni critiche sono dotate di controllo ridondante; ad esempio il sistema di arresto di

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 19

emergenza è azionato sia da un circuito di sicurezza cablato sia dal software gestionale operativo (SCADA System). Ciò permette alla turbina di portarsi in condizioni di sicurezza in caso di guasto di uno dei due sistemi. L'uso di fibre ottiche garantisce un elevato valore del *baud rate* e al tempo stesso costituisce una protezione contro eventuali interferenze elettromagnetiche di natura atmosferica. Le turbine *offshore* sono dotate anche di un sistema radio point to point.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari dell'aerogeneratore sarà previsto un sistema di alimentazione in bassa tensione a 0.4 kV, derivato dal generatore, configurato in accordo e conformità alle specifiche CEI. Per tutti i servizi sarà previsto un quadro BT 0,4 kV del tipo ad armadio a pannelli metallici chiusi, con comandi e segnalazioni accessibili. Saranno quindi realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- impianto illuminazione;
- impianti forza motrice;
- impianti alimentazione privilegiata e UPS (gruppo di continuità);
- impianti di climatizzazione e ventilazione;
- sistema di rilevazione, telesegnalazione ed estinzione incendi.

## 2.1.2 POSIZIONAMENTO DELLE TURBINE

Nella successiva tabella è presentata la lista delle posizioni degli aerogeneratori, divisi in funzione della stringa di appartenenza (da #01 a #11).

	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</b>		  	
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1

Stringa	N. Turbina	COORDINATE	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
#11	1	512464	4015048
#10	2	514234	4015048
#10	3	516004	4015048
#10	4	517774	4015048
#10	5	519544	4013750
#10	6	521214	4011154
#11	7	510694	4015048
#11	8	512464	4015048
#09	9	514234	4015048
#09	10	516004	4013750
#09	11	517774	4013750
#09	12	519544	4013750
#09	13	521314	4011154
#11	14	508924	4012452
#11	15	510694	4012452
#06	16	512464	4012452
#08	17	514234	4012452
#08	18	516004	4012452
#08	19	517774	4012454
#08	20	519544	4012454
#08	21	521314	4011154
#05	22	508924	4011154
#06	23	510694	4011154
#06	24	512464	4011154
#07	25	514234	4011154
#07	26	516004	4011154
#07	27	517774	4011154
#07	28	519544	4011154
#07	29	521314	4011154
#05	30	508924	4009856
#06	31	510694	4009856
#06	32	512464	4009856
#02	33	514234	4009856
#01	34	516004	4009856
#05	35	508924	4008558

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 21

#03	36	510694	4008558
#03	37	512464	4008558
#02	38	514234	4008558
#01	39	516004	4008558
#05	40	508924	4007260
#04	41	510694	4007260
#03	42	512464	4007260
#02	43	514234	4007260
#01	44	516004	4007260
#04	45	408924	4005962
#04	46	510694	4005962
#03	47	512464	4005962
#02	48	514234	4005962
#01	49	516004	4004664
#04	50	508924	4004664
#04	51	510694	4004664
#03	52	512464	4004664
#02	53	514234	4004664
#01	54	516004	4004664

Tabella 2 - Posizionamento dei singoli aerogeneratori

## 2.2 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE HVDC

La stazione di trasformazione e conversione HVDC *offshore*, indicata per brevità "STC1" sarà posizionata in posizione mediana rispetto alle stringhe di uscita dal parco eolico, orientativamente ad una distanza di 2.500 m da queste.

	<b>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</b>		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 22

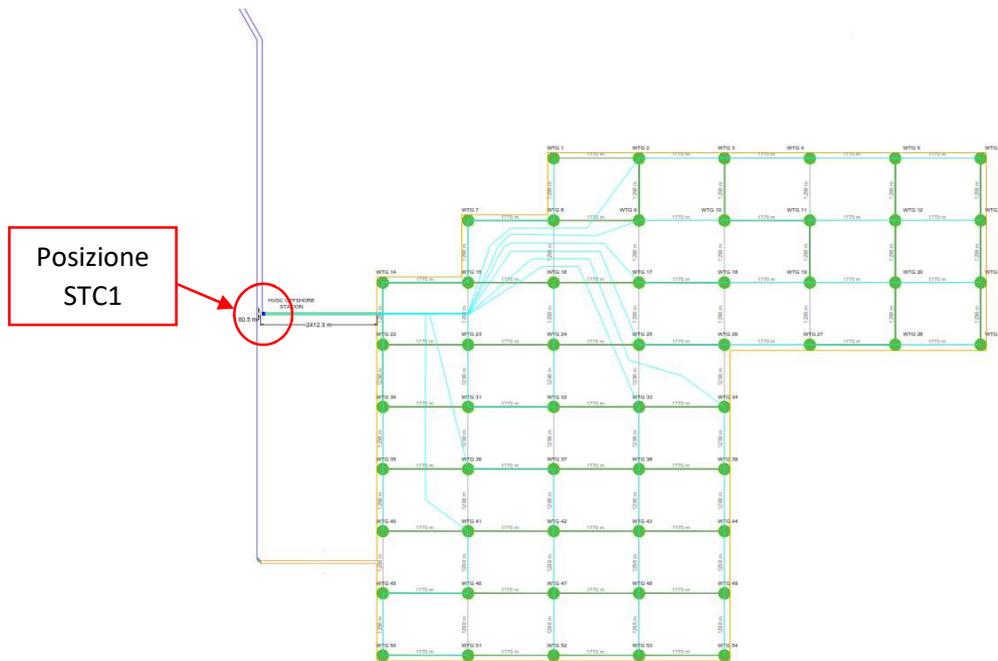


Figura 6: posizione della STC1 nell'area del parco

Le opere elettriche principali previste sono sintetizzabili in:

- Montante e quadri di arrivo linea 66 kV di tipo GIS (*Gas-Insulated Switchgear*) dotato di scomparto, misure e protezioni, interruttore di partenza trasformatore;
- Filtri AC per filtrare le armoniche di corrente generate dal ponte di conversione;
- Trasformatori di conversione per elevare la tensione al livello necessario alla conversione AC/DC del tipo 2x3 fasi a 2 avvolgimenti con #3 avvolgimenti a stella e #1 a triangolo. Il sistema di trasformazione include un commutatore sotto carico per assistere nella regolazione della tensione. La gamma di regolazione è ampia (25 ~ 30%) con piccoli passaggi per ottenere le regolazioni necessarie nella tensione di alimentazione del sistema di conversione;
- Collegamento tramite GIS (di tipo 420 kV) tra area trasformatore e sala reattori di conversione;
- Reattori di conversione;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 23

- Ponte di conversione a IGBT, transistor a tensione impressa che permettono sia l'apertura che la chiusura comandata del circuito, sono sistemi a 2 o 4 braccia, dove ogni braccio contiene vari transistor (in serie per ottenere la tensione desiderata e in parallelo per la gestione delle correnti) necessari alla conversione;
- Reattore di spianamento DC per eliminare i ripple di corrente lato DC;
- Filtri DC che eliminano le armoniche di tensione presenti sul lato DC caratteristiche della conversione AC/DC;
- Sistema di Controllo;
- Servizi ausiliari.

Tutti i carichi essenziali hanno forniture ridondanti e alimentazioni separate per mantenere la disponibilità dei servizi sia durante la normale manutenzione sia in caso di guasto di un componente.

Il sistema HVDC sarà un sistema bipolare del tipo VSC cioè con convertitori a tensione impressa.

La trasmissione HVDC VSC utilizza la tecnica di conversione a modulazione di larghezza di impulso (PWM) realizzata con transistor IGBT, essa permette di controllare rapidamente sia la potenza attiva e che la potenza reattiva indipendentemente l'una dall'altra. In particolare i due terminali del collegamento possono scambiare potenza reattiva con la rete in maniera indipendente l'uno dall'altro.

I principali vantaggi del sistema VSC sono:

- **Linea in corrente continua**, la linea in continua per la trasmissione HVDC VSC è realizzata da cavi a polimeri estrusi, sia per le trasmissioni terrestri (sotterranee) che acquatiche (sottomarine) è per sua natura bipolare. La linea DC, in linea generale, non necessita di essere connessa a terra, pertanto sono necessari solo due cavi.
- **Modularità**, l'HVDC VSC si basa su un concetto modulare, con una serie di apparecchiature di dimensioni standard per le stazioni di conversione. La maggior parte del materiale è prefabbricato;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 24

- **Indipendenza della rete AC**, il sistema light non si affida alla capacità della rete AC di mantenere stabili tensione e frequenza.

Alle uscite in DC dalla *STC* saranno applicati filtri di spianamento per limitare le *correnti di ripple* nei cavi di polo.

I cavi di polo saranno adatti alla posa sottomarina o interrata, a secondo del caso, in rame monopolare 2x1x1600 mm<sup>2</sup>.

Sarà presente un cavo tripolare in MT, con funzione di richiusura metallica e connesso ad entrambe le *STC*, del tipo in rame 1x3x800 mm<sup>2</sup>.

Connesso alla *STC1* e disposto sul fondale dell'area dedicata al parco eolico verrà posizionato un elettrodo di terra formato da strutture poggiate sul fondo e adatte alla posa in acque marine resistenti alla corrosione; non è previsto il passaggio di correnti attraverso l'elettrodo avendo solo funzione di riferimento di tensione per gli impianti di conversione.

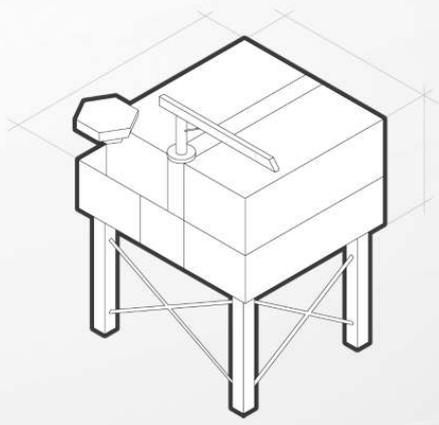
	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 25</p>

## HVDC offshore wind compact solution

Concept and features

Capabilities	
Rated Power:	800-1,200 MW
Design lifetime:	25-30 Y
DC Voltage (outgoing):	±320 kV
AC Voltage (incoming):	66 kV
Reliability:	98.5%

Dimensions	Location
Size: ~ 40 x 60 x 26 m	North Sea conditions
Weight: ~ 7,000 T	Water Depth 20-50m
Volume: ~ 45,000 m <sup>3</sup>	Ambient-T -3 to +30 deg.C
	RH = 100% winter and 51% in summer



©ABB 

Figura 7 – Esempio di stazione elettrica offshore di trasformazione e conversione compatta

## 2.3 CAVI ELETTRICI DI COLLEGAMENTO

In relazione allo schema logico di collegamento (Figura 2), si adotteranno le tipologie distinte di cavi:

- cavo marino dinamico a 66 kV per interconnessione tra le turbine e per la connessione degli aereogeneratori alla STC1;
- cavo marino in media tensione con funzione di ritorno metallico tra STC1 e punto di giunzione a terra (TJB) tipo tripolare in rame 1x3x630 mm<sup>2</sup>;
- cavo terrestre in media tensione con funzione di ritorno metallico tra TJB e STC2 tripolare in rame 1x3x630 mm<sup>2</sup>;
- cavo marino di connessione tra STC1 e elettrodo di terra;

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 26</p>

- cavo marino a 320 kVDC per connessione della STC al punto di giunzione a terra (TJB) monopolare in rame isolato per tensione nominale di 330 kV e massima di 362 kV sezione 2x1x1600 mm<sup>2</sup>;
- Cavo terrestre 320 kV<sub>DC</sub> per la connessione dalla TJB alla seconda STC2 (onshore) monopolare in rame isolato per tensione nominale di 330 kV e massima di 362 kV sezione 2x1x1600 mm<sup>2</sup>;
- cavo terrestre a 380 kV per la connessione della STC2, il sistema di accumulo e la Stazione Utente di consegna e misura;
- cavo terrestre a 380 kV per la connessione dalla SU alla stazione TERNA "Priolo".

### 2.3.1 CALCOLO PRELIMINARE DELLE CORRENTI

La corrente erogata a 66 kV dal generatore  $k$ -esimo è stimabile tramite la seguente relazione:

$$I_{n,gen,k} = P_{n,gen} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi_{gen} = 14 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (66 \times 10^3) \times 0.99 \cong 124 \text{ A}$$

$$I_{n,gen,k} = P_{n,gen} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi_{gen} = 15 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (66 \times 10^3) \times 0.99 \cong 133 \text{ A}$$

Dove:

- $P_{n,gen}$  = potenza attiva nominale erogata dal singolo generatore (W);
- $\cos \varphi_{gen}$  = fattore di potenza;
- $V_n$  = livello di tensione nominale in uscita dalla turbina (V);

La massima corrente nominale  $I_{n,sc,m}$  relativa al sottocampo  $m$ -esimo, formato da 5 turbine da 15 MW, vale quindi:

$$I_{n,sc,m,tot} = \sum_{K=1}^k I_{n,sc,k} = 5 \times 133 \text{ A} = 655 \text{ A}$$

in cui  $K$  è il numero di generatori sul sotto-campo  $m$ -esimo.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 27</p>

## 2.4 CARATTERISTICHE DEL CAVO DINAMICO MARINO A 66 KV

In relazione al calcolo delle correnti nominali, il cavo dinamico marino in media tensione sarà del tipo tripolare con conduttori in rame con sezioni elettriche nominali fino a 630 mm<sup>2</sup>, isolamento in EPR o XLPE e doppia schermatura longitudinale/radiale a tenuta stagna del tipo *Water Resistant*.

Caratteristiche del cavo dinamico marino a 66 kV:

- Conduttore: conduttori in rame (o eventualmente in alluminio) sigillati longitudinalmente;
- Schermo conduttore: composto semiconduttivo estruso;
- Isolamento: EPR o XLPE;
- Schermo isolante: composto estruso;
- Schermo: schermatura individuale del nastro in rame su ciascuna fase;
- Unità a fibra ottica: fino a 3 unità FO con tubo metallico;
- *Lay up*: tre nuclei di potenza con riempimento estruso;
- Armatura di estensione: filati in polipropilene;
- Armatura: uno strato di fili di acciaio zincato, lavato con bitume;
- Protezione esterna: filati in polipropilene in colori personalizzabili.

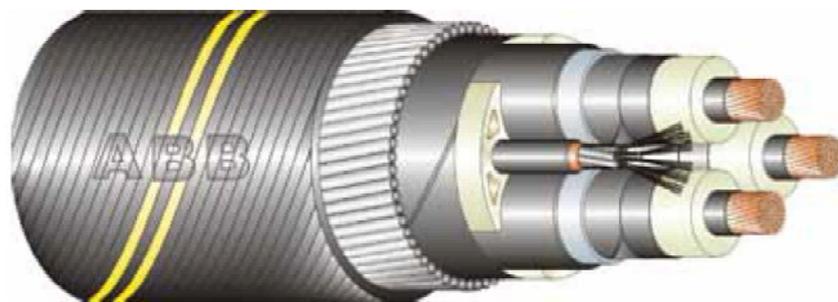


Figura 8 - Cavo sottomarino 66 kV con conduttori di rame

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 28</p>

## 2.5 CARATTERISTICHE DEL CAVO MARINO A $\pm 320$ KV HVDC

Il cavo marino a  $\pm 320$  kV (isolato per tensione nominale di 330 kV e massima di 362 kV) è di tipo unipolare con conduttori in rame con sezione elettrica nominale pari a 1600 mm<sup>2</sup> (adeguata alla corrente nominale di esercizio), isolato in EPR o XLPE, con schermatura longitudinale / radiale a tenuta stagna del tipo "Water Resistant". Il cavo sarà del tipo dinamico per il tratto di discesa dalla STC fino al fondale e statico tradizionale sul percorso fino a terra.

### Caratteristiche del cavo marino a $\pm 320$ kV:

- Conduttore: fili di rame solidi (sigillati longitudinalmente);
- Guaina conduttiva: estrusa semiconduttiva;
- Isolamento: EPR o XLPE;
- Schermo metallico: nastri di rame;
- Riempitivi: corde in PP e / o riempitivi in plastica sagomati;
- Fasciatura: foglio sintetico + strisce di rame;
- Imbottitura dell'armatura: filato PP;
- Armatura: singolo strato di fili di acciaio zincato;
- Protezione tessile: singolo strato di PP;
- Diametro esterno: 135,8 mm;
- Standard di riferimento: IEC 60287.
- Tensione di progetto (U):  $\pm 320$  kV;
- Numero di core di potenza: 1;
- Sezione trasversale conduttore: 1600 mm<sup>2</sup>;
- Sezione schermo: 50 mm<sup>2</sup>.

### Protezione dei cavi sottomarini

A causa delle azioni antropogeniche e delle perturbazioni naturali che possono agire sui cavi di trasmissione dell'energia elettrica sarà necessario proteggere questi dai danni causati da attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche. La protezione dei cavi sottomarini, per le sezioni di cavo che attraversano aree che presentano scarse criticità a livello di fondale ma

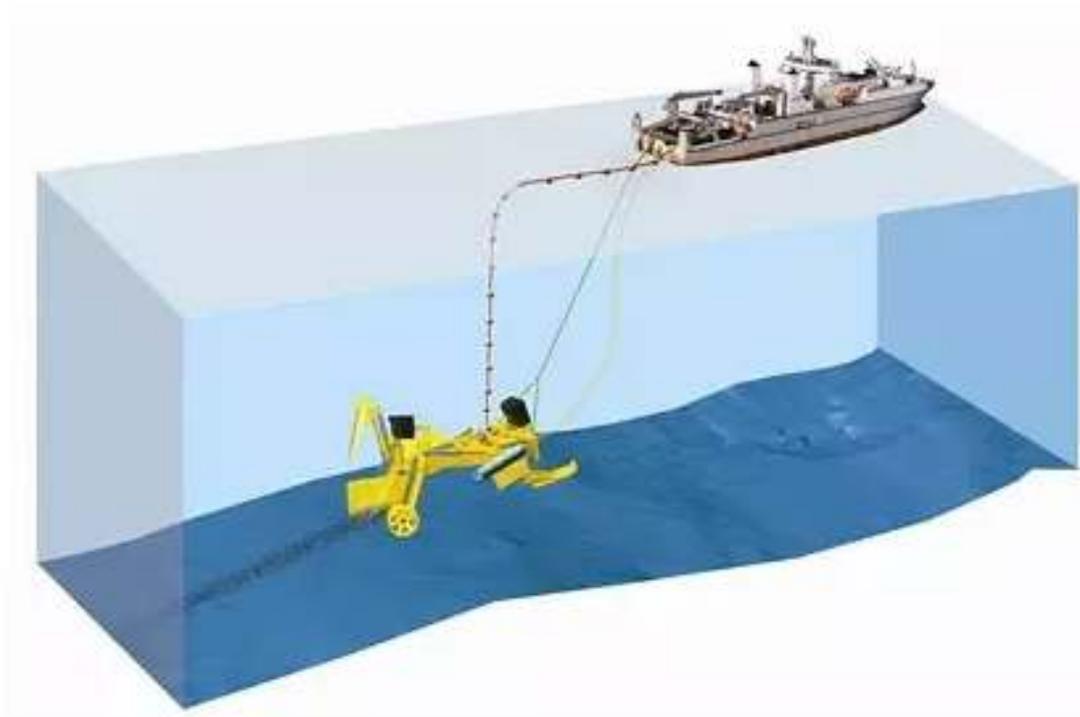
	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 29

che possono presentarle al di sotto, potrà essere effettuata mediante posa di ogni linea mediante sistema *trenchless* (senza scavi di trincee) con protezione esterna, con successiva posa di una protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati di materiale idoneo (cubicoli in cemento/calcestruzzo).

### **Posa del cavo sottomarino**

L'installazione del cavo di collegamento in mare fino allo sbarco è normalmente suddivisa da lavori preparatori in cui a monte dell'installazione del cavo e della relativa protezione dello stesso dovranno essere avviate operazioni di ricognizione geofisica per confermare i dati ottenuti durante gli studi tecnici preliminari, identificare nuovi possibili rischi (rocce, detriti, ecc.); in seguito si prevede la posa e l'installazione del cavo: una nave posacavo specializzata trasporta il cavo srotolandolo sul fondale del mare con l'assistenza di altre imbarcazioni. A seconda del tipo di protezione si procede con opportuni mezzi all'operazione di messa in opera della protezione che può essere realizzata in un secondo tempo oppure simultaneamente alla posa del cavo. Si ricorda che verrà scelta la migliore soluzione tecnologica per la posa del cavo in funzione della caratteristica del fondale.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 30



*Figura 9 - Esempio di nave posa cavo*

### **Corridoio cavi sottomarini**

Nell'ipotesi di layout presentata i cavi per la connessione delle singole torri hanno una distanza pari alla distanza delle torri stesse. Va infatti considerato che, per ogni stringa, si avranno cavi che collegheranno i "nodi" in serie e quindi ogni stringa risulterà correre in "parallelo" alla stringa adiacente della distanza che separa i generatori appartenenti a stringhe adiacenti fino a raggiungere la *STC*. Dalla *STC* si dipartirà due cavi unipolari che trasporteranno l'energia del parco alla terraferma e da qui alla rete Terna S.P.A.

Nelle nostre considerazioni iniziali si è previsto un percorso di avvicinamento alla costa con un corridoio di 200 m di diametro; distanza che si andrà riducendo lungo il suo avvicinarsi alla costa (si veda in merito la relativa tavola CORRIDOI CAVIDOTTI MARINI).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 31</p>

## 2.6 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A $\pm 320$ KV

I cavi terrestri saranno di tipo unipolare con conduttori in rame e sezione elettrica nominale pari a 1600 mm<sup>2</sup>, con isolamento in XLPE e doppia schermatura longitudinale/radiale a tenuta stagna fino alla STC2, dopo la conversione in AC a 380 kV si utilizzeranno cavi in alluminio di sezione pari a 1600 mm<sup>2</sup>.

## 2.7 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A 380 KV

- Materiale del conduttore: Rame/Alluminio;
- Schermo: filo di rame.
- Sezione del conduttore: 1600 mm<sup>2</sup>;
- Sezione schermo: 170 mm<sup>2</sup>;
- Diametro esterno, D: 127 mm;
- Peso approssimativo: 26(Cu) / 16(Al) kg/m;
- Tensione operativa: 230/400 kV;
- Capacità nominale: 0,188  $\mu$ F/km;
- Portata in corrente con posa interrata: > 1125 A.
- Massimo sforzo di tiro posa fissa: 80(Cu) / 48 (Al) kN;
- Fattore di curvatura durante l'installazione: 3,15 m;

## 2.8 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI RITORNO METALLICO MARINO

Il cavo di ritorno metallico marino, di tipo dinamico marino in media tensione 30 kV, sarà del tipo tripolare con conduttori in alluminio con sezioni elettriche nominali fino a 630 mm<sup>2</sup>, isolamento in XLPE e doppia schermatura longitudinale/radiale a tenuta stagna del tipo *Water Resistant*.

Caratteristiche del cavo dinamico marino a 30 kV:

- Conduttore: conduttori in rame (o eventualmente in alluminio) sigillati longitudinalmente;
- Schermo conduttore: composto semiconduttivo estruso;

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 32</p>

- Isolamento: EPR o XLPE;
- Schermo isolante: composto estruso;
- Schermo: schermatura individuale del nastro in rame su ciascuna fase;
- Unità a fibra ottica: fino a 3 unità FO con tubo metallico;
- *Lay up*: tre nuclei di potenza con riempimento estruso;
- Armatura di estensione: filati in polipropilene;
- Armatura: uno strato di fili di acciaio zincato, lavato con bitume;
- Protezione esterna: filati in polipropilene in colori personalizzabili.

## 2.9 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI RITORNO METALLICO TERRESTRE

Il cavo di ritorno metallico terrestre, isolato in media tensione 30 kV, sarà del tipo tripolare con conduttori in rame con sezioni elettriche nominali fino a 630 mm<sup>2</sup>, isolamento in HEPR.

Caratteristiche del cavo dinamico marino a 30 kV:

- Conduttore: conduttori in rame (o eventualmente in alluminio) sigillati longitudinalmente;
- Schermo conduttore: composto semiconduttivo estruso;
- Isolamento: HEPR;
- Schermo isolante: composto estruso;
- Schermo: schermatura individuale del nastro in rame su ciascuna fase;
- Armatura di estensione: filati in polipropilene;
- Armatura: uno strato di fili di acciaio zincato, lavato con bitume;
- Protezione esterna: filati in polipropilene in colori personalizzabili.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 33

## 2.10 APPROCCIO ALLA COSTA

A seguito di analisi preliminare della conformazione del punto di approdo si è optato, a questo stadio di progettazione, un approccio alla costa tramite *Trivellazione Orizzontale Controllata* (T.O.C.).

Il diametro della perforazione sarà in seguito esaminato e scelto in maniera tale da poter garantire un adeguato spazio per il cavo consentendone un agevole posizionamento e la successiva adeguata areazione in condizioni di normale esercizio.

## 2.11 PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE

È prevista la realizzazione di un punto di giunzione tra il cavidotto marino, che dal parco *offshore* approda all'area del porto di Pozzallo, ed il cavidotto terrestre che dall'area del porto dovrà raggiungere la stazione di consegna *onshore*. Il punto di giunzione sarà formato da una vasca interrata, ubicata catastalmente al Foglio 12, P.Illa 405 nel Comune di Pozzallo (RG), costituita da scatola con mattoni pieni in cemento per linea. Ogni cavo approderà ad una scatola giunto avente dimensione pari a circa 8,75x2,5x2,5 m (LxHxP) ad occupare un'area pari a 216 m<sup>2</sup> (dimensioni approssimate dell'area fossa giunti 27x8 m). Eventuali successivi studi, avvalorati dalla collaborazione con il futuro fornitore dei cavi, riguardanti l'interazione termica ed elettromagnetica tra i singoli cavi, potranno condurre alla variazione delle dimensioni di tale manufatto.

Il percorso del cavidotto terrestre si snoderà per circa 70 km e verrà interrato al di sotto della sede stradale pubblica esistente per tutta la sua estensione, discostandosi dalla strada solo in corrispondenza di punti di interferenza che richiederanno soluzioni alternative.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 34

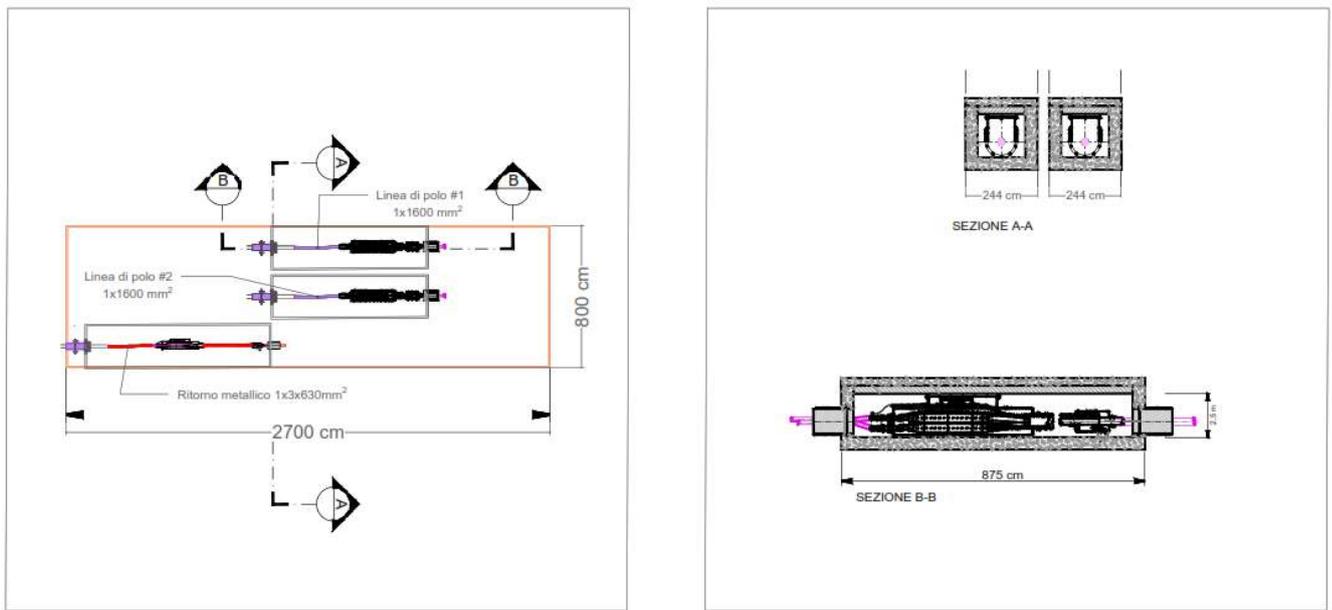


Figura 10 - Giunzione mare terra

### 2.11.1 STAZIONE DI SEZIONAMENTO

È previsto, lungo il percorso del cavidotto che da Pozzallo trasporta l'energia alla sottostazione Terna "Priolo", la realizzazione di una stazione di sezionamento delle dimensioni pari a 25x23 m (per una superficie totale impegnata pari a 575 m<sup>2</sup>) che permetterà, all'occorrenza, la disconnessione delle linee tramite appositi dispositivi di protezione. La tipologia di interruttori scelti e della tipologia isolati a gas (anche detti GIS *Gas-insulated switchgear*) dispositivi che permettono l'interruzione di circuiti elettrici, anche a tensioni elevate, in spazi compatti; nel caso in esame sono stati previsti n.2 interruttori unipolari con tensione di isolamento DC a  $\pm 320$  kV e n.1 interruttore tripolare con isolamento fino a 40,5 kV. La stazione di sezionamento sarà ubicata sul Foglio 12, P.IIa 405 nel Comune di Pozzallo (RG).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 35</p>



Figura 11 - Stazione di sezionamento (cerchio azzurro) e fossa giunti (cerchio rosso)

### **Posa del cavo terrestre**

A seguito della giunzione con i cavi marini è previsto un percorso interrato dei cavi terrestri per una distanza totale di circa 70 km fino alla SE "Priolo".

Data la maggior precisione di posa dei cavi, seguendo in fase preliminare le pratiche attualmente utilizzate in ambito ingegneristico, la configurazione dei cavi risulta più contenuta come da Figura 12. I cavi saranno adeguatamente segnalati tramite l'utilizzo di nastro monitor interrato in prossimità delle installazioni.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 36

Si specifica che in ingresso al punto di giunzione si attestano 2 cavi unipolari marini per il trasporto dell'energia generata a cui si aggiungerà una terna di cavi in MT (30 kV) come ritorno metallico; tutti i cavi in ingresso saranno collegati ad analoghi cavi di tipo terrestre. Così facendo in uscita dal punto di giunzione sono presenti 2 linee (una HVDC e una MVDC) ipotizzate con la configurazione di posa mostrata nella figura seguente.

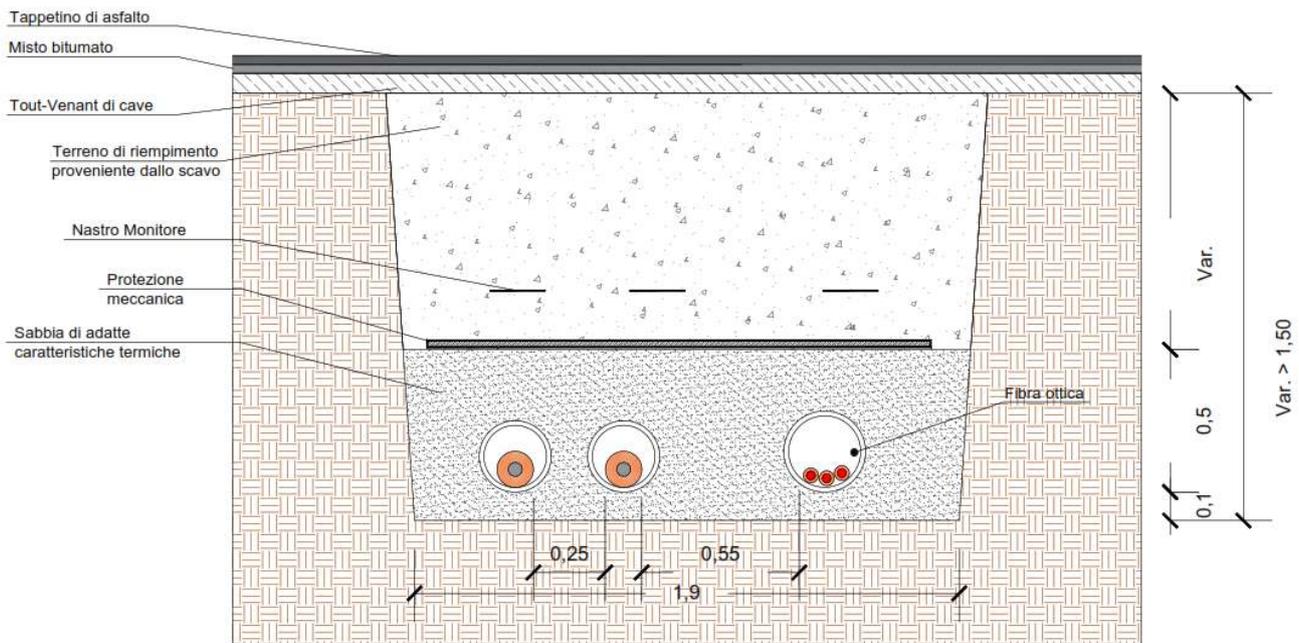


Figura 12 - Configurazione cavi terrestri

### 3. STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE ONSHORE STC2

La stazione di trasformazione e conversione HVDC onshore, indicata per brevità "STC2", sarà posizionata in prossimità della SE Terna "Priolo"; essa riceverà le linee in DC provenienti dalla STC1 e convertirà il sistema da DC ad AC (funzione inverter). La STC2 regolerà la tensione dal valore di trasmissione ( $\pm 320$  kV) alla tensione di rete (380 kVAC).

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA	31/07/2023	REV.1	Pag. 37	

Concettualmente la STC1 e la STC2 sono speculari, quindi tutte le considerazioni fatte per una valgono (con i dovuti distinguo) per l'altra.

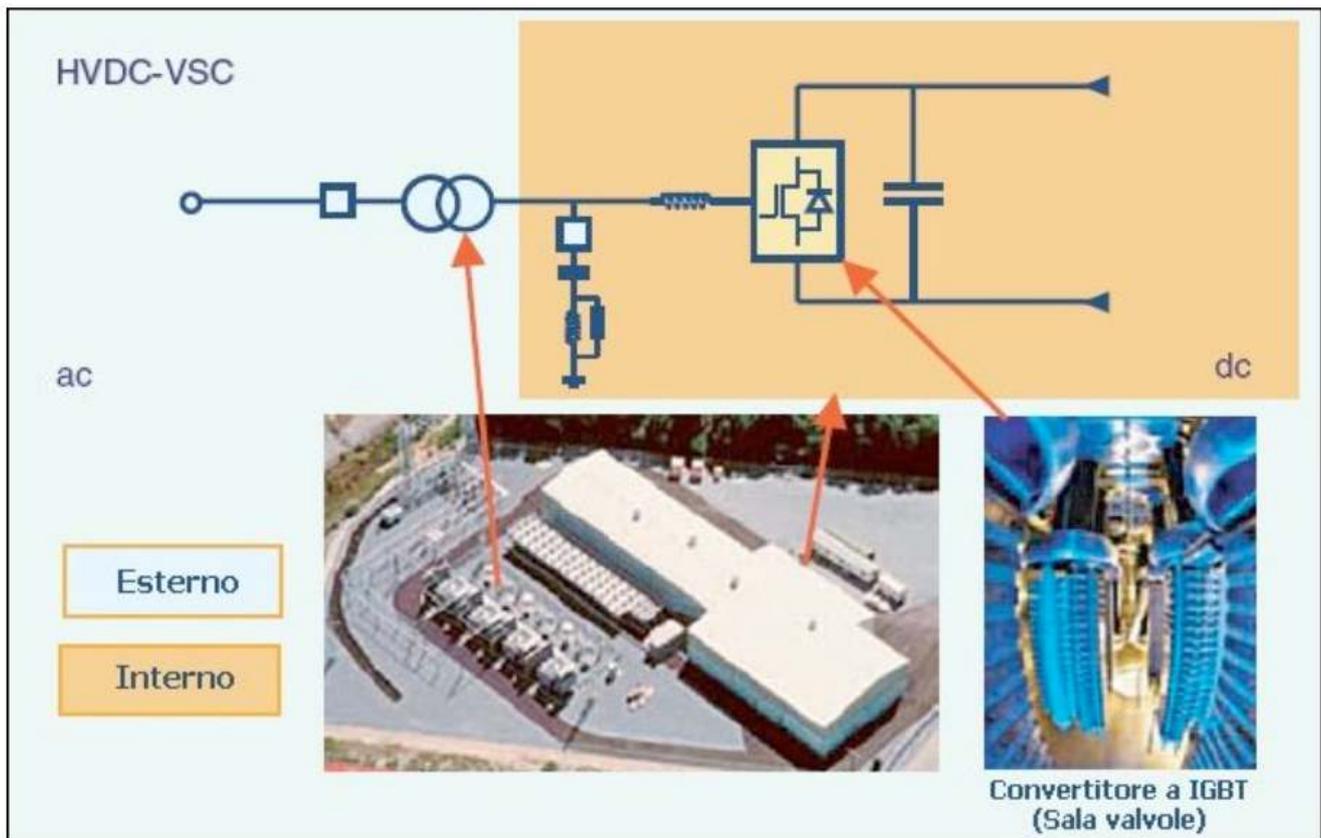


Figura 13 Esempio di stazione elettrica onshore di trasformazione e conversione (ABB)

L'area destinata alla realizzazione della STC2 ospiterà anche la Stazione Utente ed è identificata catastalmente con le particelle n. 327-386-387-388-389-390-150-154-370 del Foglio di mappa n. 82 del Comune di Priolo Gargallo (SR). Ai sensi dell'art. 12 della D.lgs. 387/2003, il progetto avrà la qualifica di impianto di pubblico servizio e pubblica utilità e come tale paragonabile a "opere indifferibili ed urgenti". Secondo il DPR 327/2001, pertanto, si procederà eventualmente all'esproprio delle aree individuate. L'area sgombra da vincoli e da restrizioni (Figura 14) ha un'estensione di circa 68.500 m<sup>2</sup>, di cui circa 15.500 m<sup>2</sup> saranno occupati dalla stazione utente mentre circa 53.000 m<sup>2</sup> saranno destinati alla realizzazione della

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 38</p>

stazione di trasformazione e conversione DC/AC, si vuole qui ricordare che la divisione tra STC2 e SU è logica e funzionale, strutturalmente le due strutture sono congiunte e continue.



*Figura 14 - Area destinata alla Stazione di trasformazione e conversione onshore (STC2) e alla Stazione Utente*

Il sito scelto è di dimensioni tali da contenere un'area dedicata alla stazione di parallelo, con funzione di Stazione Utente, costituita da un sistema a doppie sbarre 380 kV in cui si attesteranno le uscite dalla STC2 (al primo sistema sbarre) e l'arrivo della linea proveniente dallo storage e le due linee in partenza per gli stalli di connessione alla SE "Priolo" (al secondo sistema sbarre) si veda a tal proposito la seguente Figura 15- STC2 (bordata in rosso) e SU (bordata in blu)Figura 15

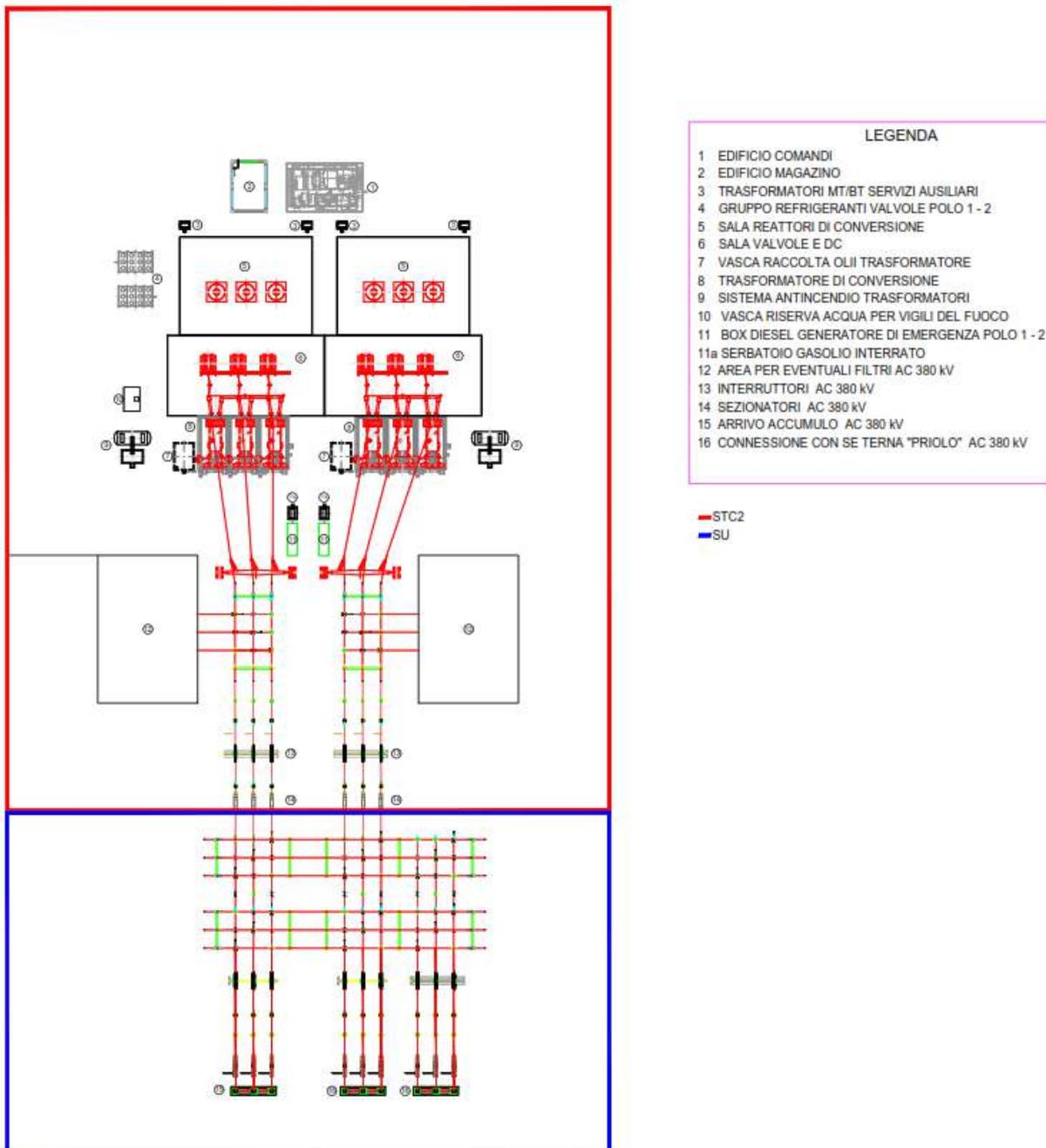


Figura 15- STC2 (bordata in rosso) e SU (bordata in blu)

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 40</p>

Le strutture di rete sopra presentate saranno realizzate secondo le normative edilizie vigenti, secondo le specifiche tecniche TERNA e in ossequio alle eventuali prescrizioni impartite dagli enti autorizzanti.

#### 4. STAZIONE UTENTE ONSHORE DI CONSEGNA E MISURA IN ALTA TENSIONE

La Stazione Utente *Onshore*, costituita essenzialmente da un sistema a doppia sbarra di parallelo e relativi edifici asserviti, riceverà le uscite a 380 kV<sub>AC</sub> dalla Stazione di Conversione e Trasformazione onshore (di cui è effettivamente una parte) e i cavi in arrivo dall'impianto storage e formerà le n.2 uscite che si andranno ad attestare agli stalli assegnati alla SE Terna "Priolo" così come indicato in STMG.



Figura 16 - Stazione TERNA prevista per la connessione alla rete elettrica ubicata in località di Priolo Gargallo (SR)

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 41</p>

## 5. IMPIANTO DI STORAGE

L'area destinata alla realizzazione dello storage, caratterizzato da una capacità di accumulo di 200 MW, è identificata catastalmente con le particelle n. 698 (parziale), 43 (parziale), 697, 44, 45 (parziale), 46 (parziale), 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 62, 63, 61, 148, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 699, 86; Foglio di mappa n. 79 sez. b del Comune di Priolo Gargallo (SR).

L'area (Figura 17) ha un'estensione di circa 63.000 m<sup>2</sup>, di cui circa 54.000 m<sup>2</sup> saranno destinati alla realizzazione del sistema di accumulo e relativa area di trasformazione MT/AT.

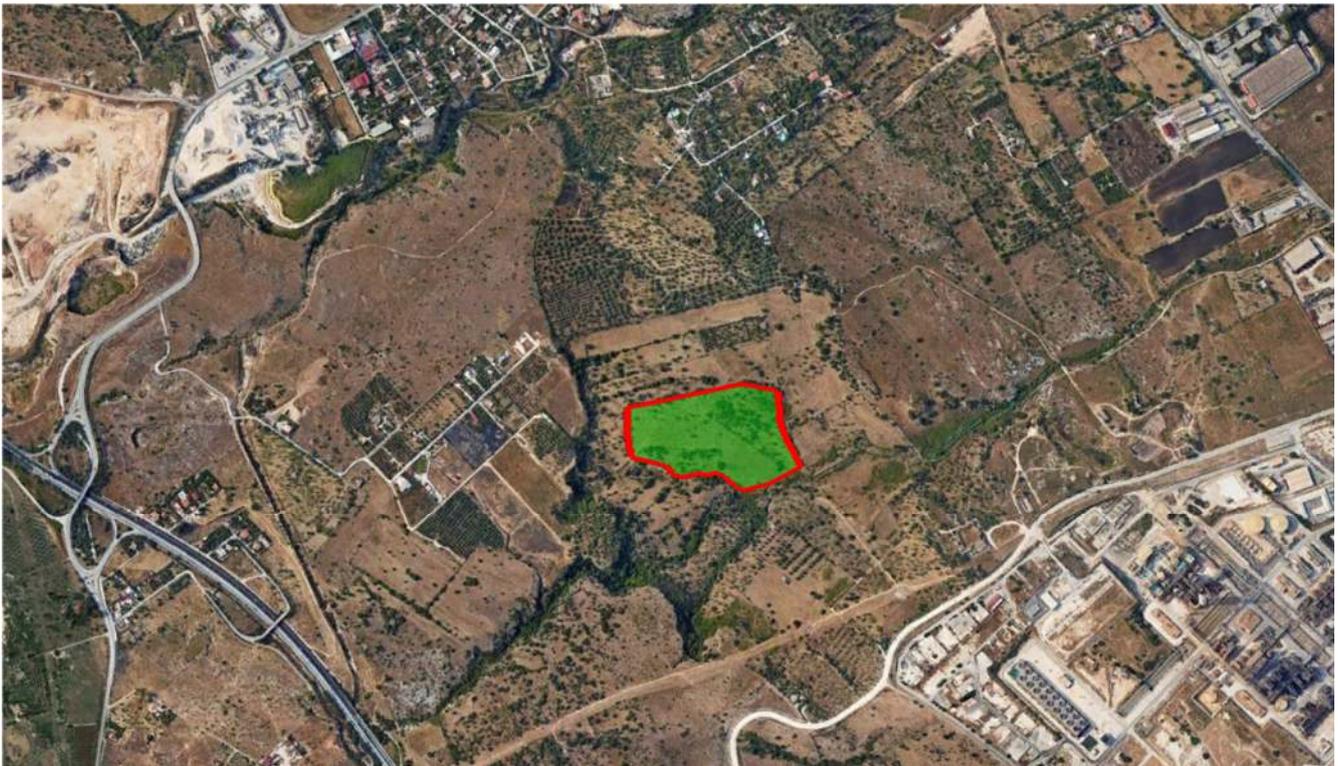


Figura 17 - Area destinata allo Storage

Il progetto prevede il posizionamento di container batteria/inverter nonché la realizzazione del relativo collegamento elettrico dei container tramite cavidotti interrati nonché un sistema di trasformazione MT/AT 30/380 da 250 MVA che si conetterà ad uno stallo reso disponibile presso il sistema a sbarre (SU) compreso nella STC2

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 42</p>

Il sistema di accumulo storage previsto è caratterizzato da un pacco batterie agli ioni di litio (tipo container). La tecnologia delle batterie Li-ion è attualmente la soluzione più avanzata e facilmente disponibile sul mercato per lo stoccaggio di energia. La tipologia impiegata per lo storage è, come già detto, quella BESS (Battery Energy Storage System). Un BESS è un sistema di accumulo di energia che cattura energia da diverse fonti, accumula questa energia e la immagazzina in batterie ricaricabili per un uso successivo.

Le parti principali della tipologia BESS includono:

- Un sistema di batterie che contiene singole celle della batteria che convertono l'energia chimica in energia elettrica. Le celle sono disposte in moduli che, a loro volta, formano pacchi batteria;
- Un sistema di gestione della batteria (BMS) che garantisce la sicurezza del sistema di batterie. Monitora le condizioni delle celle della batteria, misura i loro parametri e stati, come lo stato di carica (SOC) e lo stato di salute (SOH), e protegge le batterie da incendi e altri pericoli;
- Un inverter o un sistema di conversione di potenza che converte la corrente continua (DC) prodotta dalle batterie in corrente alternata (AC) fornita alle strutture. I sistemi di accumulo dell'energia a batteria dispongono di inverter bidirezionali che consentono sia la carica che la scarica;
- Un sistema di gestione dell'energia (EMS) che è responsabile del monitoraggio e del controllo del flusso di energia all'interno di un sistema di accumulo a batteria. Un EMS coordina il lavoro di un BMS, un PCS e altri componenti di un BESS. Raccogliendo e analizzando i dati energetici, un EMS può gestire in modo efficiente le risorse energetiche del sistema.

Ogni tipo di batteria ha determinate specifiche tecniche che designano gli usi BESS e influiscono sull'efficienza dell'immagazzinamento dell'energia della batteria. Le principali caratteristiche della batteria comprendono:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 43

- **Capacità di stoccaggio**, che è la quantità di carica elettrica immagazzinata da una batteria o la quantità di elettricità disponibile in un BESS;
- **Potenza**, che determina la quantità di energia fornita da una batteria o la potenza di uscita che può fornire un BESS;
- **Efficienza andata e ritorno**, che visualizza il rapporto tra l'energia fornita da una batteria durante la scarica e l'energia fornita alla batteria durante un ciclo di carica;
- **Profondità di scarica (DoD)**, che mostra la percentuale di energia scaricata da una batteria rispetto alla sua capacità totale;
- **A vita**, che può essere definito come il numero di cicli di carica e scarica di una batteria o la quantità di energia che una batteria può fornire durante il suo ciclo di vita (rendimento della batteria);
- **Sicurezza** che è una caratteristica importante che mostra la conformità ai requisiti di sicurezza, ad esempio in termini di chimica della batteria.

Oltre alle specifiche della batteria, i sistemi di accumulatori hanno altre caratteristiche che ne descrivono le prestazioni. Ad esempio, **il tempo di risposta** è il tempo necessario a un BESS per passare dallo stato di inattività e iniziare a lavorare a piena potenza. **La velocità di rampa** è la velocità alla quale il sistema può aumentare o diminuire la propria potenza, rispettivamente aumentarla o diminuirla.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 44

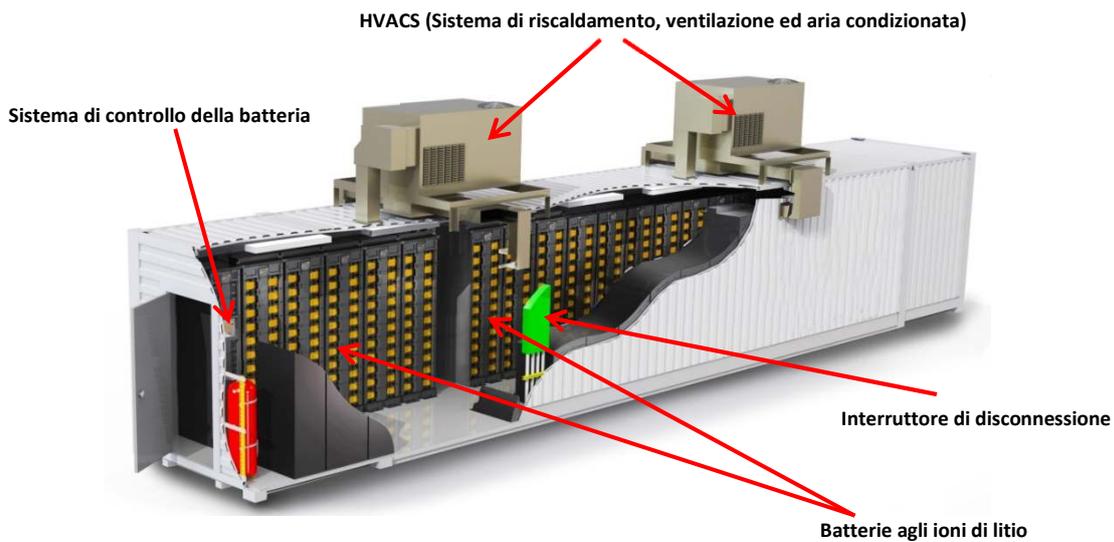


Figura 19 BESS - Container tipo

L'impianto sarà idoneamente recintato e dotato dei dovuti sistemi di allarme e videosorveglianza. È prevista la costituzione di una fascia arborea-arbustiva parzialmente perimetrale con la finalità di mitigazione e schermatura paesaggistica.

In un'ottica di efficientamento degli impianti e degli investimenti, il progetto prevede la realizzazione di un sistema di accumulo agli ioni di litio con 200 MW di potenza e con una capacità di circa 800 MWh.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 45</p>

I container previsti sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

- I container rispetteranno i seguenti requisiti:
- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- Segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante);
- Adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- Isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- Pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- Porte di accesso adeguate all'inserimento/estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;
- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 46</p>

I container batterie e inverter saranno appoggiati su travetti in cemento armato, appositamente dimensionati. La quota di appoggio dei container sarà sopraelevata rispetto al piano, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

La superficie della piazzola di collocamento dei container sarà ricoperta con misto stabilizzato.

Anche tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti.

Le principali attività previste ai fini dell'installazione dei diversi impianti, si presume saranno le seguenti:

- preparazione dell'area;
- realizzazione della pavimentazione in CLS e posa misto stabilizzato;
- trasporto e posa dei container e delle BESS;
- operazioni di assemblaggio dei diversi impianti;
- montaggio e assemblaggio tubazioni, passerelle e allacciamenti.

Data l'entità e la tipologia delle opere da costruire, si prevede che le attività in fase di cantiere consentano di riutilizzare sul posto la ghiaia ed il limitato volume scavato per la realizzazione della pavimentazione, senza ulteriori obblighi in materia di gestione delle terre da scavo.

Il progetto previsto prevede dunque l'installazione di una serie di batterie agli ioni di litio posizionate all'interno di container in acciaio, oltre che di trasformatori e inverter, quadri elettrici e apparecchiature elettriche/elettroniche dedicate anche all'interfaccia con la rete. Le batterie e i gruppi di conversione (inverter) saranno connessi ai trasformatori BT/MT presenti all'interno dell'area, uno per ogni due unità base, i quali saranno collegati tra di loro in configurazione

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 47</p>

“entra-esci” e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri MT allocati negli edifici all’interno della Stazione di Condivisione.

I quadri MT saranno collegati, tramite cavi interrati MT, al secondario del nuovo trasformatore elevatore MT/AT, localizzato all’interno della Stazione di trasformazione a 30/380 kV facente parte dell’area di storage.

Infine, dal lato AT del nuovo trasformatore verrà effettuato il collegamento al sistema a sbarre della SU che realizzerà la connessione con l’impianto del parco e con la RTN Terna.

Nello specifico gli interventi necessari per l’impianto di connessione prevedono:

- la realizzazione della sottostazione di trasformazione a 30/380 kV realizzata nell’area di trasformazione dell’impianto di Storage;
  - realizzazione della connessione nella stazione elettrica di trasformazione di storage e SU, costituito da un collegamento sulle sbarre AT 380 kV ed un sezionatore di interfaccia per la connessione dello stallo TR al sistema di sbarre;

L’area di impianto occuperà una superficie di circa 54.000 m<sup>2</sup>, corrispondenti a 5,4 ha, e sarà mitigata da una fascia arborea della larghezza di circa 5 m prevista su tutto il perimetro dell’area di impianto. Le aree di finitura saranno realizzate con conglomerato bituminoso con strato binder (10 cm) e strato di usura (5 cm); mentre le aree sottostanti le apparecchiature AT verranno inghiaiate. Si prevedono, inoltre, un ingresso pedonale della larghezza di 0,9 e un ingresso carrabile della larghezza di 7 m per l’ingresso rispettivamente all’area di impianto ed all’area di trasformazione.

Qui di seguito si riporta un’immagine di layout del sistema di accumulo storage previsto.

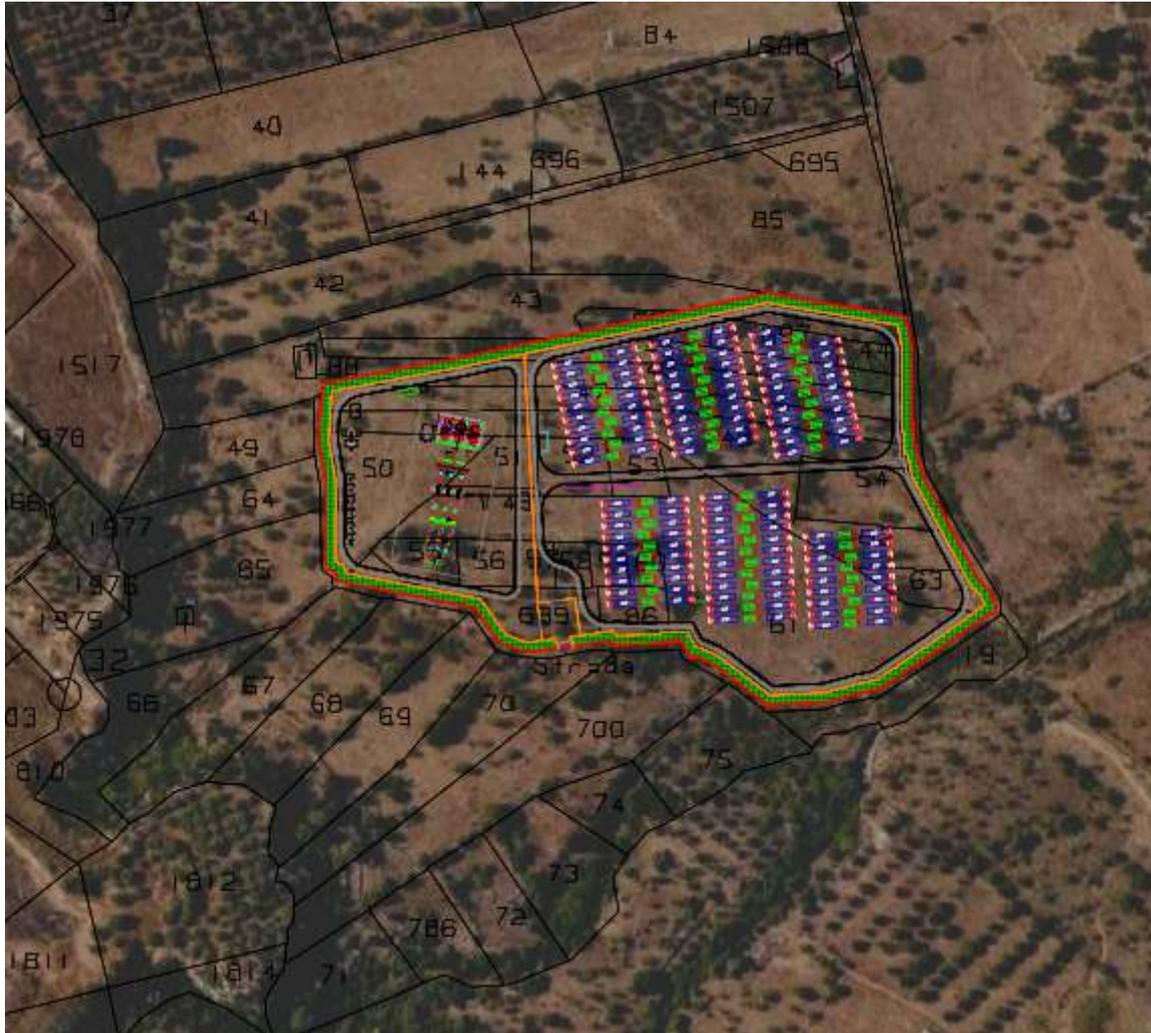


Figura 20 - Layout del sistema di accumulo BESS (Battery Energy Storage System)

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1	Pag. 49

## 6. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI CAVI

L'analisi delle emissioni elettromagnetiche generate dagli elettrodotti di collegamento del parco eolico *offshore* in corrente continua (DC) dovrà essere effettuata considerando che:

- a tutela delle esposizioni a campi con frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti operanti a frequenza di rete (50 Hz), in base al DPCM, si applica l'insieme delle restrizioni di cui alla Raccomandazione CE 12.07.1999 n.99-519 pubblicata nella G.U.C.E. n.199 del 30.07.1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz.

Tabella 3: limiti di base per l'induzione magnetica relativamente ai campi magnetici statici (0 Hz) e per l'intensità di corrente relativamente ai campi variabili nel tempo fino a 1 Hz, al fine di evitarne effetti sul sistema cardiovascolare e nervoso centrale

**Limiti di base per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici  
(0 Hz-300 GHz)**

Gamma di frequenza	Densità di flusso magnetico (mT)	Densità di corrente (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza S (W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

- Il valore limite riportato in tabella viene raggiunto nelle immediate prossimità dell'elettrodotto; va inoltre riscontrato che per prevenire gli effetti diretti del campo magnetico statico, i VLE (Valori Limite di Esposizione) da applicare ai sensi del D.lgs

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 50</p>

81/08 sono 2 T e 8 T secondo quanto riportato nella "Tabella A1, Allegato XXXVI – Parte II effetti non termici" sotto riportata

Tabella: Tabella A1 –VLE per l'induzione magnetica esterna ( $B_0$ ) per frequenze comprese tra 0 e 1 Hz

	<b>VLE relativi agli effetti sensoriali [T]</b>
Condizioni di lavoro normali	2
Esposizione localizzata degli arti	8
	<b>VLE relativi agli effetti sanitari [T]</b>
Condizioni di lavoro controllate	8

(nota: tale Tabella fissa gli stessi VLE per i campi variabili nel tempo con frequenze inferiori a 1 Hz)

- l'impatto ambientale di un elettrodotto DC è inferiore a quello di un elettrodotto di pari potenza in AC, dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico la componente principale è di tipo statico e comunque vi è un effetto di compensazione nel caso di sistemi HVDC bipolari in cui la corrente DC in un polo ha un verso e nell'altro verso opposta.

Da quanto sopra detto si può verificare facilmente che gli obiettivi di qualità si raggiungono in prossimità degli elettrodotti e che, per la parte in DC, non sono necessari particolari accorgimenti.

Per la parte di connessione in AC l'analisi delle emissioni elettromagnetiche generate dagli elettrodotti di collegamento, riguardanti le parti di connessione tra le stringhe di torri in AC a 66 kV e in uscita dalla STC2 a 380 kV dovrà essere effettuata considerando:

- posa dell'elettrodotto marino in AT sul fondale e protezione con materiali compatibili con le caratteristiche locali del fondale;
- posa dell'elettrodotto terrestre in AT mediante interrimento a un'adequata profondità.

L'emissione elettromagnetica imputabile al cavo marino potrebbe essere, per le caratteristiche fisiche di arrangemento dei conduttori elettrici all'interno del corpo del cavo, assai limitata. Per esempio, la disposizione a trifoglio con cordatura elicoidale determina infatti l'annullamento

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 51

della risultante di campo nel dominio del cavo e il suo rapido decadimento all'esterno dello stesso.

Per quanto riguarda i cavidotti terrestri in alta tensione e corrente alternata, al fine della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art 4, c. 2):

✓ I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 µT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;

✓ Il valore di attenzione (10 µT) e l'obiettivo di qualità (3 µT) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati). Tali luoghi non dovranno risultare posizionati all'interno della DPA.

Si consideri il caso di tre terne di cavi interrati di alta tensione posati a trifoglio: due terne in uscita dalla SU verso la SE Terna "Priolo" e una terna in uscita dall'impianto di storage verso la SU. Si considera, in maniera cautelativa la condizione peggiore e cioè tutte e tre le correnti equiverso e trasportanti l'intera potenza del parco (tale soluzione non è prevista nello schema di funzionamento) in maniera così suddivisa:

1. n.2 terne, dalla SU alla SE "Priolo", che trasportano 400 MW ognuna, pari a 1.351 A;
2. n.1 terna, dalla SU all'impianto di storage, trasporta 200 MW pari a 676 A.

La norma CEI 106-11 al cap.6.2.3 indica le modalità di calcolo, si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati, come di seguito riportato:

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		31/07/2023	REV.1	Pag. 52

dove  $B$  [ $\mu T$ ] in questo caso è l'induzione magnetica in un generico punto distante  $R$  [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi),  $S$  il diametro esterno del cavo considerato e  $I$  la corrente nominale che lo attraversa.

In questo caso una delle tre terne di cavi sarà posizionata coincidente con l'origine degli assi e la distanza con le altre due sarà  $\pm 25$  cm.

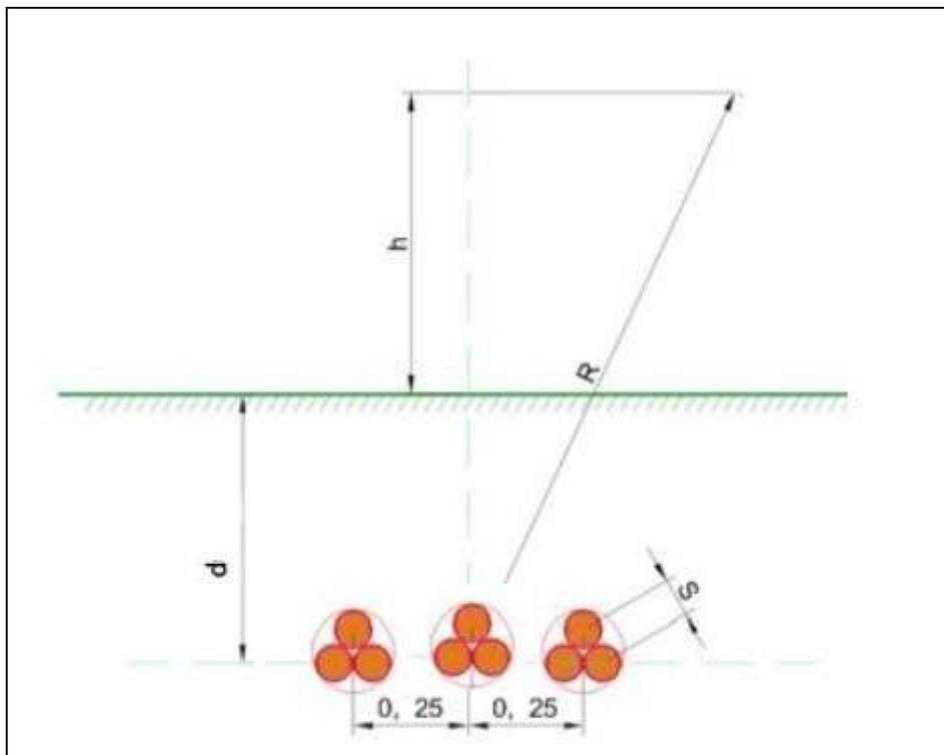


Figura 21 sistema di tre terne a trifoglio

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto. Considerata quindi la disposizione spaziale delle tre terne, e fissando l'asse centrale del sistema coincidente con la terna centrale, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 53</p>

$$B_{tot} = 0,1 * \sqrt{6} * \left[ \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} \right]$$

Dove:

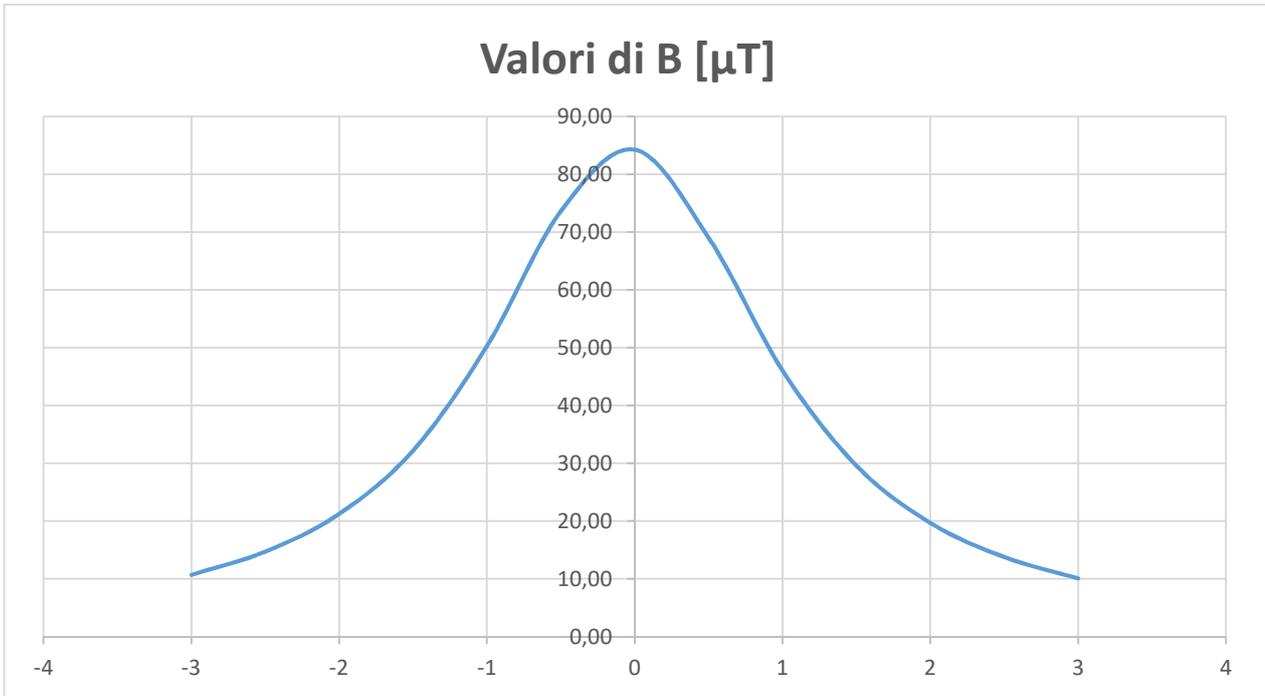
- $S_1=S_2=S_3$  0,127 m;
- $I_1=I_2=$  1.351 A;
- $I_3=$  676 A;
- $d=$ 1,1 m;
- $x_1 =$ -0,25 m;
- $x_2=$  0 m;
- $x_3=$  0,25 m;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  	
	<b>RELAZIONE ELETTRICA</b>		31/07/2023	REV.1

Di seguito vengono riportati i risultati del caso in esame considerando una profondità di posa di 1,1 m, calcolando il valore di B a distanza di 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 m dall'asse centrale:

Distanza dall'asse centrale [m]	$B_{tot}$ a 1,1 m dal suolo [ $\mu T$ ]
-3,00	10,69
-2,50	14,73
-2,00	21,26
-1,50	32,23
-1,00	50,31
-0,50	73,68
0,00	84,29
0,50	69,02
1,00	46,04
1,50	29,57
2,00	19,69
2,50	13,78
3,00	10,08

**Tabella 5:** Valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m



Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu$ T, si rileva che il cavidotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale sul piano di calpestio, pari a 84,29  $\mu$ T, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100  $\mu$ T.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza  $h=1,1$  m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu$ T.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 5,5 m, alla quale il campo residuo risulta essere inferiore a 3,00  $\mu$ T.

Pertanto viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 11 m pari a 5,5 m per lato centrato sull'asse del cavidotto, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>31/07/2023</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 56</p>

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10  $\mu$ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.