

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech- srl.it Sito: www.geotech- srl.it</small>	PAGE 1 di/of 41

RELAZIONE **AVAILABLE LANGUAGE: IT**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO OFFSHORE: ODRA

Relazione tecnica elettrodotto

00	15/10/2023	EMISSIONE DEFINITIVA	<i>Vito</i> V. Bonifati	 A. Fata V. Bretti	M. Gallina
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

CLIENT VALIDATION

<i>ER</i>	<i>AT</i>	<i>KB</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

CLIENT CODE

IMP.		GROUP.				TYPE			PROGR.			REV	
O	D	R	E	N	G	R	E	L	0	1	8	0	0

CLASSIFICATION	<i>Final issue</i>	UTILIZATION SCOPE	<i>Supporto SIA</i>
-----------------------	--------------------	--------------------------	---------------------

This document is property of Odra Energia S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Odra Energia S.r.l.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech- srl.it Sito: www.geotech- srl.it</small>	PAGE 2 di/of 41

Indice

1.0	INTRODUZIONE	7
1.1	RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO	7
1.1.0	LEGGI	7
1.1.1	NORME TECNICHE	8
1.1.2	PRESCRIZIONI TECNICHE DIVERSE	9
1.2	DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO	9
2.0	SOLUZIONE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASPORTO NAZIONALE	11
3.0	UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE OFFSHORE	13
3.1	CONFIGURAZIONE DEI CAVI DI COLLEGAMENTO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO E DEL CAVO DI ESPORTAZIONE	13
3.1.0	CARATTERISTICHE DEL CAVO SOTTOMARINO A 66 KV	19
4.0	UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE ON SHORE	22
4.1	INTERVENTO 2 – COLLEGAMENTI A 66 KV	23
4.1.0	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	23
4.1.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO.....	24
4.1.2	COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO.....	24
4.1.2.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA 24	
4.1.2.2	COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI	25
4.1.2.3	GIUNTI.....	25
4.1.2.4	TERMINALI PER QUADRO BLINDATO	25
4.1.2.5	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE.....	25
4.1.2.6	SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	26
4.1.3	SEZIONI TIPICHE DI POSA.....	26
4.1.3.1	POSA A TRIFOGLIO SU PASSERELLE ENTRO CUNICOLO TECNOLOGICO – SEZIONE TIPO “A”	27
4.2	INTERVENTO 4 – COLLEGAMENTI A 220 KV	28
4.2.0	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	28
4.2.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO.....	29
4.2.2	COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO.....	29
4.2.2.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA 30	

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 3 di/of 41

4.2.2.2	COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI	30
4.2.2.3	GIUNTI.....	31
4.2.2.4	BUCHE GIUNTI.....	31
4.2.2.5	TERMINALI PER ESTERNO.....	32
4.2.2.6	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE.....	32
4.2.2.7	SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	33
4.2.3	SEZIONI TIPICHE DI POSA.....	33
4.2.3.1	POSA IN TUBIERA RIDOTTA – SEZIONE TIPO “B”	34
4.2.3.2	POSA IN TUBIERA A TRIFOGLIO ALLARGATO – SEZIONE TIPO “C” E “CBIS”	34
4.3	INTERVENTO 6 – COLLEGAMENTI A 380 KV	36
4.3.0	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	36
4.3.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL’ELETTRDOTTO IN CAVO.....	36
4.3.2	COMPOSIZIONE DELL’ELETTRDOTTO.....	36
4.3.2.1	CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA	37
4.3.2.2	COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI	37
4.3.2.3	GIUNTI.....	38
4.3.2.4	BUCHE GIUNTI.....	38
4.3.2.5	TERMINALI PER ESTERNO.....	39
4.3.2.6	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE.....	39
4.3.2.7	SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	39
4.3.3	SEZIONI TIPICHE DI POSA.....	40
4.3.3.1	POSA IN TUBIERA – SEZIONE TIPO “E”	40
5.0	CONCLUSIONI	42

TABELLE

Tabella 1: Valore preliminare di corrente per stringa	15
Tabella 2: Riepilogo della configurazione dei cavi di collegamento all’interno del parco (inter-array).....	16
Tabella 3: Riepilogo componenti del cavo di esportazione a 66 kV	20
Tabella 4: Stazioni utente.....	23
Tabella 5: elettrodotto in cavo interrato onshore	23
Tabella 6: Caratteristiche cavo di telecomunicazione	26
Tabella 7: Caratteristiche cavo di telecomunicazione	32

 Odra Energia <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech- srl.it Site: www.geotech- srl.it</small>	PAGE 4 di/of 41

Tabella 8: Caratteristiche cavo di telecomunicazione	39
--	----

FIGURE

Figura 1: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.001.00_Inquadramento generale delle opere.....	10
Figura 2: Schema linee di trasmissione ad alta tensione in Puglia.	11
Figura 3: Configurazione dei cavi di collegamento all'interno del parco (inter-array) e del cavo di esportazione.	14
Figura 4: Esempio di cavo di esportazione a 66 kV	19
Figura 5: Configurazioni standard dei cavi dinamici.....	20
Figura 6: Posa dei cavi dinamici "lazy wave" realizzata mediante galleggianti.....	21
Figura 7: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.012_00_Area on shore - Inquadramento su CTR	22
Figura 8: Sezione indicativa del cavo	24
Figura 9: Sezione cavo con 48 fibre ottiche	26
Figura 10: Tipologico cunicolo tecnologico.....	27
Figura 11: Sezione indicativa del cavo	30
Figura 12: Tipologico schema collegamento cross bonding	31
Figura 13: Sezione cavo con 48 fibre ottiche.	33
Figura 14: Sezione indicativa del cavo	37
Figura 15: Tipologico schema cross bonding.....	38
Figura 16: Sezione cavo	39

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech- srl.it Sito: www.geotech- srl.it</small>	PAGE 5 di/of 41

ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

DM	Decreto Ministeriale
DTS	Distributed Temperature Sensing
EPR	Etilene propilene
PEAD	Poli Etilene ad Alta Densità
PNC	Piano Nazionale per gli investimenti Complementari
PNRR	Piano di Ripresa e Resilienza
PVC	Poli Vinil Cloruro
TR – XLPE	Polietilene reticolato
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
MIMS	Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile
RTTR	Real Time Thermal Rating
TOC	Trivellazione Orizzontale Controllata

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 7 di/of 41

1.0 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la descrizione delle caratteristiche tecniche e delle opere necessarie per la costruzione dell'impianto di utenza per la connessione utile per il collegamento alla RTN dell'impianto eolico offshore denominato "**Odra**", ubicato di fronte alla costa sud-orientale della Regione Puglia, in corrispondenza dello specchio di mare compreso tra il comune di Santa Cesarea Terme (LE) e Santa Maria di Leuca (LE).

Più nello specifico, l'elaborato riferisce in merito ai raccordi di connessione in cavo sottomarino e terrestre, rimandando all'elaborato *ODR.ENG.REL.015.00 Relazione tecnica opere elettriche* per il dettaglio delle stazioni di trasformazione e della Buca giunti.

Il progetto in analisi, proposto dalla società Odra Energia S.r.l., con sede legale in Corso Italia 3, 20122 Milano (MI) C.F. P. IVA: 11689210968, è stato sottoposto alla procedura di Scoping presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (ex MiTE) con istanza del 10 Gennaio 2022.

La presente relazione è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica predisposto, a seguito della fase preliminare richiamata, nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

L'approfondimento tematico di cui al presente studio, costituisce parte integrante del Progetto (approfondito a livello di Progetto di fattibilità tecnico-economica secondo quanto stabilito dalle Linee Guida MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (*Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108*)) e della documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale, documenti redatti in conformità delle norme vigenti e richiesti dal D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. e dalla Circolare 40/2012 relativamente alla fase di Valutazione di Impatto Ambientale.

1.1 RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO

In questo paragrafo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle opere descritte nel presente documento.

1.1.0 LEGGI

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n° 327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 8 di/of 41

- Legge 24 luglio 1990 n° 241, “Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi” come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 “Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 “;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell’articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42”;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”;
- Decreto Legislativo 09 Aprile 2008 n° 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato”;
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne”;
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.

Il presente elaborato, inoltre, è stato redatto sulla base delle informazioni riportate nell’elaborato ATA_ODRA_PTO_REL_002_A Relazione Tecnico Illustrativa [Opere Elettriche di Connessione Parco Eolico offshore ODRA – SE 380 kV Galatina (LE) Piano Tecnico delle Opere (PTO), CEBAT S.p.A. – GEOTECH S.r.l.]

1.1.1 **NORME TECNICHE**

- CEI 11-4, “Esecuzione delle linee elettriche esterne”, quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-17, “Esecuzione delle linee elettriche in cavo”, quinta edizione, maggio 1989
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”, seconda edizione, 2002-06
- CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”, prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, terza edizione, 1997:12
- CEI 106-11, “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”, prima edizione, 2006:02

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-ari.it Site: www.geotech-ari.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 9 di/of 41</p>
--	---	---	--

- CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;
- CEI EN 11-37 “Guida per l’esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV”;
- CEI EN 62271-1 “Apparecchiature di manovra e di comando ad alta tensione – prescrizioni comuni”;
- CEI EN 62271-203 “Apparecchiature di manovra con involucro metallico con isolamento in gas per tensioni nominali superiori a 52 kV”.

1.1.2 PRESCRIZIONI TECNICHE DIVERSE

- TERNA - Codice di rete
- TERNA – Allegato A.17

1.2 DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO

L'area designata per l'installazione del parco eolico è ubicata all'estremità meridionale della regione Puglia, nello specchio di mare compreso tra il comune di Santa Cesarea Terme e Santa Maria di Leuca (entrambi in Provincia di Lecce) a distanze comprese tra i 12 km (distanza minima dalla costa) e 24 km e profondità variabili tra 100 m e 200 m circa. Il parco eolico interessa un'area pari a circa 162 kmq collocata a circa 19 Km di distanza dall'imbocco del porto di Otranto e a circa 12 Km di distanza da Castro Marina, fino a raggiungere una distanza massima di 24 km circa dalla costa per gli aerogeneratori situati più al largo.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech- srl.it Sito: www.geotech- srl.it	PAGE 10 di/of 41



Figura 1: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.001.00_Inquadramento generale delle opere

Il parco eolico offshore sarà composto da 90 aerogeneratori per complessivi 1.325 MW.

Il parco eolico sarà collegato a mezzo di cavi sottomarini fino a località La Fraula dove avverrà una prima trasformazione da 66kV a 220kV, per poi connettersi alla stazione TERNA di Galatina a 40km di distanza, attraverso un cavidotto AT.

Per ogni ulteriore dettaglio sulle caratteristiche del progetto si rimanda all'elaborato ODR.ENG.REL.003.00_Relazione tecnica.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-ort.it Sito: www.geotech-ort.it	PAGE 11 di/of 41

2.0 SOLUZIONE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASPORTO NAZIONALE

In data 08/03/2022, la società FALCK RENEWABLES ODR A S.R.L. ha ricevuto da TERNA la Soluzione Tecnica Minima Generale in risposta alle richieste di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per i quattro impianti di generazione da fonte rinnovabile (eolica offshore) ODR A, ODR B, ODR C e ODR D, i primi due di taglia pari a 332,5 MW i rimanenti di taglia pari a 330 MW.

Per tutti gli impianti, identificati rispettivamente con i codici pratica 202100983, 202100984, 202100985, 202100986, la soluzione di connessione prevedeva il collegamento in antenna a 380 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150 kV di Galatina, previa realizzazione dei seguenti interventi previsti da Piano di Sviluppo Terna:

- Elettrodotto 380 kV Foggia – Larino – Gissi (cod. 402-P)
- Elettrodotto 380 kV Deliceto – Bisaccia (cod. 505-P)
- Elettrodotto 380 kV Aliano – Montecorvino (cod. 546-P)
- Elettrodotto 380 kV Montecorvino – Benevento (cod. 506-P)
- Elettrodotto 380 kV area Nord Benevento (553-N)

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'ARERA, TERNA comunicava che i nuovi elettrodotti in antenna a 380 kV per il collegamento degli impianti sulla stazione RTN costituivano impianto di utenza per la connessione, mentre gli stalli a 380 kV nella suddetta stazione costituivano impianti di rete per la connessione.

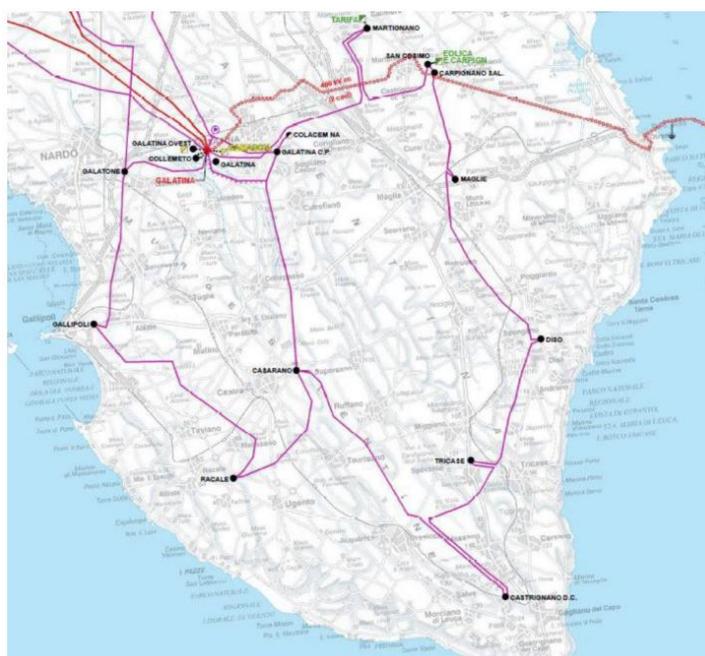


Figura 2: Schema linee di trasmissione ad alta tensione in Puglia.

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 12 di/of 41</p>
--	---	---	---

In data 19/07/2022, FALCK RENEWABLES ODRA S.R.L. ha provveduto all'invio a TERNA, per ciascun impianto, il modello 4a Bis per la Richiesta della documentazione progettuale delle Opere della Rete di Trasmissione Nazionale.

Con lettere inviate a FALCK RENEWABLES ODRA S.R.L. da TERNA in data 06/04/2023 veniva specificata da terna la posizione degli stalli assegnati all'interno della SE di Galatina per la connessione degli impianti alla RTN.

Nelle lettere, una per ciascun impianto, veniva altresì specificato la necessità della condivisione degli stalli assegnati tra più impianti ed in particolare:

- L'impianto Odra A si prevede condivida lo stallo con l'impianto Odra B;
- L'impianto Odra C si prevede condivida lo stallo con l'impianto Odra D

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 13 di/of 41</p>
--	---	---	---

3.0 UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE OFFSHORE

Come premesso, il parco eolico offshore Odra è composto da 90 aerogeneratori. Il parco è complessivamente diviso in quattro campi, suddivisi in quattro stringhe con cinque o sei aerogeneratori per stringa.

Il cavo di esportazione collega ogni stringa con la Buca giunti, da dove i cavi onshore si dipartono verso la sottostazione onshore. Il parco eolico in progetto non prevede nel caso di base la sottostazione offshore (ovvero non c'è un aumento di tensione dalle turbine alla sottostazione onshore), pertanto il livello di tensione sia per l'inter-array che per il cavo di esportazione alla sottostazione Lato Mare è pari a 66 kV.

Nella sottostazione onshore sono presenti idonei trasformatori per l'aumento di tensione fino a 220 kV per il collegamento alla linea di trasmissione (interrata), la quale passa ad una seconda sottostazione onshore situata vicino al punto di interconnessione con la sottostazione di Terna, Galatina. In questa seconda sottostazione avviene l'elevazione da 220 kV a 380 kV (livello di tensione per il collegamento a Galatina).

3.1 CONFIGURAZIONE DEI CAVI DI COLLEGAMENTO ALL'INTERNO DEL PARCO EOLICO E DEL CAVO DI ESPORTAZIONE

Considerando la configurazione precedentemente descritta per ciascuno dei quattro campi, il numero complessivo dei cavi di esportazione a terra è pari a 16. Inoltre, come già illustrato, l'assenza della sottostazione offshore fa sì che il livello di tensione dagli aerogeneratori alla sottostazione onshore Lato Mare sia pari a 66 kV.

La seguente figura mostra la configurazione dei cavi progettata per ciascuno dei quattro campi che compongono il progetto Odra, sia quelli di collegamento all'interno del parco (inter-array) che del cavo di esportazione dalla sezione offshore alla sottostazione onshore Lato Mare.



Figura 3: Configurazione dei cavi di collegamento all'interno del parco (inter-array) e del cavo di esportazione.

Si riporta di seguito la formula che consente di stimare la corrente prodotta da ciascun aerogeneratore, a seconda della sua potenza:

$$I_{n,gen,k} = \frac{P_{n,gen}}{\sqrt{3} \cdot (66 \cdot 10^3) \cdot 0,99} = \frac{15 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot (66 \cdot 10^3) \cdot 0,99} \cong 132,54 \text{ A} \cong 133 \text{ A}$$

$$I_{n,gen,k} = \frac{P_{n,gen}}{\sqrt{3} \cdot (66 \cdot 10^3) \cdot 0,99} = \frac{14,46 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot (66 \cdot 10^3) \cdot 0,99} \cong 127,77 \text{ A} \cong 128 \text{ A}$$

dove:

- $P_{n,gen}$ = potenza attiva prodotto per aerogeneratore (W);
- V_n = livello di tensione dell'aerogeneratore (V);

- $\cos \varphi_{gen}$ = fattore di potenza.

A partire dalla stima della corrente prodotta da ciascun aerogeneratore, è possibile stimare il valore di corrente totale per stringa.

La seguente formula consente la stima del valore di corrente per le stringhe con 5 aerogeneratori:

$$I_{n,gen,k} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 5 \cdot 133 = 665 \text{ A}$$

$$I_{n,gen,k} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 5 \cdot 128 = 640 \text{ A}$$

La seguente formula consente invece la stima del valore di corrente per le stringhe con 6 aerogeneratori:

$$I_{n,gen,k} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 6 \cdot 133 = 798 \text{ A}$$

$$I_{n,gen,k} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 6 \cdot 128 = 768 \text{ A}$$

Dove k è il numero di aerogeneratori per ciascuna stringa.

Tabella 1: Valore preliminare di corrente per stringa

Campi del parco Odra	Numero di stringhe	Valore di corrente per stringa (A)
A	4	640/768
B	4	640/768
C	4	665/798
D	4	665/798
Totale cavi di esportazione	16	-

La tabella seguente riassume la configurazione dei cavi di collegamento all'interno del parco (inter-array) e la configurazione del cavo di esportazione. Più nello specifico, per ogni sezione si riporta l'indicazione del livello di tensione e della lunghezza del cavo.

Tabella 2: Riepilogo della configurazione dei cavi di collegamento all'interno del parco (inter-array)

Sezione	Tensione [kV]	Lunghezza dei cavi [km]
Odra A		
A1.1 – A1.2	66	2,64
A1.2 – A1.3	66	1,48
A1.3 – A1.4	66	1,45
A1.4 – A1.5	66	1,45
A1.5 – Buca giunti	66	29,548
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
A2.1 – A2.2	66	1,64
A2.2 – A2.3	66	1,63
A2.3 – A2.4	66	1,46
A2.4 – A2.5	66	1,48
A2.5 – A2.6	66	1,41
A2.6 – Buca giunti	66	29,058
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
A3.1 – A3.2	66	1,64
A3.2 – A3.3	66	1,64
A3.3 – A3.4	66	1,63
A3.4 – A3.5	66	1,63
A3.5 – A3.6	66	1,46
A3.6 – Buca giunti	66	30,041
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
A4.1 – A4.2	66	1,47
A4.2 – A4.3	66	1,62
A4.3 – A4.4	66	1,47
A4.4 – A4.5	66	1,62
A4.5 – A4.6	66	1,67
A4.6 – Buca giunti	66	31,597
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
Odra B		
B1.1 – B1.2	66	1,63
B1.2 – B1.3	66	1,63
B1.3 – B1.4	66	1,45
B1.4 – B1.5	66	1,64

Sezione	Tensione [kV]	Lunghezza dei cavi [km]
B1.5 – B1.6	66	1,63
B1.6 – Buca giunti	66	28,542
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
B2.1 – B2.2	66	1,63
B2.2 – B2.3	66	1,63
B2.3 – B2.4	66	1,45
B2.4 – B2.5	66	1,64
B2.5 – B2.6	66	1,63
B2.6 – Buca giunti	66	26,092
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
B3.1 – B3.2	66	1,61
B3.2 – B3.3	66	1,46
B3.3 – B3.4	66	1,43
B3.4 – B3.5	66	2,64
B3.5 – B3.6	66	2,6
B3.6 – Buca giunti	66	17,396
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
B4.1 – B4.2	66	1,64
B4.2 – B4.3	66	1,48
B4.3 – B4.4	66	1,64
B4.4 – B4.5	66	1,44
B4.5 – Buca giunti	66	18,719
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
Odra C		
C1.1 – C1.2	66	1,43
C1.2 – C1.3	66	1,48
C1.3 – C1.4	66	1,46
C1.4 – C1.5	66	1,41
C1.5 – Buca giunti	66	16,681
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
C2.1 – C2.2	66	1,46
C2.2 – C2.3	66	1,44
C2.3 – C2.4	66	1,46
C2.4 – C2.5	66	1,47

Sezione	Tensione [kV]	Lunghezza dei cavi [km]
C2.5 – C2.6	66	1,44
C2.6 – Buca giunti	66	15,747
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
C3.1 – C3.2	66	1,48
C3.2 – C3.3	66	1,4
C3.3 – C3.4	66	1,62
C3.4 – C3.5	66	1,43
C3.5 – C3.6	66	1,44
C3.6 – Buca giunti	66	24,672
Buca giunti – sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
C4.1 – C4.2	66	1,43
C4.2 – C4.3	66	1,45
C4.3 – C4.4	66	1,46
C4.4 – C4.5	66	1,46
C4.5 – Buca giunti	66	22,891
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
Odra D		
D1.1 – D1.2	66	1,46
D1.2 – D1.3	66	1,44
D1.3 – D1.4	66	1,44
D1.4 – D1.5	66	1,42
D1.5 – Buca giunti	66	32,301
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
D2.1 – D2.2	66	1,47
D2.2 – D2.3	66	1,44
D2.3 – D2.4	66	1,45
D2.4 – D2.5	66	1,45
D2.5 – D2.6	66	1,44
D2.6 – Buca giunti	66	32,261
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
D3.1 – D3.2	66	1,45
D3.2 – D3.3	66	1,4
D3.3 – D3.4	66	1,47
D3.4 – D3.5	66	1,45

Sezione	Tensione [kV]	Lunghezza dei cavi [km]
D3.5 – D3.6	66	1,44
D3.6 – Buca giunti	66	30,741
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53
D4.1 – D4.2	66	1,62
D4.2 – D4.3	66	1,63
D4.3 – D4.4	66	1,65
D4.4 – D4.5	66	1,45
D4.5 – Buca giunti	66	29,461
Buca giunti – Sottostazione onshore Lato Mare	66	1,53

3.1.0 CARATTERISTICHE DEL CAVO SOTTOMARINO A 66 KV

Le linee elettriche a 66 kV che collegano gli aerogeneratori della sezione offshore alla sottostazione onshore Lato Mare sono costituite da cavi corazzati a tre anime in rame o alluminio, tra cui una fibra ottica monomodale che si trova all'interno dell'armatura del conduttore, chiaramente idonea per la posa sottomarina. Raggiunta la costa, la Buca giunti consente la transizione tra cavi sottomarini e cavi terrestri funzionanti alla stessa tensione. Al presente livello di avanzamento progettuale i cavi sottomarini previsti sono progettati per 66 kV; si precisa ad ogni modo che le dimensioni finali saranno definite e/o confermate nei successivi livelli di approfondimento progettuale, di concerto con il produttore.

Ad ogni modo la seguente figura rappresenta le caratteristiche tipiche di un cavo sottomarino con una sezione di 800 mm² di nucleo in rame e isolamento EPR.

Cu/TR-XLPE/CWS/APL/PE/HDPE/DSWA/HDPE 38/66kV 3C800mm² +FOC

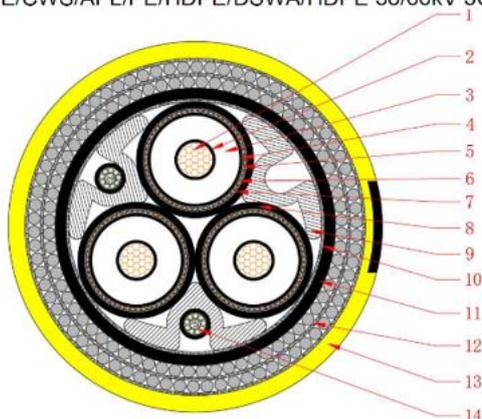


Figura 4: Esempio di cavo di esportazione a 66 kV

La seguente tabella riporta il dettaglio dei vari strati componenti il cavo a 66 kV.

Tabella 3: Riepilogo componenti del cavo di esportazione a 66 kV

N.	Componente	Descrizione	Spessore nominale	Diametro (approssimativo)
1	Conduttore	Trefoli in rame compattato (classe 2) con nastro idrorepellente	/	33,9
2	Schermo conduttore	Composto semiconduttore estruso	0,15+0,2+1,0	55,7
3	Isolante	TR – XLPE	8,5	
4	Schermo isolante	Composto semiconduttore estruso	1,0	
5	Strato idrorepellente	Rivestimento idrorepellente semiconduttore	0,8	69,6
6	Schermo metallico	Filo di rame con il contatore del nastro di rame avvolto ad elica aperta	48/Ø1,5+0,1	
7	Strato idrorepellente	Rivestimento idrorepellente semiconduttore	0,8	
8	Guaina individuale	Guaina estrusa in polietilene con rivestimento in polietilene semi conduttore	3	
9	Riempitivo	Non idroscopico	/	193,3
10	Nastro legante	Non idroscopico		
11	Guaina interna	Polietilene ad alta densità	90±2/Ø5.0 98±2/Ø5.0	
12	Rivestimento	Doppio strato di fili di acciaio zincato con nastro legante		
13	Guaina esterna	Polietilene ad alta densità	8,0	
14	Unità a fibra ottica	2x48 nuclei	/	

La seguente figura illustra infine le principali configurazioni di posa dei cavi dinamici.

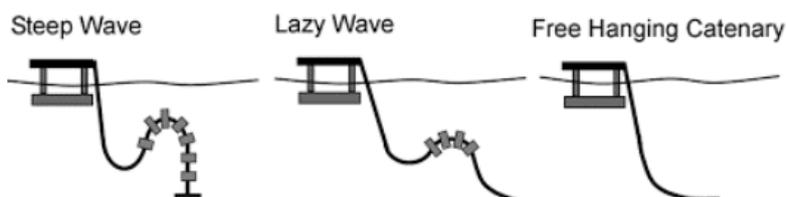


Figura 5: Configurazioni standard dei cavi dinamici.

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-ari.it Sito: www.geotech-ari.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 21 di/of 41</p>
--	---	---	---

Per il percorso del cavo dinamico nei tratti tra la fondazione galleggiante ed il punto di arrivo sul fondale si ritiene di utilizzare la configurazione detta ad “onda pigra” (lazy wave).

Tale configurazione prevede l’installazione di moduli di galleggiamento (boe di supporto) lungo specifiche sezioni del cavo. Tale soluzione riduce le sollecitazioni meccaniche alle quali il cavo sarebbe sottoposto e garantisce una maggiore libertà di movimento (riducendo così i cicli massimi di danno dovuti a tensione e fatica).

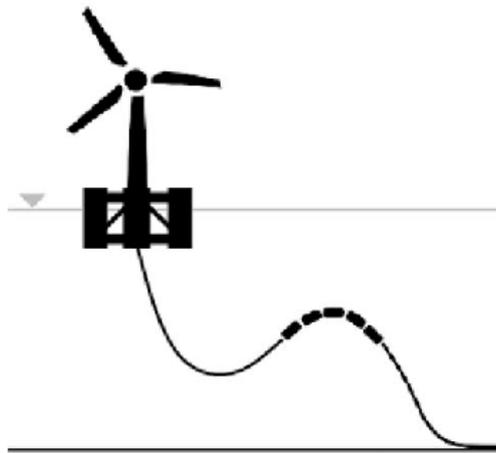


Figura 6: Posa dei cavi dinamici “lazy wave” realizzata mediante galleggianti

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it	PAGE 22 di/of 41

4.0 UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE ON SHORE

La rete di cavi sottomarini “sbarcherà” in località La Fraula, da qui le opere di connessione attraverseranno 12 comuni della Provincia di Lecce: Galatina, Cutrofiano, Corigliano d’Otranto, Melpignano, Maglie, Muro Leccese, Palmariggi, Giuggianello, Minervino di Lecce, Uggiano la Chiesa, Otranto e Santa Cesarea Terme.

Nella figura sottostante è riportata l’ubicazione delle opere di connessione su carta tecnica regionale.

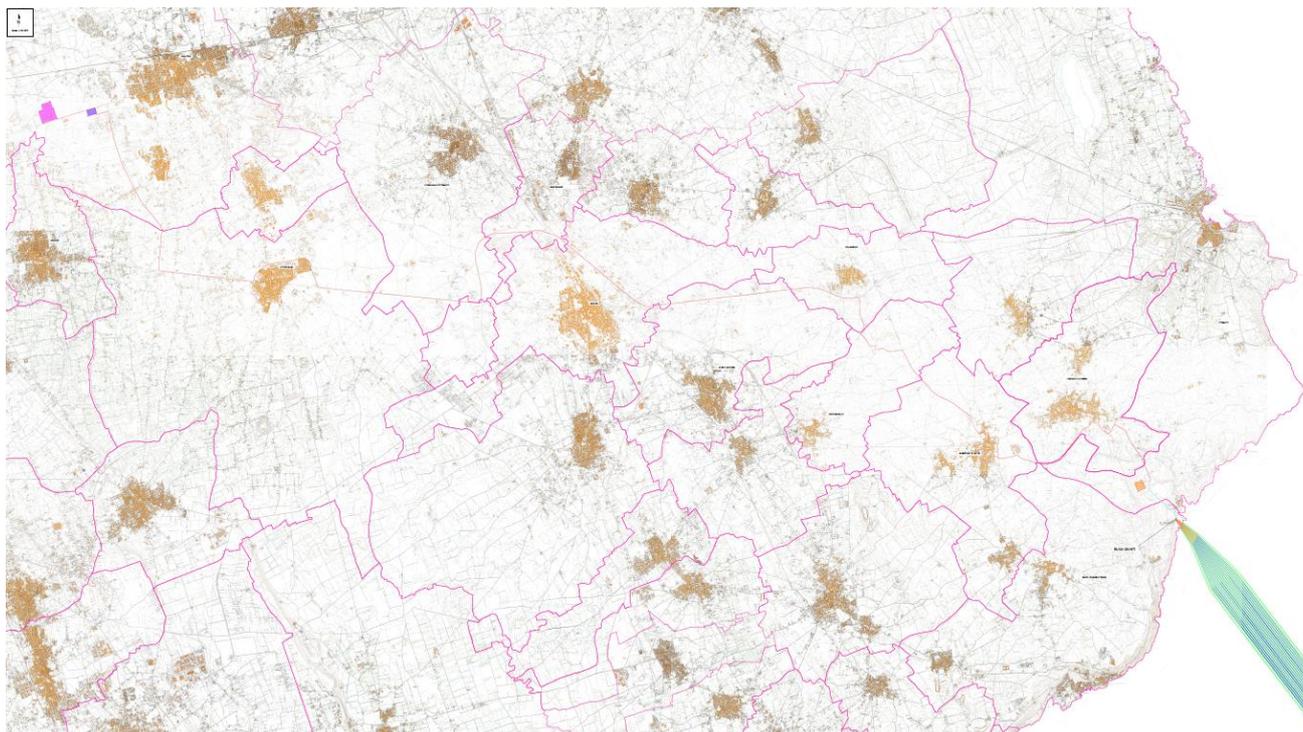


Figura 7: Estratto elaborato ODR.ENG.TAV.012_00_Area on shore - Inquadramento su CTR

In dettaglio, gli interventi previsti nella sezione onshore si possono così riassumere:

- Intervento 1: costituito dalla Buca giunti Mare/Terra;
- Intervento 2: costituito dai collegamenti a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE66/220 kV Odra Lato Mare;
- Intervento 3: costituito dalla nuova SE 66/220kV Odra Lato Mare;
- Intervento 4: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 220 kV tra la SE 66/220 kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 5: costituito dalla nuova Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 6: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 380 kV tra la Stazione utente 380/220 kV e la SE TERNA 380/150 kV Galatina.

Nelle tabelle di seguito si riporta per ciascuna opera prevista l’ubicazione e i comuni interessati.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 23 di/of 41

Tabella 4: Stazioni utente.

Nome	Area [m2]	Comune
Stazione Utente 380/220 kV	32043	Galatina (LE)
Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare	27300	Otranto (LE)

Tabella 5: elettrodotto in cavo interrato onshore

Nome	Lunghezza [m]	Collegamenti	Comuni attraversati
Elettrodotto in cavo interrato a 66 kV (n.16 terne)	1531	L'elettrodotto collega la buca di transizione marino terrestre con la Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare	Otranto e Santa Cesarea Terme
Elettrodotto in cavo interrato a 220 kV (n.4 terne)	39387	L'elettrodotto collega la Stazione Utente 220/66 kV Odra Lato Mare con la Stazione Utente 380/220 kV	Otranto, Uggiano la Chiesa, Minervino di Lecce, Giuggianello, Palmariggi, Muro Leccese, Maglie, Melpignano, Corigliano d'Otranto, Cutrofrano, Galatina
Elettrodotto in cavo interrato a 380 kV (n.2 terne)	1800	L'elettrodotto collega la Stazione Utente 380/220 kV con il punto di connessione presso la sezione 380kV della SE TERNA di Galatina	Galatina

Nel corpo del presente documento saranno descritti i seguenti interventi:

- Intervento 2: costituito dai collegamenti a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE66/220kV Odra Lato Mare;
- Intervento 4: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 220kV tra la SE 66/220kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 6: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 380kV tra la Stazione utente 380/220 kV e la SE TERNA 380/150kV Galatina.

4.1 INTERVENTO 2 – COLLEGAMENTI A 66 KV

Il presente paragrafo descrive il cavidotto di collegamento a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE 220/66kV Odra Lato Mare. Per come è strutturato il campo eolico, suddiviso per quanto già detto in quattro sottocampi, il cavidotto terrestre a 66kV sarà composto da 16 terne di cavi, 4 per ciascun sottocampo, che dovranno essere collegati alla sezione 66kV della SE 66/220kV Odra Lato Mare.

Il cavidotto sarà pertanto formato da sedici terne di cavi che viaggeranno su passerelle all'interno di due cunicoli tecnologici come specificato di seguito.

4.1.0 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dell'elettrodotto inizia in corrispondenza della Buca giunti di transizione marino/terrestre a ridosso della strada provinciale n°358 in comune Santa Cesarea Terme in località La Fraula.

Il tracciato del cavidotto esce dalla Buca giunti immettendosi subito sulla strada provinciale SP358 alla chilometrica 10+450 in direzione Uggiano La Chiesa.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it	PAGE 24 di/of 41

Il tracciato prosegue sempre sulla strada provinciale per circa 1300m ovvero in corrispondenza della strada di ingresso alla stazione Odra Lato Mare. Qui svoltando a sinistra sarà posato sulla nuova strada da realizzare fino al cancello della stazione.

Qui i cavi tramite appositi cunicoli interrati saranno portati all'interno dei 4 edifici previsti in cui sono ubicati i quadri blindati a 66kV.

4.1.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

Il tratto di elettrodotto interrato sarà costituito da 16 terne di cavi composte ciascuna da tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Le principali caratteristiche elettriche per ciascuna terna sono le seguenti:

- Tensione nominale: 66 kV in corrente alternata;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Corrente nominale: 1000 A (Massima portata in relazione alle condizioni di posa);
- Sezione nominale del conduttore :1000 mm².

4.1.2 COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO

L'elettrodotto è costituito dai seguenti componenti:

- Conduttori di energia;
- Terminali per quadro blindato;
- Sistema di telecomunicazioni.

Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche tecniche delle opere.

4.1.2.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato.

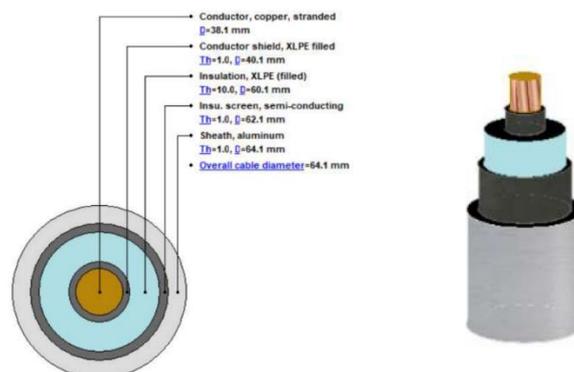


Figura 8: Sezione indicativa del cavo

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 25 di/of 41</p>
--	---	---	---

L'elettrodotto sarà costituito da sedici terne di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in rame con sezione pari a 1000 mm²; esso sarà un conduttore a corda rigida compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, e da nastri semiconduttivi igroespandenti.

Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di alluminio, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale ed a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

4.1.2.2 COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI

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

Inoltre, dovranno devono essere opportunamente collegati al fine di limitare le correnti di ricircolo indotte nei cavi, che costituiscono un limite termico per le portate.

Il progetto del collegamento degli schermi sarà dettagliato in fase di progetto esecutivo.

4.1.2.3 GIUNTI

I collegamenti tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE 220/66kV Odra Lato Mare sarà realizzato con pezzature uniche, pertanto lungo la tratta non sono previsti giunti.

4.1.2.4 TERMINALI PER QUADRO BLINDATO

I terminali per entrata in cabina blindata con isolamento in SF₆ saranno costituiti da un cono deflettore del campo elettrico e da un isolatore in resina per l'entrata nel vano terminale della cabina blindata con isolamento in SF₆. Il cono deflettore verrà inserito direttamente sul cavo, opportunamente preparato, e dovrà essere in grado di guidare le linee di campo elettrico secondo gradienti elettrici che non portino al cedimento degli strati isolanti. Una volta montato il cono deflettore sul cavo, questo verrà inserito all'interno del terminale, secondo un meccanismo di tipo plug-in. Il terminale dovrà essere di tipo "dry-type", ovvero non dovrà necessitare di olio isolante per il suo corretto funzionamento.

I terminali per entrata in cabina blindata, in quanto contenitori a pressione di gas, dovranno avere passato tutte le prove richieste dalla legislazione italiana di riferimento, ed avere le relative certificazioni emesse dagli enti preposti.

4.1.2.5 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra la stazione Odra Lato Mare e il campo eolico. Le fibre ottiche presenti nei cavi sottomarini saranno connesse, all'interno della Buca giunti, con quelle terrestri.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-ort.it Sito: www.geotech-ort.it</small>	PAGE 26 di/of 41

Tabella 6: Caratteristiche cavo di telecomunicazione

Numero Fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13mm
Peso cavo	0,13 kg/m

Indicativamente verrà impiegato un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente.



- **Elemento centrale di supporto** : tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose**: in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione**: gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua**: materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness)
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna**: polietilene
- **Elementi di tiro non metallici**: filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna**: polietilene

Figura 9: Sezione cavo con 48 fibre ottiche

4.1.2.6 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Per il collegamento in progetto si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio permanente del collegamento elettrico, composto da soluzioni DTS e RTTR e analisi dei dati, effettuata con un algoritmo di intelligenza artificiale che consente di identificare eventuali malfunzionamenti del sistema attraverso la generazione di allarmi automatici.

Si tratta di dispositivi optoelettronici in grado di misurare la temperatura mediante fibre ottiche, che funzionano come sensori lineari permettendo così:

- Il monitoraggio delle caratteristiche ambientali;
- Il monitoraggio della temperatura degli strati del cavo;
- La massimizzazione della capacità termica del circuito;
- La valutazione della "Storia termica" (valutazione della vita).

4.1.3 SEZIONI TIPICHE DI POSA

Si prevede il seguente tipo di posa:

- Posa a trifoglio su passerelle entro cunicolo tecnologico - Sezione tipo "A";

La scelta della tipologia di posa è stata dettata principalmente dalla larghezza delle strade percorse e dall'elevato numero di cavi da posare.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it	PAGE 27 di/of 41

4.1.3.1 POSA A TRIFOGLIO SU PASSERELLE ENTRO CUNICOLO TECNOLOGICO – SEZIONE TIPO “A”

Si prevede la realizzazione di due cunicoli tecnologici ai due lati della carreggiata ciascuno formato da un manufatto scatolare “chiuso” in calcestruzzo armato (C 40/50 N/mm², B450C) con giunzione del tipo a bicchiere idoneo a sopportare:

- carichi permanenti dovuti al riempimento del terreno soprastante
- carichi variabili rappresentati da un automezzo da 600 kN per strade di 1^a categoria (DM 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”)
- spinta laterale del terreno di riempimento a tergo dei piedritti e dei carichi variabili previsti
- spinta idraulica esterna dovuta alla presenza di eventuale falda
- azione sismica di riferimento per la località prodotta in conformità alle leggi e normative vigenti, e in particolare alla UNI EN UNI EN 14844: 2012 (prodotti con marcatura CE)

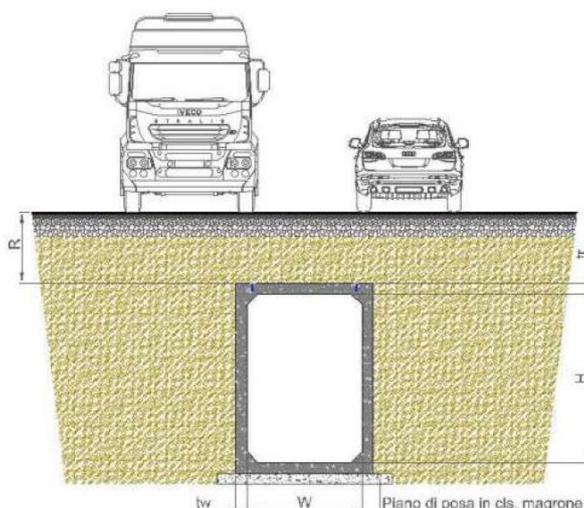


Figura 10: Tipologico cunicolo tecnologico

Ciascuno dei due cunicoli avrà dimensione utile di 1500mm di larghezza e 2000mm di altezza in modo da essere facilmente ispezionabile. Sarà posato ad una profondità di 3m dal piano stradale su piano in magrone, cls C12/15 N/mm² dello spessore minimo di 15-20 cm, armato con rete elettrosaldata \varnothing 6/20x20, perfettamente lisciata secondo la livelletta di progetto.

Sulle due pareti laterali interne verranno posate delle passerelle metalliche, 4 per parete, ad una distanza verticale di 350mm. Su ciascuna passerella verrà posata una terna di cavi.

Al di sopra, al fine di ritombare lo scavo si prevede la posa di uno strato di sottofondo per poi stendere un primo strato di binder dello spessore minimo di 8 cm, al di sopra del quale verrà posato, in un successivo momento, un adeguato strato di tappetino di usura dello spessore minimo pari a 3 cm.

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <hr/> <p>PAGE 28 di/of 41</p>
--	---	---	---

4.2 INTERVENTO 4 – COLLEGAMENTI A 220 KV

Il presente paragrafo descrive il cavidotto di collegamento a 220kV tra la SE 220/66kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV. Per quanto specificato al capitolo 2.0, TERNA ha espresso la necessità della condivisione degli stalli assegnati tra più impianti ed in particolare uno stallo sarà in condivisione tra gli impianti Odra A e B e uno tra gli impianti Odra C e D. Ciò detto, il cavidotto sarà formato da due terne di cavi che viaggeranno affiancate.

4.2.0 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dell'elettrodotta inizia in corrispondenza della SE 220/66kV Odra Lato Mare localizzata nel comune di Otranto (LE).

Il tracciato del cavidotto esce dalla stazione percorrendo un breve tratto sul tracciato di una strada sterrata per poi immettersi sulla SP358 e percorrendola per circa 1,5 km, sempre rimanendo sulla sede stradale. In questo tratto vengono sottopassati due canali mediante TOC.

All'altezza dell'abitato di Uggiano La Chiesa alla progressiva 2+000 il tracciato svolta verso sinistra percorrendo la viabilità comunale, lambendo così la zona Sud del paese per poi immettersi sulla SP299 prima e SP355 poi in direzione di Minervino di Lecce.

Il tracciato del cavidotto alla progressiva 6+000 raggiunge la zona Est dell'abitato di Minervino, qui svolta verso destra in direzione Nord percorrendo Via Fontanelle, per poi arrivare alla progressiva 6+750 su Via Vittorio Emanuele.

Da qui il tracciato prosegue in direzione Nord-Est, attraversando la Piazza della Chiesa di San Pietro e percorrendo poi per circa 100m Via Piave. In corrispondenza della progressiva 7+000 il tracciato svolta verso sinistra percorrendo Via Volta, attualmente strada a vicolo cieco.

Da qui il tracciato svolta verso sinistra attraversando per circa 500m dei campi coltivati. Superato tramite TOC un corso d'acqua, si immette sulla SP59 che sarà percorsa per circa 2,5km. Circa alla progressiva 10+500 la Provinciale viene abbandonata svoltando verso sinistra in direzione Est e utilizzando una strada secondaria raggiunge la SP235. Questa viene percorsa per circa un kilometro fino all'altezza del cavalcavia della SS16 "Adriatica"; appena prima del cavalcavia il tracciato svolta leggermente verso sinistra e tramite una TOC raggiunge la SS16 all'altezza della kilometrica 991+00, immettendosi sulla carreggiata Nord in direzione di Maglie.

La Statale viene percorsa dal cavidotto per circa 5km, dalla progressiva 13+000 alla 18+000, cercando di rimanere sulla banchina di destra così da occupare il minor spazio possibile in fase di cantiere; inoltre tra la progressiva 15+000 e la progressiva 16+000 il cavidotto segue una strada di servizio parallela alla SS16.

All'altezza dello svincolo con la SS275, appena prima dell'abitato di Maglie, alla progressiva 19+500, il tracciato svolta verso sinistra imboccando lo svincolo. Qui, sempre mediante TOC, sottopassa la Ferrovia Lecce-Otranto e si porta sulla carreggiata Sud della SS16, percorrendola in direzione Nord-Est per circa 2,5km, anche qui cercando di rimanere il più possibile lato banchina.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 29 di/of 41

Alla progressiva 21+500, all'altezza della chilometrica 982+500, il tracciato abbandona la SS16 svoltando a sinistra in direzione Est, attraversando prima nuovamente la Ferrovia Lecce-Otranto per poi immettersi sulla rampa dello svincolo della SS16 per Maglie e Gallipoli.

Superata la rotatoria, circa alla progressiva 22+000 si immette sulla tangenziale di Maglie percorrendola per 3km fino alla rotatoria dove, svoltando a destra, imbecca la SP363 che sarà percorsa per circa 4,5km, fino all'altezza di Via Giuseppe di Vittorio in comune di Cutrofiano alla progressiva 29+500.

L'abitato di Cutrofiano viene praticamente circumnavigato a Nord dal tracciato del cavidotto seguendo prima Via Giuseppe di Vittorio, poi Via Giovanni Pascoli, Via Eugenio Montale e Via Alberto dalla Chiesa per poi, alla progressiva 32+000, reimmettersi sulla SP363 e proseguire verso Est per 2,5km fino alla rotatoria. Qui svoltando a destra imbecca la Strada Provinciale 41 proseguendo verso Nord in direzione Galatina.

Alla progressiva 35+500 entra nel territorio comunale di Galatina seguendo sempre la SP41 prima e la SP352 poi, fino alla progressiva 39+000.

4.2.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

Il tratto di elettrodotto interrato sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Le principali caratteristiche elettriche per ciascuna terna sono le seguenti:

- Tensione nominale: 220 kV in corrente alternata;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Corrente nominale: 1015 A (Massima portata in relazione alle condizioni di posa);
- Sezione nominale del conduttore: 3000 mm².

4.2.2 COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO

L'elettrodotto è costituito dai seguenti componenti:

- Conduttori di energia;
- Un giunto sezionato circa ogni 600-800 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il numero definitivo dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo);
- Terminali per esterno;
- Sostegni portaterminali;
- Sistema di telecomunicazioni.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech- srl.it</small> <small>Sito: www.geotech- srl.it</small>	PAGE 30 di/of 41

4.2.2.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato.

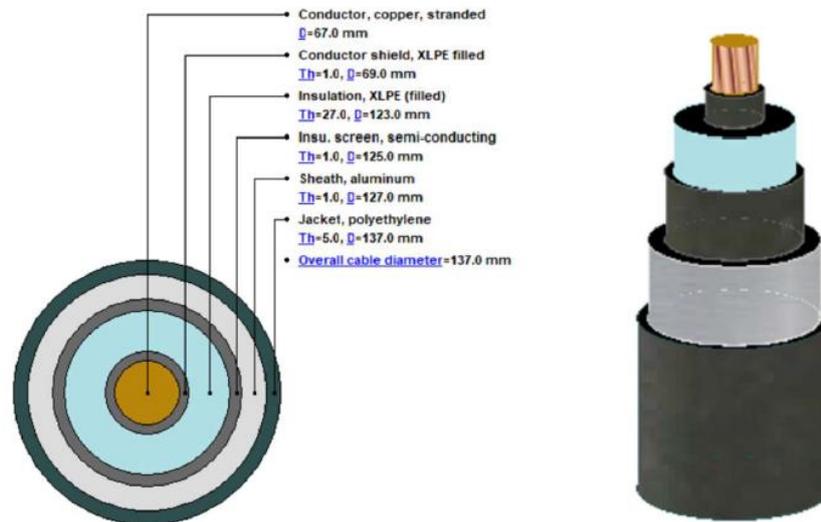


Figura 11: Sezione indicativa del cavo

L'elettrodotto sarà costituito da quattro terne di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in rame con sezione pari a 3000 mm²; esso sarà un conduttore a corda rigida compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, e da nastri semiconduttivi igroespandenti.

Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di alluminio, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale ed a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

4.2.2.2 COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI

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

Inoltre, dovranno devono essere opportunamente collegati al fine di limitare le correnti di ricircolo indotte nei cavi, che costituiscono un limite termico per le portate.

Il progetto del collegamento degli schermi sarà dettagliato in fase di progetto esecutivo in relazione all'esatto numero lunghezza delle pezzature. In linea generale, tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del *cross bonding*, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-ort.it Sito: www.geotech-ort.it	PAGE 31 di/of 41

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

CROSS BONDING

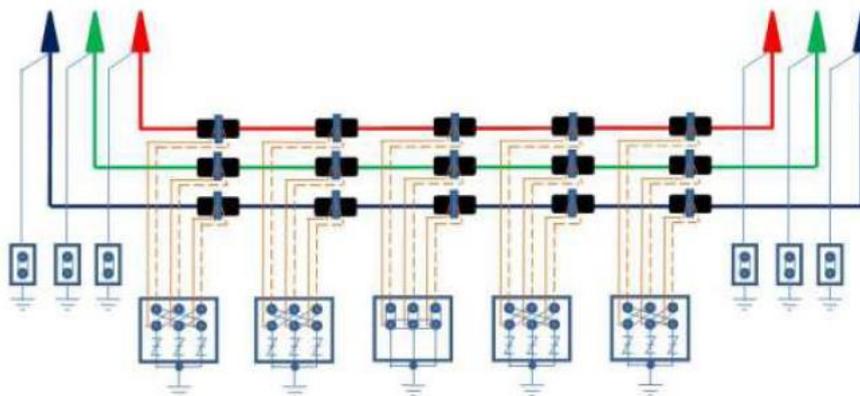


Figura 12: Tipologico schema collegamento cross bonding

4.2.2.3 GIUNTI

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 750 ÷ 800 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto delle bobine.

4.2.2.4 BUCHE GIUNTI

I giunti necessari per il collegamento del cavo saranno posizionati lungo i percorsi dei cavi, a metri 750 ÷ 800 circa l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di apposite buche.

Di seguito si sintetizziamo gli aspetti caratteristici:

- I giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -1,60 ca. e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della Buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame.
- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-arl.it</small> <small>Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 32 di/of 41

- Sempre accanto alla buca di giunzione si prevede l'ubicazione di altri due pozzetti: uno per ospitare le apparecchiature del sistema di telecomunicazione in fibra ottica, l'altro per l'alloggiamento della strumentazione del sistema di monitoraggio.

Posizione buche giunti lungo il tracciato

Vista la particolarità del cavidotto composto da quattro terne di cavi si è posta la problematica della gestione dei giunti da realizzare all'interno di apposite buche, come descritto al paragrafo precedente. Visto l'ingombro di circa 10mx2.9m per ciascuna buca, risulta alquanto complicato prevedere la realizzazione dei giunti per tutte e quattro le terne nella stessa posizione.

Si è pertanto studiata la possibilità di prevedere il giunto per due terne alla volta, come rappresentato nella figura di seguito. In sostanza, ogni 400m circa si prevedono delle aree idonee, di dimensione indicativa 40,00mx3,00m, dove verranno realizzate due buche giunti per due delle quattro terne di cavi. I giunti delle altre due terne verranno realizzate nell'area successiva, e così via in modo alternato.

Le aree per la realizzazione delle buche sono state individuate a bordo strada, cercando di rimanere all'interno della pertinenza stradale dove possibile o all'interno di proprietà private. La scelta delle aree è stata comunque fatte cercando di posizionare i giunti il più possibile lontano da qualsiasi edificio o manufatto.

4.2.2.5 TERMINALI PER ESTERNO

I terminali cavo/aria, da installare agli estremi del cavo all'interno delle due stazioni di partenza e arrivo, saranno costituiti da un cono deflettore del campo elettrico, e da un isolatore in materiale composito. L'isolatore esterno sarà opportunamente sagomato al fine di raggiungere la linea di fuga adeguata alla classe di tensione specificata.

Il terminale dovrà essere di tipo antideflagrante, ovvero dovrà avere superato la prova di arco interno.

4.2.2.6 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Tabella 7: Caratteristiche cavo di telecomunicazione

Numero Fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13mm
Peso cavo	0,13 kg/m

Esso sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-ort.it</small> <small>Sito: www.geotech-ort.it</small>	PAGE 33 di/of 41



- **Elemento centrale di supporto** : tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose**: in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione**: gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua**: materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness)
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna**: polietilene
- **Elementi di tiro non metallici**: filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna**: polietilene

Figura 13: Sezione cavo con 48 fibre ottiche.

4.2.2.7 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Per il collegamento in progetto si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio permanente del collegamento elettrico, composto da soluzioni DTS, RTTR e analisi dei dati, effettuata con un algoritmo di intelligenza artificiale che consente di identificare eventuali malfunzionamenti del sistema attraverso la generazione di allarmi automatici.

Si tratta di dispositivi optoelettronici in grado di misurare la temperatura mediante fibre ottiche, che funzionano come sensori lineari permettendo così:

- Il monitoraggio delle caratteristiche ambientali;
- Il monitoraggio della temperatura degli strati del cavo;
- La massimizzazione della capacità termica del circuito;
- La valutazione della "Storia termica" (valutazione della vita).

4.2.3 SEZIONI TIPICHE DI POSA

Per la tratta 220kV si prevedono diverse tipologie di posa:

- Posa ridotta in tubiera su strada e su suolo agricolo - Sezione tipo "B";
- Posa a trifoglio allargato in tubiera su strada e su suolo agricolo - Sezione tipo "C e Cbis";
- Posa in TOC - Sezione tipo "D",

La scelta della tipologia da impiegare è dettata principalmente dalla larghezza delle strade percorse, dall'eventuale presenza di interferenze da superare, oltre che dalla presenza di ostacoli. In linea generale, ove possibile verrà mantenuta la posa tipo "C" mentre nei casi particolari, dove la sede stradale si stringe o dove c'è necessità di ridurre il più possibile l'ingombro del cavidotto, si opterà per la posa tipo "B". Infine, nei casi in cui si presenta la necessità di superare eventuali ostacoli/interferenze in profondità, verrà impiegata la tecnica della TOC posa tipo "D".

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 34 di/of 41

4.2.3.1 POSA IN TUBIERA RIDOTTA – SEZIONE TIPO “B”

Tale tipologia di posa viene realizzata con scavo di larghezza 290 cm e della profondità standard minima di 1,70 m (tale valore può aumentare in base alle condizioni puntuali estrinseche del tracciato), con letto di posa di cemento magro a resistività termica controllata.

La posa verrà effettuata mediante traino del conduttore all'interno dei tubi in PEAD lisci DN250 mm. A fianco delle tubazioni per la posa dei cavi unipolari sarà prevista una quarta tubazione delle medesime dimensioni per poter ospitare due tritubi in polietilene per l'installazione del cavo in fibra ottica, oltre a un monotubo di Ø50 mm per quanto riguarda il sistema di monitoraggio.

Una volta posate le tubiere, verrà steso intorno ad esse uno strato di intasamento pari a circa 90 cm per tutta la larghezza dello scavo realizzato, con annegato in un foglio di rete in acciaio elettrosaldato.

4.2.3.2 POSA IN TUBIERA A TRIFOGLIO ALLARGATO – SEZIONE TIPO “C” E “CBIS”

Tale tipologia di posa viene realizzata con scavo di larghezza 370 cm e della profondità standard minima di 1,60 m (tale valore può aumentare in base alle condizioni puntuali estrinseche del tracciato), con letto di posa di cemento magro a resistività termica controllata.

La posa verrà effettuata mediante traino del conduttore all'interno dei tubi in PEAD lisci DN250 mm. A fianco delle tubazioni per la posa dei cavi unipolari sarà prevista una quarta tubazione delle medesime dimensioni per poter ospitare due tritubi in polietilene per l'installazione del cavo in fibra ottica, oltre a un monotubo di Ø50 mm per quanto riguarda il sistema di monitoraggio.

Una volta posate le tubiere, verrà steso intorno ad esse uno strato di intasamento pari a circa 70 cm per tutta la larghezza dello scavo realizzato, con annegato in un foglio di rete in acciaio elettrosaldato.

La posa “Cbis” è praticamente la medesima con la differenza che il cavidotto è diviso in due parti, ciascuna con due terne di cavi e posato ai due lati della strada.

Al di sopra, al fine di ritombare lo scavo, a seconda di dove verrà effettuata la posa si prevede quanto segue:

Posa in terreno agricolo:

In questo caso verrà steso del materiale inerte (o altro materiale idoneo) con annegato ad una profondità di circa 70 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso.

La finitura superficiale resterà quella del terreno naturale pre-esistente, con stesa di terreno vegetale al fine di ripristinare la funzione agricola.

Posa su strada sterrata:

In questo caso verrà steso del materiale inerte (o altro materiale idoneo) con annegato ad una profondità di circa 70 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso. Sopra il ritombamento con materiale inerte, una volta rullato e pressato lo stesso, si provvederà a ripristinare la strada sterrata esistente.

Posa su strada asfaltata:

In questo caso verrà steso del materiale tipo Geomix con annegato ad una profondità di circa 80 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso.

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 35 di/of 41</p>
--	---	---	---

Al di sopra del ritombamento, si provvederà a stendere un primo strato di binder dello spessore minimo di 8 cm, al di sopra del quale verrà posato, in un successivo momento, un adeguato strato di tappetino di usura dello spessore minimo pari a 3 cm.

Per effettuare la posa dei cavi AT all'interno della tubiera predisposta, come prima cosa, viene inserita nella stessa una fune di acciaio di tiro. L'operazione avviene immettendo prima all'interno della tubazione un cordino di nylon per mezzo di un apposito utensile, che consente l'iniezione di aria compressa e simultaneamente del cordino.

Le bobine dei cavi energia devono essere maneggiate con cura durante i vari spostamenti e posate una per volta.

Durante lo svolgimento del cavo si provvederà, con un esame visivo, a valutare il buon stato dei cavi stessi.

Dopo aver tolto il cappuccio di protezione in materiale termorestringente o plastico, applicato in fabbrica dal fornitore prima dell'imballaggio di ogni bobina, e preparato la testa di ogni cavo, per il tiro del cavo saranno applicati alla testa stessa dei dispositivi di attacco dotati di un giunto snodato su cui si scaricano i momenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione preventivamente svolta lungo la tratta in questione.

La rotazione della bobina deve essere controllata e, se necessario, frenata allo scopo di evitare dannose piegature del cavo, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina; occorre altresì che durante le operazioni di posa, per quanto riguarda la temperatura, i raggi di curvatura e gli sforzi di tiro, siano rispettati i valori indicati dal costruttore e nelle norme CEI in vigore.

Il tiro del cavo sarà effettuato mediante l'utilizzo di un argano a motore con frizione automatica con un sistema di controllo dello sforzo di trazione che dovrà avvenire in modo graduale e continuativo, evitando le interruzioni posto sul lato opposto rispetto alla bobina.

Lo stendimento del cavo sarà effettuato riducendo al minimo le sollecitazioni meccaniche, la bobina sarà posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse di posa; lo svolgimento del cavo deve avvenire dall'alto, in modo da non invertire la naturale curvatura del cavo.

In corrispondenza della fine di ciascuna pezzatura viene lasciata una adeguata ricchezza in sovrapposizione con quella seguente, per consentire un'agevole esecuzione delle opere di giunzione.

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA</small> <small>Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)</small> <small>Tel. +39 0342610774</small> <small>E-mail: info@geotech-art.it</small> <small>Sito: www.geotech-art.it</small>	PAGE 36 di/of 41

4.3 INTERVENTO 6 – COLLEGAMENTI A 380 KV

Il presente paragrafo descrive il cavidotto di collegamento a 380kV tra la Stazione utente 380/220kV e la stazione TERNA facente parte della RTN di Galatina, in cui sono ubicati gli stalli di consegna. Per quanto specificato al capitolo 2, TERNA ha espresso la necessità della condivisione degli stalli assegnati tra più impianti ed in particolare uno stallo sarà in condivisione tra gli impianti Odra A e B e uno tra gli impianti Odra C e D. Il cavidotto sarà pertanto formato da due terne di cavi che viaggeranno affiancate.

4.3.0 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato dell'elettrodotto inizia in corrispondenza della SE 380/220kV Odra Galatina localizzata a Ovest dell'abitato di Galatina, in area attualmente adibita a coltivazioni a ridosso della strada provinciale n°47 "Galatina-Galatone".

Il tracciato del cavidotto esce dalla stazione sullo spigolo Nord-Ovest immettendosi subito sul lato sinistro, in direzione Galatone, della carreggiata della SP n°47.

Il tracciato prosegue sempre sulla strada provinciale per circa 1200m ovvero all'altezza dello spigolo sSud-Ovest della stazione TERNA. Qui attraversando la carreggiata entra all'interno del perimetro della stazione per poi raggiungere gli stalli assegnati.

4.3.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

Il tratto di elettrodotto interrato sarà costituito da due terne ciascuna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Le principali caratteristiche elettriche per ciascuna terna sono le seguenti:

- Tensione nominale: 380 kV in corrente alternata;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Corrente nominale: 1180 A (Massima portata in relazione alle condizioni di posa);
- Sezione nominale del conduttore: 3000 mm².

4.3.2 COMPOSIZIONE DELL'ELETTRODOTTO

L'elettrodotto è costituito dai seguenti componenti:

- Conduttori di energia;
- Un giunto sezionato circa ogni 750-800 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il numero definitivo dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo);
- Terminali per esterno;
- Sostegni portaterminali;
- Sistema di telecomunicazioni.

Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche tecniche delle opere.

4.3.2.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato.

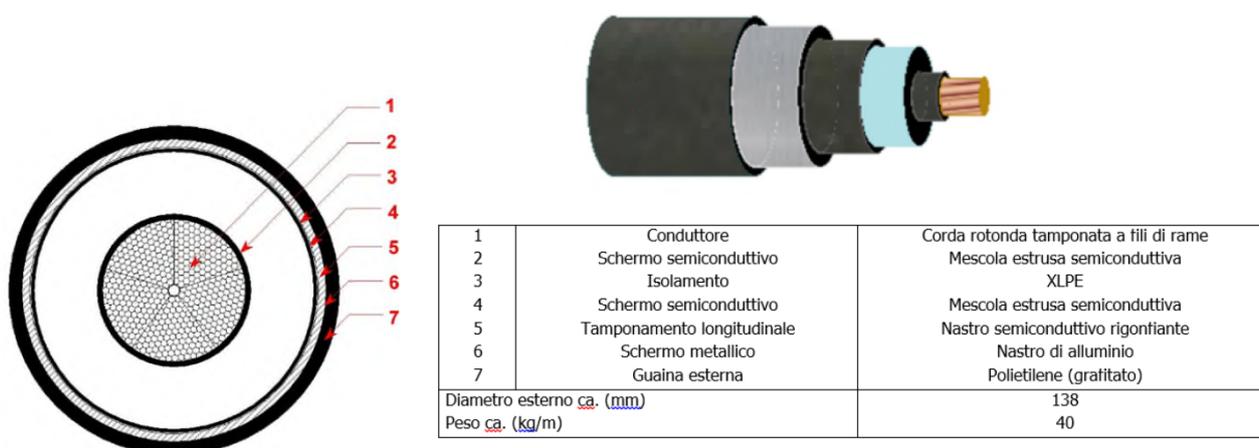


Figura 14: Sezione indicativa del cavo

L'elettrodotto sarà costituito da due terne di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in rame con sezione pari a 3000 mm²; esso sarà un conduttore a corda rigida compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, e da nastri semiconduttivi igroespandenti.

Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di alluminio, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale ed a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

4.3.2.2 COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI

Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto, essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare. Inoltre, dovranno devono essere opportunamente collegati al fine di limitare le correnti di ricircolo indotte nei cavi, che costituiscono un limite termico per le portate.

Il progetto del collegamento degli schermi sarà dettagliato in fase di progetto esecutivo in relazione all'esatto numero lunghezza delle pezzature. In linea generale, tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del *cross bonding*, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 38 di/of 41

in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

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

CROSS BONDING

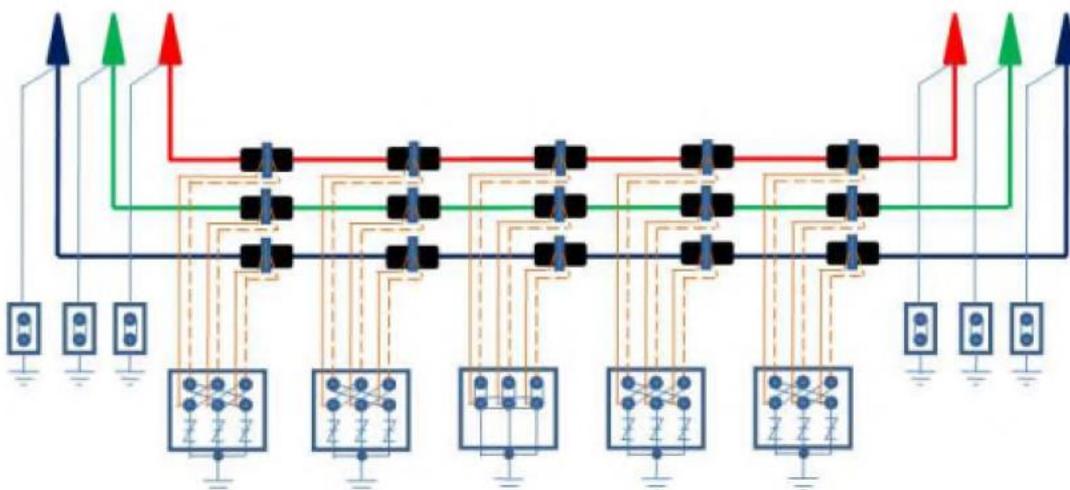


Figura 15: Tipologico schema cross bonding.

4.3.2.3 GIUNTI

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 750+800 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto delle bobine.

4.3.2.4 BUCHE GIUNTI

I giunti necessari per il collegamento del cavo saranno posizionati lungo i percorsi dei cavi, a metri 600-650 circa l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di apposite buche.

Di seguito si sintetizziamo gli aspetti caratteristici:

- I Giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -1,60 ca. e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I Loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della Buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame;

 Odra Energia PARCO EOLICO MARINO			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 39 di/of 41

- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall'impianto di terra;
- Sempre accanto alla buca di giunzione si prevede l'ubicazione di altri due pozzetti: uno per ospitare le apparecchiature del sistema di telecomunicazione in fibra ottica, l'altro per l'alloggiamento della strumentazione del sistema di monitoraggio.

4.3.2.5 TERMINALI PER ESTERNO

I terminali cavo/aria, da installare agli estremi del cavo all'interno delle due stazioni di partenza e arrivo, saranno costituiti da un cono deflettore del campo elettrico, e da un isolatore in materiale composito. L'isolatore esterno sarà opportunamente sagomato al fine di raggiungere la linea di fuga adeguata alla classe di tensione specificata.

Il terminale dovrà essere di tipo antideflagrante, ovvero dovrà avere superato la prova di arco interno.

4.3.2.6 SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONE

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella tabella seguente.

Tabella 8: Caratteristiche cavo di telecomunicazione

Numero Fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13mm
Peso cavo	0,13 kg/m



- **Elemento centrale di supporto** : tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose**: in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione**: gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua**: materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness)
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna**: polietilene
- **Elementi di tiro non metallici**: filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna**: polietilene

Figura 16: Sezione cavo

4.3.2.7 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Per il collegamento in progetto si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio permanente del collegamento elettrico, composto da soluzioni DTS e RTTR e analisi dei dati, effettuata con un algoritmo di intelligenza artificiale che consente di identificare eventuali malfunzionamenti del sistema attraverso la generazione di allarmi automatici.

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETÀ DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Sito: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 40 di/of 41</p>
--	---	--	---

Si tratta di dispositivi optoelettronici in grado di misurare la temperatura mediante fibre ottiche, che funzionano come sensori lineari permettendo così:

- Il monitoraggio delle caratteristiche ambientali;
- Il monitoraggio della temperatura degli strati del cavo;
- La massimizzazione della capacità termica del circuito;
- La valutazione della “Storia termica” (valutazione della vita).

4.3.3 SEZIONI TIPICHE DI POSA

Si prevede il seguente tipo di posa:

- Posa in tubiera su strada e su suolo agricolo - Sezione tipo "E";

La scelta della tipologia di posa è stata dettata principalmente dalla larghezza delle strade percorse e dall'elevato numero di cavi da posare.

4.3.3.1 POSA IN TUBIERA – SEZIONE TIPO “E”

Tale tipologia di posa viene realizzata con scavo di larghezza 295 cm e della profondità standard minima di 1,60 m (tale valore può aumentare in base alle condizioni puntuali estrinseche del tracciato), con letto di posa di cemento magro a resistività termica controllata.

La posa verrà effettuata mediante traino del conduttore all'interno dei tubi in PEAD DN250mm. A fianco delle tubazioni per la posa dei cavi unipolari sarà prevista una quarta tubazione delle medesime dimensioni per poter ospitare due tritubi in polietilene per l'installazione del cavo in fibra ottica, oltre a un monotubo di Ø50 mm per quanto riguarda il sistema di monitoraggio.

Una volta posate le tubiere, verrà steso intorno ad esse uno strato di intasamento pari a circa 50 cm per tutta la larghezza dello scavo realizzato, con annegato in un foglio di rete in acciaio elettrosaldato.

Al di sopra, al fine di ritombare lo scavo, a seconda di dove verrà effettuata la posa si prevede quanto segue:

Posa in terreno agricolo:

In questo caso verrà steso del materiale inerte (o altro materiale idoneo) con annegato ad una profondità di circa 70 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso.

La finitura superficiale resterà quella del terreno naturale pre-esistente, con stesa di terreno vegetale al fine di ripristinare la funzione agricola

Posa su strada sterrata:

In questo caso verrà steso del materiale inerte (o altro materiale idoneo) con annegato ad una profondità di circa 70 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso. Sopra il ritombamento con materiale inerte, una volta rullato e pressato lo stesso, si provvederà a ripristinare la strada sterrata esistente.

Posa su strada asfaltata:

 <p>Odra Energia PARCO EOLICO MARINO</p>		  <p>GEOTECH S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</p>	<p>CODE ODR.ENG.REL.018.00</p> <p>PAGE 41 di/of 41</p>
--	---	---	---

In questo caso verrà steso del materiale tipo Geomix con annegato ad una profondità di circa 80 cm il nastro segnalatore in PVC di colore rosso.

Al di sopra del ritombamento, si provvederà a stendere un primo strato di binder dello spessore minimo di 8 cm, al di sopra del quale verrà posato, in un successivo momento, un adeguato strato di tappetino di usura dello spessore minimo pari a 3 cm.

Per effettuare la posa dei cavi AT all'interno della tubiera predisposta, come prima cosa, viene inserita nella stessa una fune di acciaio di tiro. L'operazione avviene immettendo prima all'interno della tubazione un cordino di nylon per mezzo di un apposito utensile, che consente l'iniezione di aria compressa e simultaneamente del cordino;

Le bobine dei cavi energia devono essere maneggiate con cura durante i vari spostamenti e posate una per volta. Durante lo svolgimento del cavo si provvederà, con un esame visivo, a valutare il buon stato dei cavi stessi.

Dopo aver tolto il cappuccio di protezione in materiale termorestringente o plastico, applicato in fabbrica dal fornitore prima dell'imballaggio di ogni bobina, e preparato la testa di ogni cavo, per il tiro del cavo saranno applicati alla testa stessa dei dispositivi di attacco dotati di un giunto snodato su cui si scaricano i momenti torcenti che si sviluppano nella fune di trazione preventivamente svolta lungo la tratta in questione.

La rotazione della bobina deve essere controllata e, se necessario, frenata allo scopo di evitare dannose piegature del cavo, ammaccature, scalfitture e stiramenti della guaina; occorre altresì che durante le operazioni di posa, per quanto riguarda la temperatura, i raggi di curvatura e gli sforzi di tiro, siano rispettati i valori indicati dal costruttore e nelle norme CEI in vigore.

Il tiro del cavo sarà effettuato mediante l'utilizzo di un argano a motore con frizione automatica con un sistema di controllo dello sforzo di trazione che dovrà avvenire in modo graduale e continuativo evitando le interruzioni posto sul lato opposto rispetto alla bobina.

Lo stendimento del cavo sarà effettuato riducendo al minimo le sollecitazioni meccaniche, la bobina sarà posizionata con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse di posa; lo svolgimento del cavo deve avvenire dall'alto, in modo da non invertire la naturale curvatura del cavo.

In corrispondenza della fine di ciascuna pezzatura viene lasciata una adeguata ricchezza in sovrapposizione con quella seguente, per consentire un'agevole esecuzione delle opere di giunzione.

 Odra Energia <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			CODE ODR.ENG.REL.018.00
		 GEOTECH S.r.l. <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-arl.it Site: www.geotech-arl.it</small>	PAGE 42 di/of 41

5.0 CONCLUSIONI

La presente relazione ha illustrato le principali caratteristiche dei raccordi di connessione in cavo sottomarino e terrestre, dell'impianto eolico offshore flottante denominato "Odra", ubicato di fronte alla costa sud-orientale della Regione Puglia, in corrispondenza dello specchio di mare compreso tra il comune di Santa Cesarea Terme (LE) e Santa Maria di Leuca (LE).

Per quanto riguarda i seguenti interventi (previsti nella sezione onshore):

- Intervento 1: costituito dalla Buca giunti Mare/Terra;
- Intervento 2: costituito dai collegamenti a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE66/220kV Odra Lato Mare;
- Intervento 3: costituito dalla nuova SE 66/220kV Odra Lato Mare;
- Intervento 4: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 220kV tra la SE 66/220kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 5: costituito dalla nuova Stazione utente 380/220 kV;
- Intervento 6: costituito dai collegamenti in cavo interrato a 380kV tra la Stazione utente 380/220 kV e la SE TERNA 380/150kV Galatina;

l'elaborato si è occupato di definire le principali caratteristiche civili dei collegamenti a 66kV tra la Buca giunti Mare/Terra e la SE66/220kV Odra Lato Mare, dei collegamenti in cavo interrato a 220kV tra la SE 66/220kV Odra Lato Mare e la Stazione utente 380/220 kV, e dei collegamenti in cavo interrato a 380kV tra la Stazione utente 380/220 kV e la SE TERNA 380/150kV Galatina.

Per quanto riguarda invece la sezione offshore l'elaborato ha riferito in merito al cavo sottomarino a 66 KV.

Il progettista
Ing. Vito Bretti