



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SARDEGNA



OPERA:

**PROGETTO DI UNA CENTRALE EOLICA OFFSHORE GALLEGGIANTE
NEL CANALE DI SARDEGNA DENOMINATA "SARDINIA SOUTH_2" E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE
Art. 21, D.Lgs. n. 152/2006 - DEFINIZIONE DEI CONTENUTI SIA (SCOPING)

COMMITTENTE:



AVENHEXICON S.r.l.
Viale Luigi Majno, 5
20122 - Milano
C.F. e P.Iva 12219810962

PROGETTISTA:



MPOWER S.r.l.
Dott. Ing. Edoardo Boscarino
(Coordinatore Project Team)
Via Niccolò Machiavelli, 2 - 95030 - Sant'Agata Li Battiati (CT)
C.F. e P.Iva 04265440877



PROJECT TEAM:

Dott. Arch. Attilio Massarelli (Staff di Coordinamento e Rendering)
Dott. Ing. Giovanni Battaglia (Staff di Coordinamento)
Dott. Geol. Alessandro Treffeletti (GIS)
Dott. Geol. Damiano Gravina (GIS)
Dott. Geol. Marco Gagliano (GIS)
Dott. Geol. Stefania Maria Nitopi (GIS)
Dott. Geol. Salvatore Bannò (Geologia)
Dott. Geol. Stefania Serra (Aspetti Naturalistici ed Ambientali)

Dott. Ing. Elio Occhino (Acustica Ambientale)
Dott. Ing. Muhammad Saqib (Aspetti strutturali e geotecnici)
Dott. Ing. Alessandro Cali (Aspetti aeronautici)
Geom. Antonio Fleri (Aspetti demaniali)
Dott. Rosario Pignatello - IBLARCHÈ s.r.l.s. (Aspetti Archeologici)
Dott. Ing. Giancarlo Guenzi - ENERGOCONSULT s.r.l. (Impianti elettrici)
Dott. Ing. Gianni Barletta (Impianti elettrici)

OGGETTO:

SCOPING PRELIMINARE AMBIENTALE
RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE

| REV. | DATA | OGGETTO DELLA REVISIONE | ELABORAZIONE | VERIFICA | APPROVAZIONE |
|------|------------|-----------------------------------|--------------|----------|--------------|
| 00 | 15-05-2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | GG/GB/EB | EB |
| | | | | | |
| | | | | | |


SCALA: -
FORMATO: A4

CODICE DOCUMENTO:

| | | | |
|----------|------|--------|------|
| SS2 | SCOP | R.09 | 00 |
| COMMESSA | FASE | TAVOLA | REV. |

CODICE ELABORATO:

R.09.00

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------|--|-------------|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Rev. 0 | | Doc. Prop.: |
| | Data: 15/05/2023 | Pagina 1 di 17 | | | |

Sommario

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | DESCRIZIONE DEL PROGETTO..... | 2 |
| 2.1 | Descrizione generale | 2 |
| 2.2 | Informazioni sul progetto | 4 |
| 2.3 | Panoramica del progetto..... | 4 |
| 2.4 | Schema funzionale | 5 |
| 2.5 | Sistema di trasmissione dell'energia | 6 |
| 2.6 | Collegamento elettrico tra aerogeneratori | 7 |
| 3 | Descrizione elementi tecnici dell'impianto elettrico | 9 |
| 3.1 | Aerogeneratori..... | 9 |
| 3.2 | Off-Shore Transformer Module (OTM)..... | 11 |
| 3.3 | Cavi di interconnessione | 12 |
| 3.4 | Cavi di collegamento HVAC con la RTN..... | 12 |
| 3.5 | Stazione di consegna alla RTN situata a terra..... | 14 |
| 4 | DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO DI POTENZA..... | 14 |
| 5 | CONCLUSIONI..... | 17 |

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|-------------------|------------------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. | 0 | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 2 di 17 | | Doc. Prop.: | |

1 PREMESSA

Nella presente relazione viene trattata la progettazione elettrica preliminare di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica offshore di tipo galleggiante nel Canale di Sardegna e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da realizzarsi, a cura della società proponente **Avenhexicon S.r.l.**, nata come joint venture paritetica tra la società di sviluppo di impianti rinnovabili **Avapa Energy S.r.l.** con sede in Italia e la società svedese **Hexicon A.B.**

L'area d'impianto insiste su una superficie complessiva di specchio acqueo pari a 169 kmq del Canale di Sardegna prospiciente la costa della provincia del Sud Sardegna (ex provincia di Cagliari), ubicata ad una distanza minima di oltre 12 miglia nautiche (circa 23 km) dalle coste più vicine di Capo Teulada e Capo Spartivento.

Tale area è stata selezionata sulla base di studi preliminari, in considerazione della risorsa eolica disponibile, della presenza di vincoli normativi, urbanistici e ambientali nonché della distanza dalla costa, natura e profondità dei fondali e della possibilità di connessione alla rete elettrica nazionale.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Descrizione generale

L'impianto eolico offshore in progetto denominato "SARDINIA SOUTH_2", si sviluppa a largo della costa meridionale, nel tratto di mare antistante Capo Teulada e Capo Spartivento.

Esso è composto da n. 15 strutture di fondazione galleggianti a forma triangolare ancorate al fondale, dotate ciascuna di n. 2 aerogeneratori, ciascuno con potenza nominale di 25 MW, per un numero totale di aerogeneratori pari a 30 ed una potenza totale dell'impianto di 750 MW.

Per quanto riguarda l'energia prodotta e trasformata su due SSE offshore galleggianti da 150 a 380 kV alternata, si propone con il presente progetto l'immissione della energia prodotta sulla rete nazionale di Terna in corrispondenza della nuova SE "Sulcis 3" a 380 kV di Terna che sarà ubicata nel territorio del Comune di Perdaxius (CI) in contrada "Serra de Su Pranu". Tale ipotesi potrà essere successivamente confermata o modificata in funzione alla STMG che sarà fornita da Terna.

Il trasporto di tale energia avverrà tramite una terna di cavidotti subacquei HVAC a 380 kV per una lunghezza di 47 km fino al litorale della spiaggia di Tuareda situato tra Capo Malfatano e

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | |
|--|--|------------------------------|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | Proponente:  | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Doc. Prop.: | |
| Rev. 0 | Data: 15/05/2023 | Pagina 3 di 17 | | |

Capo Spartivento, e successivamente, attraverso una doppia terna di cavidotti terrestri, che percorreranno la rete stradale esistente fino alla SE Sulcis 3 per una lunghezza di circa 58 km.

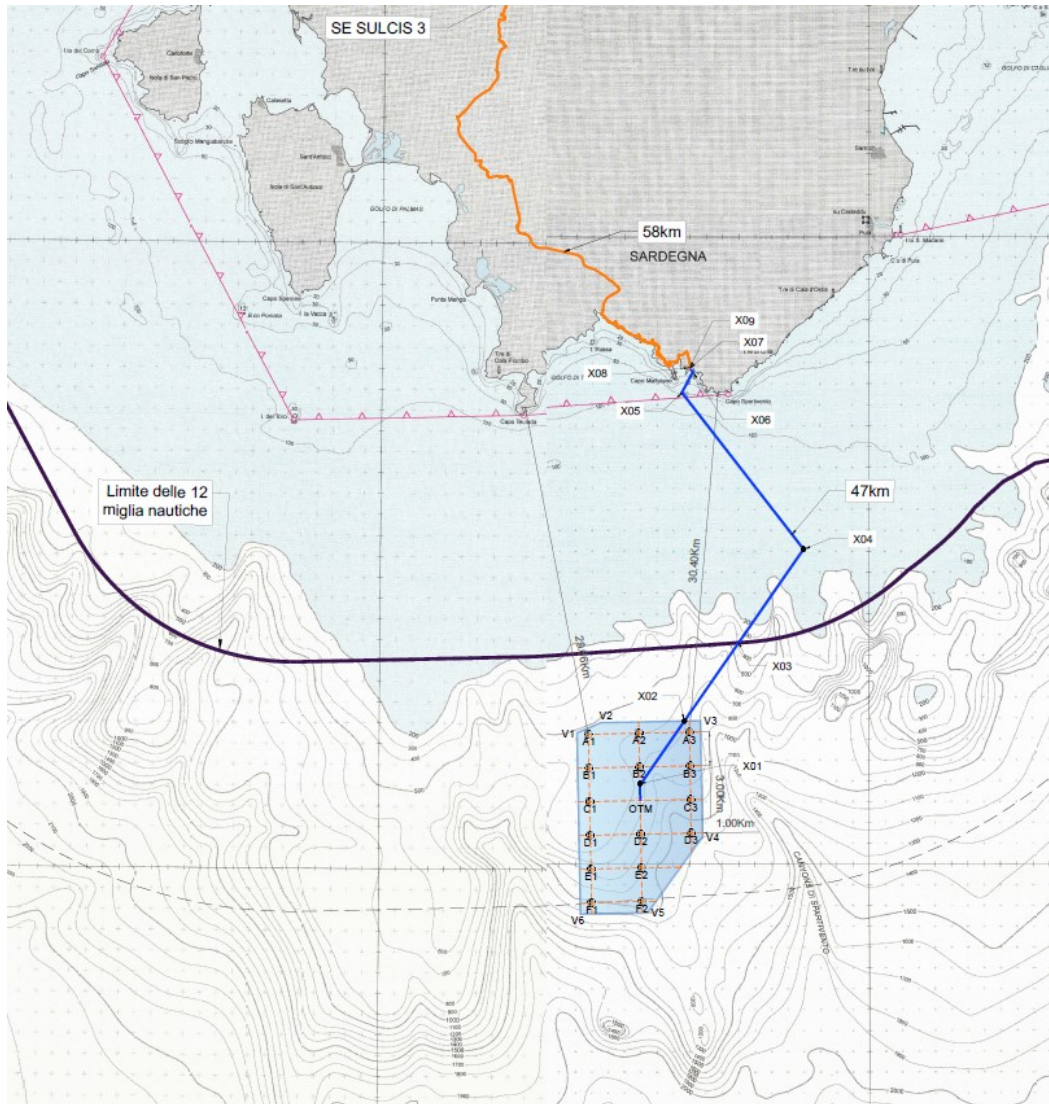




Figura 1 – Individuazione area di intervento su carta batimetrica

L'impianto eolico offshore insiste:

- sul mare della Piattaforma Continentale Italiana, all'esterno delle 12 miglia nautiche dalla costa ed entro le 200, ai fini dell'installazione delle torri eoliche, della

| | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|--|------------|-----------|
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|------------------------------|--|-------------|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| | Rev. 0 | | | | |
| | Data: 15/05/2023 | | Pagina 4 di 17 | | Doc. Prop.: |

sottostazione flottante, dei cavi marini in AT di collegamento degli aerogeneratori alla stazione off-shore e di parte del cavidotto marino in AAT;

- sul mare territoriale, entro le 12 miglia marine dalla cosiddetta linea di base, per il passaggio della restante parte di cavidotto marino in AAT sino alla terraferma;
- su parte del territorio regionale sardo, per il passaggio dei cavidotti terrestri, dal punto di approdo a terra sito presso il litorale della spiaggia di Tuareda nel Comune di Teulada (CA), sino al punto di connessione alla RTN, rappresentato dalla SE a 380 kV di Terna "Sulcis 3" nel Comune di Perdaxius (CI).

2.2 Informazioni sul progetto

I principali criteri considerati nella progettazione delle interconnessioni dell'impianto di produzione con la Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) sono:

- Potenza di immissione richiesta: 750 MW;
- Ridondanza della linea di trasmissione sottomarina;
- Perdite elettriche contenute nell'ordine del 4% della producibilità annua.

2.3 Panoramica del progetto

Il layout d'impianto prevede l'installazione di n. 30 aerogeneratori su fondazioni galleggianti, formati da una struttura tralicciata metallica a forma triangolare, collegati ad un'unica stazione di trasformazione off-shore (OTM), che rappresenterà il collettore elettrico del campo eolico e l'interfaccia tra l'impianto di produzione e la rete di trasmissione di energia elettrica verso la terraferma.

Per la trasmissione dell'energia elettrica prodotta sarà utilizzata la tradizionale tecnologia HVAC (*High Voltage Alternating Current*).


Il sistema elettrico ha il suo punto cardine alla base di ciascuna torre eolica in cui l'energia prodotta viene elevata, per mezzo di un trasformatore, da media tensione 3,3kV ad alta tensione 150kV, in corrente alternata.

Gli aerogeneratori verranno collegati per mezzo di cavo sottomarino, a gruppi da 4-6 ciascuno, alla relativa sottostazione off-shore (OTM), concentrando così 750 MW di potenza nominale.

L'OTM avrà la funzione di innalzare la tensione fino a 380 kV e sarà collegata alla terraferma con specifici cavi AAT con conduttori in rame da 500 mmq, e relativo cavo di ritorno.

Pertanto l'impianto prevederà:

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. | 0 | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 5 di 17 | | Doc. Prop.: | |

➤ una parte off-shore costituita da:

- n. 30 aerogeneratori, su n. 15 fondazioni galleggianti ancorate al fondale, ciascuno con potenza nominale di 25 MW, per una potenza totale dell'impianto di 750 MW;
- una sottostazione elettrica offshore galleggiante HVAC (OTM) di trasformazione 150/380 kV;
- cavi di interconnessione in AT tra i diversi gruppi di aerogeneratori e la sottostazione offshore;
- tre cavi sottomarini di trasporto dell'energia in AAT, che raggiungono il punto di giunzione con i cavi terrestri fino alla spiaggia di Tuaredda nel Comune di Teulada (CA), coprendo la distanza di circa 47 km.

➤ una parte on-shore costituita da:

- tre cavi terrestri di trasporto dell'energia in AAT che, a partire dal suddetto punto di giunzione, attraverseranno interrati sulla rete stradale esistente, i territori dei Comuni di Teulada, Domus de Maria, Sant'Anna Arresi, Masainas, Giba, San Giovanni Suergiu, Tratalias e Perdaxius, per giungere nel punto di connessione alla RTN, coprendo una distanza stradale di circa 58 km. I comuni precedenti attraversati dal cavidotto terrestre, fanno parte tutti delle province di Cagliari e Carbonia-Iglesias;
- una cabina di trasformazione e consegna per il collegamento alla Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) che verrà ubicata nei pressi della nuova stazione di trasformazione e smistamento onshore a 380 kV "SE Sulcis 3" in contrada "Serra de Su Pranu", di futura realizzazione da parte di Terna S.p.A.

2.4 Schema funzionale

Il progetto complessivo è rappresentato nello schema funzionale. Il punto di interconnessione considerato in progetto è stato scelto in funzione dello stato attuale della rete elettrica e del piano di sviluppo di Terna, in modo che l'energia elettrica in AAT, attraverso la trasformazione, possa essere resa idonea all'immissione nella RTN.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. 0 | | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 6 di 17 | | Doc. Prop.: | |

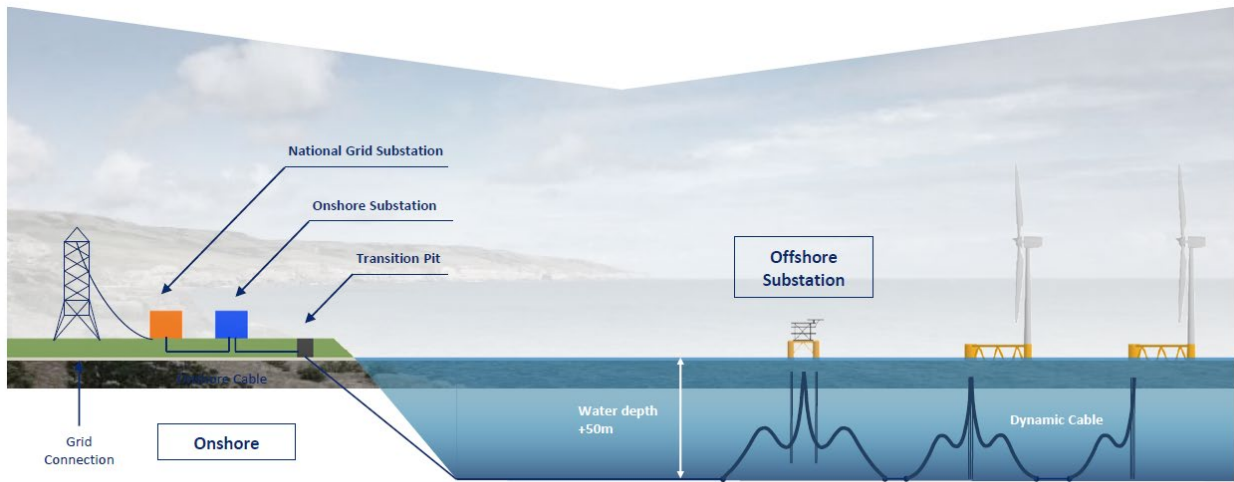


Figura 2 – Schema funzionale del collegamento elettrico

2.5 Sistema di trasmissione dell'energia

Dopo un attento confronto sulle due possibili tecnologie di trasmissione dell'energia elettrica, la tradizionale HVAC (*High Voltage Alternating Current*) e la più performante HVDC (*High Voltage Direct Current*), si è scelto di adottare la prima viste le distanze di collegamento con la terraferma e fino alla consegna dell'energia, inferiori complessivamente ai 100 km.

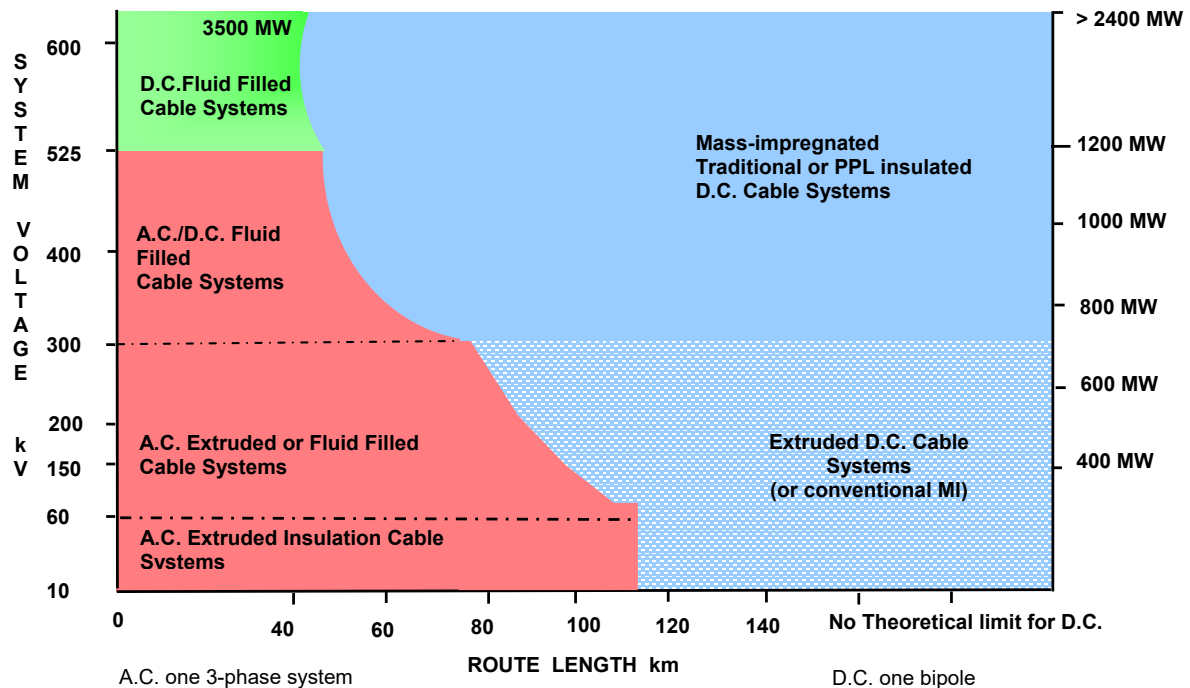


Figura 3 – Tecnologie dei cavi di trasmissione dell'energia

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|--|---|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commessa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. 0 | | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 7 di 17 | | Doc. Prop.: | |

2.6 Collegamento elettrico tra aerogeneratori

Per interconnettere gli aerogeneratori con le relative stazioni di trasformazione e conversione, saranno impiegati cavi sottomarini in rame, isolanti in XLPE a 150 kV, armatura in fili di acciaio zincato e protezione esterna in polipropilene.

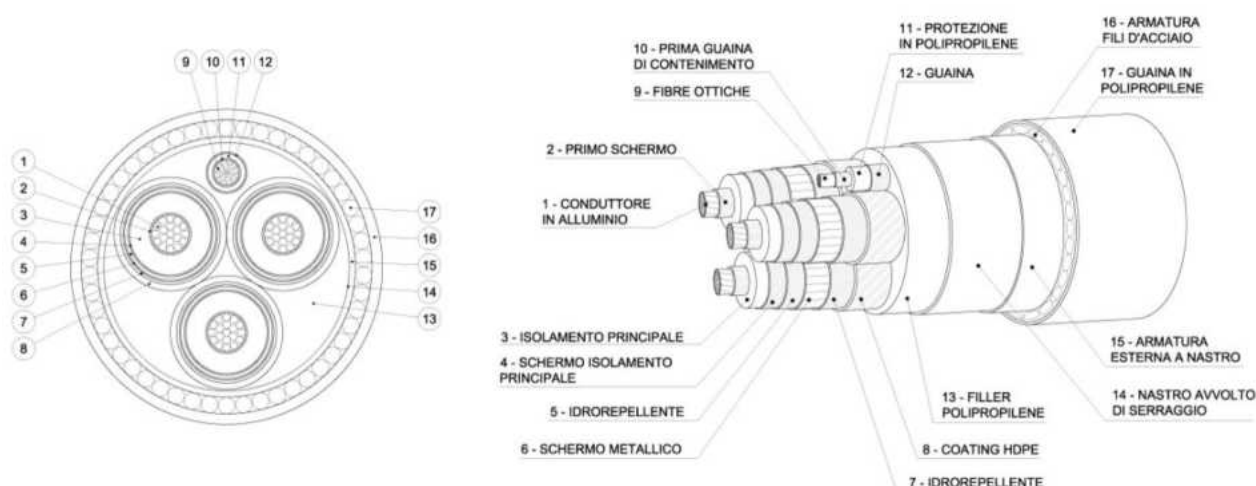


Figura 4 – Struttura cavo a 150 kV


Ciascun circuito dovrà raccordare con un sistema entra-esce da un minimo di 4 fino al massimo di 6 aerogeneratori.

Di seguito le tabelle dei circuiti in cui è suddiviso il campo eolico:

| Circuito | N. WTG | Lunghezza in km cavo Cu 300mmq |
|-----------------|---------------|---------------------------------------|
| 1 | 6 | 26,10 |
| 2 | 6 | 29,10 |
| 3 | 6 | 31,82 |
| 4 | 6 | 24,60 |
| 5 | 6 | 31,82 |
| | 30 | 143,45 |

Tabella 1 – Lunghezza cavi circuiti elettrici

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|-------------------|------------------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------|--|------------------------------|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Rev. 0 | Data: 15/05/2023 | Pagina 8 di 17 |
| Doc. Prop.: | | | | | |

Di seguito la tabella riepilogativa della tipologia di cavi per i diversi collegamenti con le relative sezioni previste:

| Collegamenti Generatori - Sottostazione AT | |
|---|-----------------------------|
| COLLEGAMENTO | CAVO TRIPOLARE 150 kV |
| Generatori n.1 e n.2 più distanti dall'OTM | 3 x 300 mmq Cu |
| Generatori n.3 e n.4 intermedi rispetto all'OTM | 2 x 3 x 300 mmq Cu |
| Generatori n.5 e n.6 meno distanti dall'OTM e fino alla Stazione AT | 3 x 3 x 300 mmq Cu |

| Collegamento Stazione AT - Stazione di Trasformazione HVAC 150/380 kV | |
|--|-----------------------------|
| COLLEGAMENTO | CAVO UNIPOLARE 400 kV |
| Collegamento 1 | 3 x 1 x 1000 mmq Cu |
| Collegamento 2 | 3 x 1 x 1000 mmq Cu |

| Collegamento tra Stazione di Trasformazione HVAC e consegna alla RTN | |
|---|-----------------------------|
| COLLEGAMENTO | CAVO TRIPOLARE 380 kV |
| Collegamento 1 | 3 x 500 mq Cu |
| Collegamento 2 | 3 x 500 mq Cu |
| Collegamento 3 | 3 x 500 mq Cu |

Tabella 2 – Tipologie cavi e sezioni previste

| | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|--|------------|-----------|
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | |
|--|--|------------------------------|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Doc. Prop.: | |
| | Rev. 0 | | | |
| | Data: 15/05/2023 | Pagina 9 di 17 | | |

3 Descrizione elementi tecnici dell'impianto elettrico

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

- gli aerogeneratori;
- la stazione elettrica off-shore HVAC di trasformazione (OTM);
- i cavi di interconnessione tra aerogeneratori e l'OTM;
- i cavi di collegamento con la rete nazionale in alta tensione;
- la stazione di trasformazione e consegna situata a terra.

3.1 Aerogeneratori

Il progetto prevede l'utilizzo di n. 30 turbine ad asse orizzontale aventi le seguenti caratteristiche:

| | |
|---|-----------|
| Potenza nominale | 25.000 kW |
| Diametro del Rotore | 310 m |
| Altezza rotore | 200 m |
| Livello di tensione del generatore | 3,3 kV |
| Livello di tensione in uscita dal trasformatore di macchina | 150 kV |

La tipologia di aerogeneratore verrà stabilita in una fase di progetto più avanzata e secondo le migliori offerte di mercato.

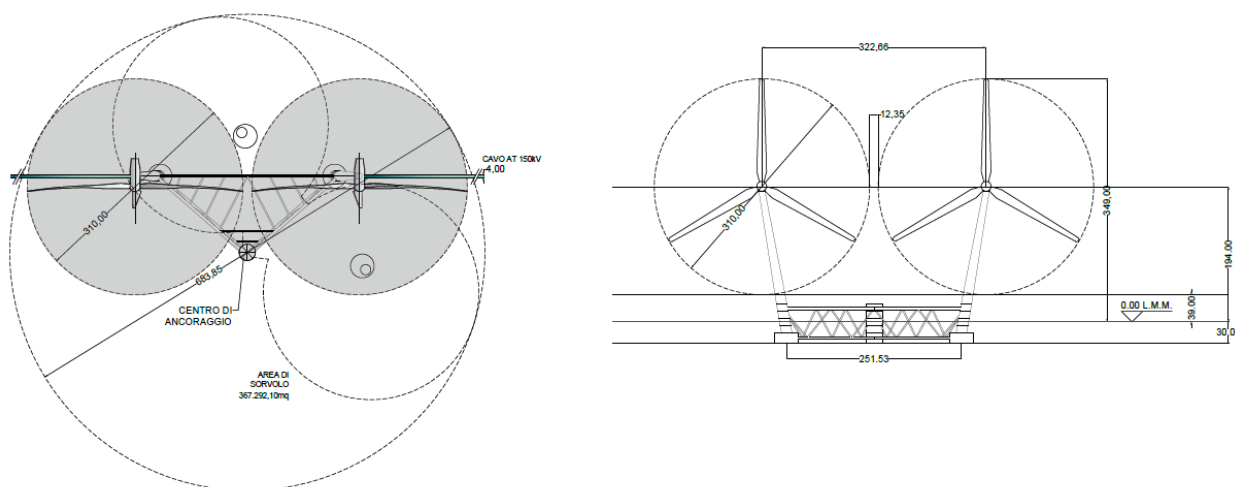


Figura 5 – Dimensionamento struttura "floating" tipo



| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. | 0 | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 10 di 17 | | Doc. Prop.: | |



Figure 6/7 – Struttura di fondazione galleggiante con doppio aerogeneratore

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Rev. 0 | | |
| Data: 15/05/2023 | Pagina 11 di 17 | | | Doc. Prop.: | |

3.2 Off-Shore Transformer Module (OTM)

La sottostazione di trasformazione HVAC sarà disposta in posizione baricentrica rispetto agli aerogeneratori del campo eolico e sarà decretata a raggruppare la potenza di 750 MW.

All'interno di essa avverrà la trasformazione della tensione da 150 kV a 380 kV in corrente alternata, e verrà alloggiato quanto necessario all'attività da espletare (interruttori isolati a gas, reattori di compensazione reattiva, trasformatori AC a basse perdite, sistema di controllo e protezione, sistema di raffreddamento).

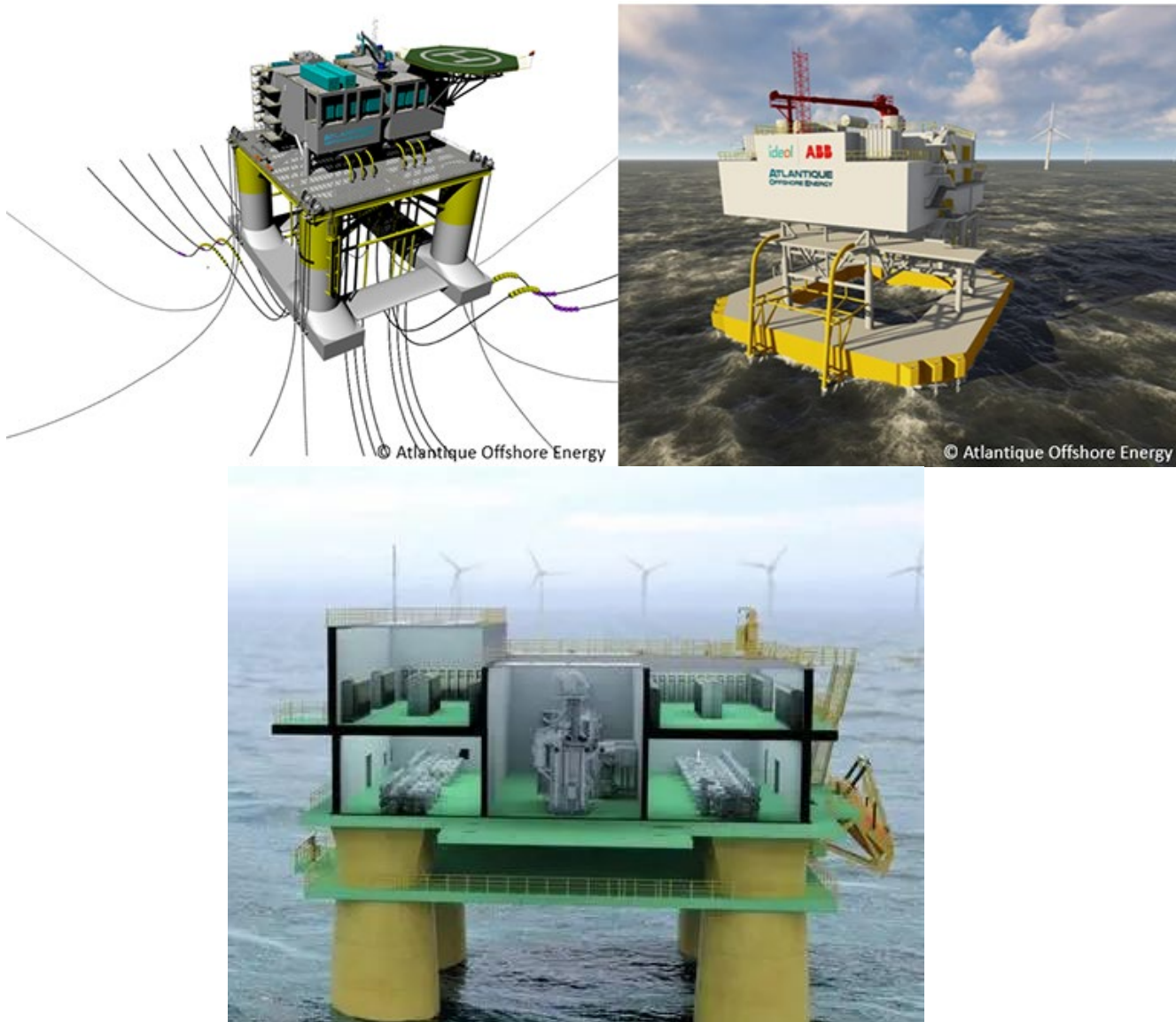


Figure 8/9/10 – Esempio di Stazione HVAC di trasformazione 150/380 kV.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | Rev. 0 | | |
| Data: 15/05/2023 | Pagina 12 di 17 | | | Doc. Prop.: | |

3.3 Cavi di interconnessione

Il sistema di interconnessione tra aerogeneratori e OTM sarà a 150 kV in corrente alternata e prevede l'interconnessione in parallelo di più aerogeneratori in numero variabile da 4 a 6 per ciascun circuito in funzione del layout, della distanza tra le turbine e della corrente di picco generata.

In fase di progettazione esecutiva si provvederà al dimensionamento del conduttore in modo da poter garantire le massime prestazioni sia di affidabilità che di perdite elettriche per trasporto dell'energia.

La struttura del cavo sottomarino permette di poter essere adagiato sul fondale senza ulteriori protezioni.

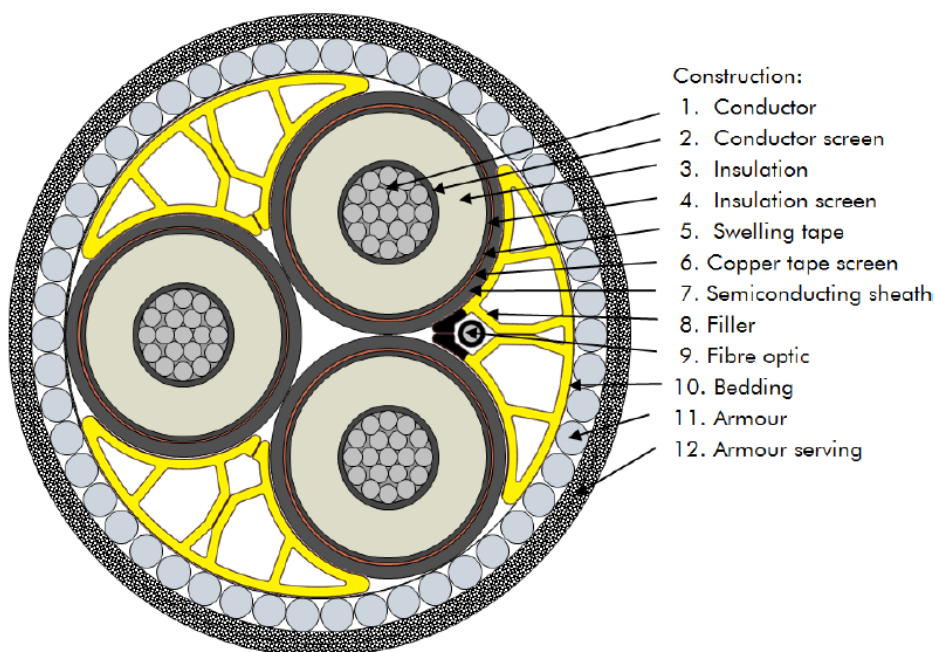


Figura 11 – Struttura cavo 150 kV

3.4 Cavi di collegamento HVAC con la RTN

Per collegare la stazione di conversione (OTM) al relativo POI (*point of interconnection*) situato all'interno della stazione HVAC di Terna saranno impiegati cavi HVAC isolati a 380 kV del tipo *Extruded Cable System*.

| | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|--|------------|-----------|
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. 0 | | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 13 di 17 | | Doc. Prop.: | |

La soluzione si basa su un sistema a 380 kV AC composto da tre cavi tripolari, con una sezione di 3 x 500 mm² in rame cadauno, ogni circuito è dimensionato per trasmettere fino a 400 MW.

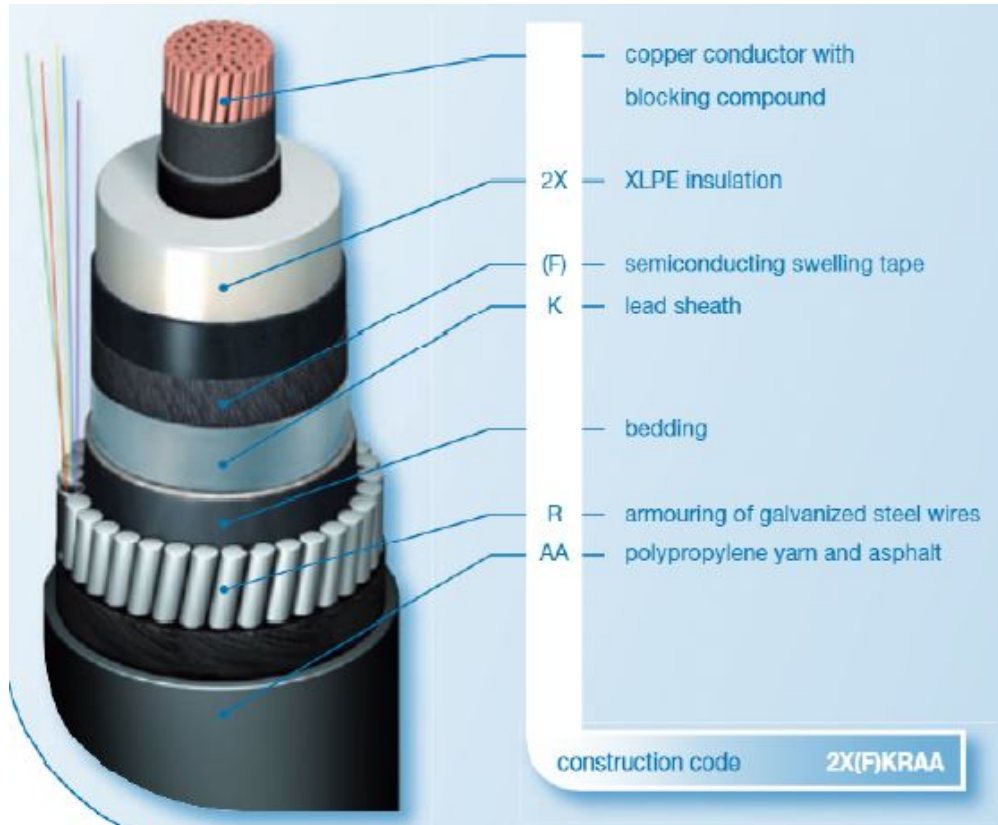


Figura 12 – Struttura cavo AAT a 380 kV, tipo XLPE

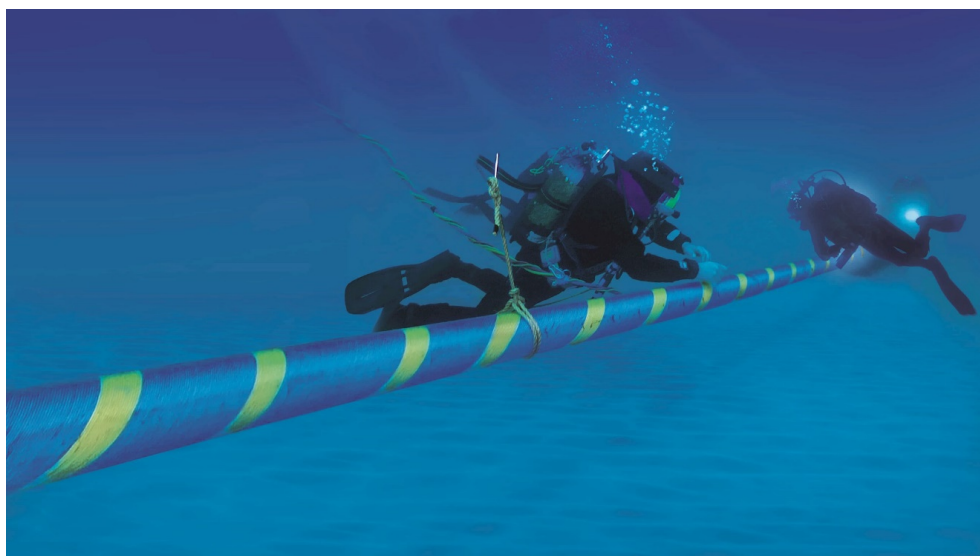


Figura 13 – Posa in opera di cavi AAT su fondale

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|-------------------------------|--|-------------|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| | Rev. 0 | | | | |
| | Data: 15/05/2023 | | Pagina 14 di 17 | | Doc. Prop.: |

3.5 Stazione di consegna alla RTN situata a terra

L'area individuata per la realizzazione della cabina di misura e consegna è situata in contrada "Serra de Su Pranu" presso la nuova stazione SE "Sulcis 3" di futura costruzione da parte di Terna S.p.A., situata nel Comune di Perdaxius in provincia di Carbonia-Iglesias. La connessione avverrà secondo accordi ed indicazioni del gestore della Rete di Trasmissione Nazionale in conformità a quanto previsto dal Codice di Rete.

4 DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO DI POTENZA

I generatori del parco eolico off-shore in oggetto sono collegati a gruppi di 4-6 con dorsali in cavo sottomarino in Alta Tensione a una Sottostazione di Alta Tensione da cui partono le linee in HVAC in cavo sottomarino; queste linee si attesteranno ad un'altra stazione di trasformazione in AAT, che a sua volta si collega ad una stazione HVAC esistente di TERNA.

Si riporta di seguito l'elenco dei componenti principali con le loro caratteristiche.

➤ Aerogeneratori e loro Stazioni Off-Shore

- Aerogeneratori a velocità variabile, V = 3,3 kV, 25 MW
- Stazione di Conversione Frequenza – Tensione a bordo navicella, con uscita a V = 3,3 kV – 50 Hz
- Trasformatore Elevatore Tensione di Generatore / Tensione di Rete (3,3 / 150 kV), P = 27,5 MVA; il trasformatore sarà isolato in olio minerale, e sarà necessario prevedere una vasca di contenimento fuoriuscita olio, con sifone e accorgimenti specifici per autospegnimento dell'olio.
- Sottostazione locale in Alta – Altissima Tensione, tipo *Main Ring Unit* tipo GIS isolata in SF6 con due montanti linea in entra-esce e un montante di generazione. Data la rilevanza del sistema e la potenza in gioco le linee e il montante di generazione saranno tutti equipaggiati con interruttori AT con comando elettrico.

➤ Dorsali di Interconnessione AT – AAT

Lo schema previsto è "radiale semplice" in entra esce tra le stazioni dei vari generatori, ogni dorsale collegherà un gruppo di 4-6 aerogeneratori a una stazione AT Offshore.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|------------------------------|-------------------------------|--|-------------|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| | Rev. 0 | | | | |
| | Data: 15/05/2023 | | Pagina 15 di 17 | | Doc. Prop.: |

Una prima ottimizzazione ha portato a identificare come soluzione ottimale per la tensione di esercizio una Alta Tensione $V = 150$ kV che rappresenta il livello minimo della Alta Tensione. Questa tensione potrà essere rivista in sede di progetto definitivo sulla base delle potenze finali degli aerogeneratori e della loro interdistanza.

- Cavo sottomarino di intercollegamento tra i generatori, e tra l'ultimo generatore e la Sottostazione AT. Si prevede la posa di un cavo sottomarino tripolare $V = 150$ kV con conduttore in Cu sez. 300 mmq per ogni coppia di aerogeneratori fino alla Sottostazione AT; la scelta della sezione sarà successivamente ottimizzata sulla base del progetto definitivo tenendo ottimizzando perdite e caduta di tensione con calcoli di Flusso di Potenza (*Load Flow*).
- Terminazioni cavi AT sia nelle sottostazioni degli aerogeneratori che nella Sottostazione AT; nel progetto definitivo sarà data particolare attenzione alla scelta e alle modalità di installazione, in quanto queste terminazioni sono tra i componenti più critici del sistema a causa delle sollecitazioni a cui sono sottoposte.

Le criticità da tenere in conto, risolvibili ma di elevato livello tecnico, sono la gestione dei Neutri AT e l'intervento delle protezioni a valle di inverter.

➤ **Sottostazione AT**


La Sottostazione AT sarà costruita su di una piattaforma galleggiante in posizione baricentrica rispetto agli aerogeneratori.

Le dorsali in arrivo dai gruppi di aerogeneratori sono collegate ciascuna ad un Trasformatore Elevatore, che porta la tensione delle dorsali alla tensione idonea (HVAC). La sottostazione AT è essenzialmente costituita da una serie di moduli GIS (*Gas Insulated Stations*) che, intercollegati tra loro, formano una barratura AT. Alle sbarre AT si collegano i vari moduli GIS, uno per ogni trasformatore elevatore.

Particolare attenzione sarà prestata a evitare sollecitazioni come vibrazioni ecc. del blocco GIS che dovrà essere il più possibile compatto e montato su *skid* con ammortizzatori.

- Moduli GIS dei Trasformatori Elevatori; sono previsti 16-18 moduli con interruttore, sezionatori ecc., la configurazione ottimale sarà definita in fase di progetto esecutivo. I trasformatori saranno isolati in olio minerale, e sarà necessario prevedere pareti tagliafuoco e vasche di contenimento fuoriuscita olio, con sifone e accorgimenti specifici per autospegnimento dell'olio.
- Collegamenti in condotti sbarre GIS tra i trasformatori elevatori e i relativi moduli GIS; anche questo caso sarà prestata particolare attenzione alle sollecitazioni.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commessa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. 0 | | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 16 di 17 | | Doc. Prop.: | |

- Moduli GIS di TV AT e congiuntore, con caratteristiche simili a quelli precedenti.

➤ **Collegamento HVAC in Cavo**

E' previsto un triplo collegamento in cavo HVAC per l'allacciamento della Sottostazione offshore (OTM) alla SE onshore; il cavo avrà estensione di circa 47 km in percorso sottomarino e circa 58 km in percorso interrato.

Il cavo HVAC sarà composto da tre conduttori tripolari con isolamento solido, ognuno previsto per la portata corrispondente a circa 400 MW, in modo da ottenere una adeguata ridondanza; la tensione di esercizio è ± 380 kV e la sezione è 500 mmq Cu. Come già evidenziato, tensione e sezione del cavo saranno ottimizzate in sede di progetto definitivo.

La posa del cavo sottomarino richiede tecnologie specifiche e una nave attrezzata per questo servizio; si noti che la tecnologia dei cavi sottomarini è consolidata da decenni, ma rappresenta sempre un impegno di alta ingegneria.

- 3 cavi sottomarini 3 x 500 mmq Cu con isolamento solido previsto per 380 kV;
- 3 cavi per posa interrata 3 x 500 mmq Cu con isolamento solido previsto per 380 kV;
- Muffole di collegamento sottomarino;
- Muffole di collegamento per posa interrata.

➤ **Link 380 kV tra la Stazione HVAC e la Sottostazione TERNA 380 kV**

E' necessario realizzare un link AT tra la Stazione onshore HVAC e la Stazione 380 kV di Terna in cui verrà immessa la potenza generata.

Saranno previsti almeno due link, ciascuno per la potenza totale del Parco Eolico; ogni link sarà in condotto sbarre GIS se la distanza tra le due stazioni sarà non superiore a 100 m, o in Linea Aerea a doppia terna con conduttore trinato per distanze superiori. Le caratteristiche definitive e il percorso saranno stabiliti in fase di progetto esecutivo.

➤ **Sottostazione 380 kV TERNA**

Dovranno essere previsti due moduli tipici di Sottostazione 380 kV per il ricevimento dei due link menzionati al punto precedente. Questi moduli saranno a carico di TERNA, ma si dovrà verificare la loro completa compatibilità con le caratteristiche elettriche e elettromeccaniche i link in entrata, così come si dovrà verificare la compatibilità funzionale con le sbarre 380 kV e con le linee in uscita.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |

| | | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|--|--|
| Contraente:  global • engineering • solutions | Progetto per la realizzazione di una CENTRALE EOLICA OFFSHORE nel Canale di Sardegna, denominata "SARDINIA SOUTH_2" | | | Proponente:  AVAPA ENERGY | |
| | RELAZIONE ELETTRICA PRELIMINARE | | | | |
| Commissa: SARDINIA SOUTH_2 | | Contratto: 30/11/2021 | | | |
| Rev. | 0 | | | | |
| Doc.: SS2.SCOP.R.09.00 | Data: 15/05/2023 | Pagina 17 di 17 | | Doc. Prop.: | |

5 CONCLUSIONI

Il progetto ha l'obiettivo, in coerenza con gli indirizzi comunitari, di incrementare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e di fronteggiare la crescente richiesta di energia da parte delle utenze sia pubbliche che private.

In particolare, nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, pubblicato dal MiSE e da questi predisposto di concerto con il MATTM e il MIT, che recepisce le novità contenute nel Decreto Legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il *Green New Deal* previste nella Legge di Bilancio 2020, vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO₂, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento.

Lo scenario PNIEC è l'attuale scenario di policy italiano, basato sulla proposta di Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, che permette di trarre gli obiettivi di decarbonizzazione, copertura rinnovabile ed efficienza energetica previsti al 2030 dal *Clean energy for all Europeans Package*.

Nell'ottica di favorire la crescita delle rinnovabili non programmabili, lo scenario prevede:

- Il raggiungimento del 30% di quota FER sul consumo finale lordo al 2030, in recepimento della Direttiva 2018/2011/UE dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (Direttiva RED II);
- Il raggiungimento del 55% di copertura FER nella generazione di energia elettrica, e che questa possa essere garantita principalmente tramite eolico e fotovoltaico.

Al fine di raggiungere i target relativi alle fonti rinnovabili, che favorirebbero altresì il raggiungimento degli obiettivi di riduzione di emissioni, decarbonizzazione, sviluppo sostenibile, lo scenario PNIEC considera un incremento dell'offerta di energia elettrica da fonte eolica dal 2019 al 2030 corrispondenti a circa 9 GW, per cui l'installazione della *wind farm off-shore* proposta avrebbe evidentemente una rilevanza strategica e funzionale al raggiungimento dei target PNIEC.

La costruzione di una centrale atta a garantire un'offerta energetica da fonte non convenzionale pari a 2,46 TWh annui rappresenterebbe una risposta anche alle esigenze di risoluzione della congestione della rete elettrica e della dipendenza da importazioni in materia energetica.

| | | | | | |
|---|-------------------|--|--|------------|-----------|
| | | | | | |
| 0 | 15/05/2023 | EMISSIONE PER SCOPING PRELIMINARE | GG/GB/EB | EB | EB |
| Rev. | Data | Titolo Revisione | Elaborato | Verificato | Approvato |
| Documento di proprietà di Mpower S.r.l. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. | | | File: SS2.SCOP.R.09.00 Relazione elettrica preliminare.docx | | |