

REGIONE
LAZIO



COMUNE DI
ARDEA



COMUNE DI
APRILIA





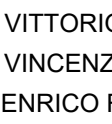
Il Committente:

NP Ardea Wind

NP Ardea Wind S.r.l.
Via Galleria Passerella, 2 - 20122 Milano (MI)
P.Iva: 12753720965/ Rea: MI - 2682010
Pec: npardeawind@legalmail.it

Il Progettista:

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

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

Titolo del progetto:

PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"

Documento:

PROCEDURA DI SCOPING

N. Documento:

REL_01

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	12/12/2023		D.S.B.	V.D.	V.R.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 2

INDICE

LISTA DELLE FIGURE	5
LISTA DELLE TABELLE	7
1. PREMESSA	8
1.1. ITER AUTORIZZATIVO	9
1.2. IL PIANO DELLE FER IN ITALIA	10
1.3. IL PIANO DI SVILUPPO DELL'IDROGENO IN ITALIA	12
2. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO	14
3. ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO	19
3.1. ELEMENTI OFFSHORE	19
3.1.1. TIPOLOGIA DI AEROGENERATORI	19
3.1.2. FONDAZIONE GALLEGGIANTE E ORMEGGIO	21
3.1.3. SISTEMI DI ANCORAGGIO	23
3.1.4. LAYOUT PRELIMINARE DEL PARCO EOLICO	27
3.1.5. SCHEMA ELETTRICO PRELIMINARE	30
3.1.6. SICUREZZA: DISPOSITIVI DI SEGNALAZIONE DELLE TURBINE EOLICHE	37
3.1.7. STAZIONI DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE (SdT)	39
3.1.8. STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE 220/380 kV ONSHORE – SdT "D"	41
3.1.9. CAVI MARINI: CARATTERISTICHE E POSA IN OPERA	44
3.1.10. IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'IDROGENO	47
3.2. ELEMENTI ONSHORE	48

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 3

3.2.1.	PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE, STAZIONE DI SEZIONAMENTO E DI COMPENSAZIONE DELLA POTENZA REATTIVA	48
3.2.2.	CARATTERISTICHE CAVIDOTTO TERRESTRE	51
3.2.3.	CONNESSIONE ALLA RETE NAZIONALE	52
4.	OPERE DI CANTIERIZZAZIONE E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE	54
4.1.	PARTE MARITTIMA	54
4.1.1.	ASSEMBLAGGIO E VARO DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE	55
4.1.2.	INSTALLAZIONE DELLA TURBINA EOLICA SULLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE	56
4.1.3.	MEZZI MARINI DI INSTALLAZIONE E TRAINO	58
4.1.4.	POSA DEL CONDOTTO SUL FONDALE MARINO	59
4.2.	PARTE TERRESTRE	63
4.2.1.	POSA DELLE CONDOTTE	63
4.2.2.	STAZIONE UTENTE, SdT "D" E STORAGE	64
5.	ESERCIZIO E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	71
5.1.	MANUTENZIONE ORDINARIA	72
5.2.	MANUTENZIONE STRAORDINARIA	73
5.3.	PIANO DI PREVENZIONE DEI RISCHI	73
6.	PIANO DI DISMISSIONE	74
6.1.	PRINCIPI GUIDA	74
6.2.	OPERAZIONI DI DISMISSIONE FINALE	75
6.3.	DISTRUZIONE, RICICLAGGIO E SMALTIMENTO DEI COMPONENTI	75
6.4.	MEZZI LOGISTICI	76

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 4</p>

6.5. L'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA BASE DEL PROGETTO	77
7. ANALISI DELLE ALTERNATIVE	81
12.1 ALTERNATIVA ZERO	81
12.2 ALTERNATIVA LOCALIZZATIVA	82
12.3 ALTERNATIVA TECNOLOGICA	83
12.4 ALTERNATIVA PROGETTUALE	84
12.4 RIEPILOGO ALTERNATIVE	85
8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	86
13.1 NORMATIVA EUROPEA	86
13.2 NORMATIVA NAZIONALE	87
13.3 NORMATIVA REGIONE LAZIO	88
13.4 ALTRI RIFERIMENTI	89
9. CONCLUSIONI	90

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 5

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1 - Il diagramma rappresenta la composizione dei consumi finali di energia da fonti rinnovabili rilevati in Italia	11
Figura 2 – Sviluppo e diffusione dell’Idrogeno verde in Italia al 2022 (fonte: Hydrogen Innovation Report 2021)	13
Figura 3 – Schema riassuntivo Parco Eolico offshore “Ardea”	15
Figura 4 - Inquadramento di dettaglio del Parco Eolico “Ardea”	16
Figura 5 - Punto di giunzione	17
Figura 6 – Piano energetico regione Lazio	18
Figura 7 - Aerogeneratore modello VESTAS V236-15.0 MW	19
Figura 8 - Particolare della fondazione galleggiante di tipo floating	22
Figura 9 - Diverse tipologie di strutture galleggianti	23
Figura 10 - Particolare della fondazione galleggiante di tipo floating ad ancoraggio con catenaria	24
Figura 11 - Altre diverse tipologie di ancoraggio al fondale marino: a) dead weight; b) suction bucket; c) helical pile	26
Figura 12 - Layout dell’area di impianto, i cerchi rossi rappresentano le WTG, le linee arancio i collegamenti a 66 kV tra le torri	29
Figura 13 - Schema flusso di potenza	34
Figura 14 - Sezione tipica di SdT offshore	40
<i>Figura 15 - Inquadramento area Stazione di Trasformazione onshore con, in verde, il confine recintato; in blu l’area di storage; in arancio l’area di connessione e in viola la trasformazione 220/380 kV</i>	42
Figura 16 - Inquadramento di dettaglio fossa giunti (arancione) e Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC) (ciano)	45
Figura 17 - Installazione e sistema di protezione di cavidotti marini adagiati sul fondale	47
Figura 18 – Sezione di dettaglio della Fossa Giunti	49

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 6

Figura 19 -Inquadramento su ortofoto della Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC) e della Fossa Giunti	50
Figura 20 – Sezione tipo del cavidotto terrestre	51
Figura 21 – Possibile posizione (in magenta) della nuova Stazione Elettrica Terna per la connessione alla rete elettrica ubicata nel territorio comunale di Aprilia (LT) e posizione della Stazione di Consegna (in verde) ubicata nel territorio comunale di Ardea (RM)	52
Figura 22 - Porto di Anzio individuato per l'assemblaggio delle diverse componenti delle turbine eoliche	55
Figura 23 - Fasi di assemblaggio di una piattaforma galleggiante	56
Figura 24 - Operazione di sollevamento del rotore della turbina	57
Figura 25 - Sezione trasversale schematica della fossa giunti – Rif. Tavola "schema di connessioni e sezioni tipiche"	64
Figura 26 Suddivisione funzionale della SdT "D". Bordato in verde l'area di trasformazione 220/380 kV, bordato in rosso il parallelo di interfaccia (SU) con la SE Terna e bordato in blu il trasformatore 30/380 kV dello storage	65
Figura 27 - BESS - Container tipo	67
Figura 28 - ROV presente su una delle navi	77
Figura 29 - Schema riepilogativo sull'applicazione dell'economia circolare al progetto	80

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>			
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 7</p>

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 1 - Scheda tecnica WTG modello Vestas V236-15.0 MW	21
Tabella 2 - Coordinate geografiche delle turbine del parco	28
Tabella 3 – Coordinate degli aereogeneratori e stringa di appartenenza	32
Tabella 4 - Coordinate della Stazione di Trasformazione e Conversione	32
Tabella 5 - Materie prime utilizzate per la realizzazione dell'impianto	79
Tabella 6 – Tabella riepilogativa delle alternative	85

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 8

1. PREMESSA

Il progetto di un impianto eolico offshore rappresenta una delle principali sfide energetiche contemporanee, poiché costituisce lo strumento per il perseguimento di una strategia energetica finalizzata alla generazione di energia da fonti rinnovabili, sia in Italia che in Europa. Le tecnologie per la realizzazione di impianti eolici offshore sono ormai consolidate, e sia le turbine che i sistemi di fondazione sono sempre più performanti, mostrando rendimenti superiori ed effetti positivi sia in termini di decarbonizzazione che di ripopolamento della fauna marina. Inoltre, a vantaggio di un rendimento superiore, grazie alla forza maggiore e a una maggiore costanza del vento, si ha anche un minor impatto visivo, in quanto gli impianti sono collocati a diversi chilometri dalla costa.

A partire dalle considerazioni sopra esposte, sono scaturite una serie di scelte progettuali che hanno portato alla definizione della proposta di realizzare un impianto eolico offshore per la produzione di energia elettrica collocato nel Mar Tirreno. Il progetto sarà caratterizzato da una potenza pari a 800 MW e sarà affiancato da un impianto storage di potenza pari a 200 MW, sito nel comune di Ardea (RM).

Per la proposta in oggetto è stata già rilasciata da Terna S.p.A. Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) con codice pratica 202202239 che prevede la connessione in antenna a 380 kV su futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380".

L'impianto sarà caratterizzato da un sistema di trasmissione dell'energia prodotta in alta tensione e in corrente alternata (*High Voltage Alternate Current* abbreviato in HVAC); in tale sistema l'energia prodotta dai generatori, a 66 kV, viene elevata alla tensione di 220 kV in una o più stazioni di trasformazione *offshore*, trasmessa a terra, e qui, dopo l'elevazione alla tensione di consegna, indirizzata al punto di connessione (identificato da una nuova Stazione Elettrica - SE - della RTN collocata in entra-esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380"). Per l'opera in oggetto è stata effettuata opportuna richiesta di concessione

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 9

demaniale con istanza datata 27/04/2023 e registrata con prot. 12699, comprensiva di Mod D1 aggiornato con pratica registrata in data 27/04/2023 e registrata con prot. 12650.

1.1. ITER AUTORIZZATIVO

Con riferimento all'attuale quadro legislativo nazionale, ai sensi del comma 3 art. 12 del D.lgs. n. 387/2003 "la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, [...] nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi [...] sono soggetti ad una Autorizzazione Unica. [...] Per gli impianti off-shore l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero dei Trasporti, sentiti il Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con le modalità di cui al comma 4 e previa concessione d'uso del demanio marittimo da parte della competente autorità marittima". Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato, fatto salvo il previo espletamento della Valutazione di Impatto Ambientale di cui al comma 23 del d.lgs. n. 152/2006 (Testo Unico Ambientale).

Il progetto, ai sensi del suddetto decreto, rientra tra quelli sottoposti a VIA: art. 6 comma 7 lett. a) "La VIA è effettuata per i progetti di cui agli allegati II e III alla parte seconda del presente decreto;

ALLEGATO II alla PARTE II - Progetti di competenza statale: art. 7-bis) "Impianti eolici per la produzione di energia elettrica ubicati in mare". Grazie alle modifiche introdotte dal D.lgs. n. 104/2017, è possibile avviare una fase interlocutoria di consultazione, definita altresì con il nome di Scoping per definire la portata delle informazioni, ed il relativo livello di dettaglio, degli elaborati progettuali necessari al procedimento di VIA e, in particolare, dello Studio di Impatto Ambientale.

Alla luce della normativa vigente, il progetto sarà sottoposto contestualmente alla procedura di:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 10

- Autorizzazione Unica alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto, al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministero dello Sviluppo Economico;
- Scoping per la definizione dei contenuti del SIA necessario per l'effettuazione della richiesta di Valutazione di Impatto ambientale al Ministero dell'Ambiente, che coinvolgerà altresì il Ministero dei Beni Culturali;
- Richiesta di Concessione d'uso del demanio marittimo alla competente autorità marittima, per le aree entro le 12 miglia, e di Autorizzazione al Ministero dello Sviluppo Economico per le aree oltre le 12 miglia nautiche.

1.2. IL PIANO DELLE FER IN ITALIA

Le informazioni relative all'attuale diffusione e sviluppo delle Fonti da Energia Rinnovabile in Italia arrivano direttamente dal rapporto del Gestore dei Servizi Energetici (GSE), un documento annuale che monitora la diffusione delle Green Energy sul territorio nazionale. Tale documento è aggiornato al 2021 e tiene conto dei tre principali settori di riferimento, quali: Elettrico, Termico e Trasporti.

Come si può evincere dal GSE, il settore che maggiormente sfrutta le FER in Italia è attualmente quello Elettrico, il quale assicura il contributo green più elevato sotto il profilo energetico. A fine 2021, La potenza efficiente lorda di impianti alimentati da FER installata a fine anno è pari a 58,0 GW (+2,5% rispetto all'anno precedente). Il 72% si concentra negli impianti idroelettrici e fotovoltaici, ai quali corrispondono produzioni effettive rispettivamente di 45,4 TWh e 25,0 TWh (pari – considerate insieme – al 61% della produzione complessiva di energia elettrica annuale da FER).

Nel 2019 le FER sono state impiegate in maniera diffusa sia nel settore Elettrico, coprendo circa il 40% della produzione lorda di energia, sia in quello Termico (20% circa), sia infine nel settore Trasporti (la relativa quota FER, monitorata ai fini del target settoriale al 2020, è pari al 9%). La quota dei consumi energetici complessivi coperta da FER si attesta al 18,2%,

al di sopra – per il sesto anno consecutivo – del target da raggiungere al 2020 fissato per l'Italia dalla Direttiva 2009/28/CE (17%).

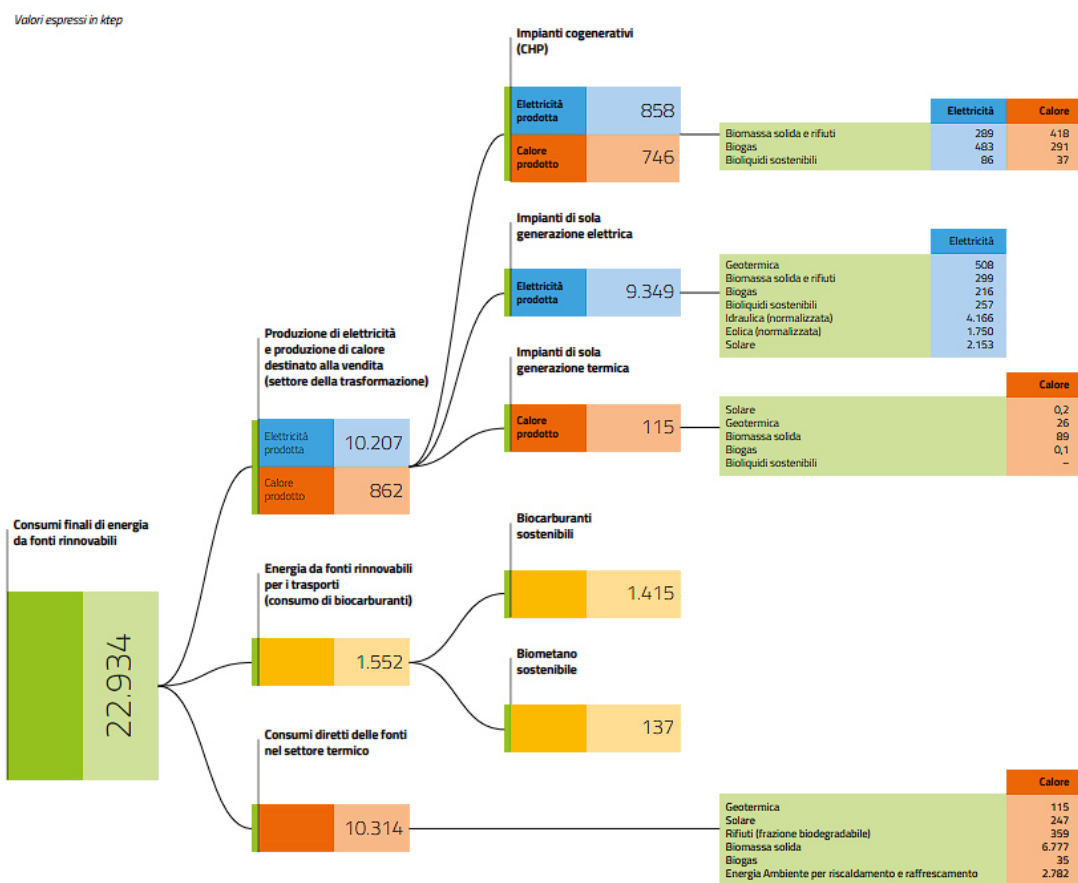


Figura 1 - Il diagramma rappresenta la composizione dei consumi finali di energia da fonti rinnovabili rilevati in Italia

Un tale incremento dell'utilizzo delle FER in Italia va direttamente a incidere positivamente sugli obiettivi in materia di energia e clima per il periodo 2021-2030 che sono stati definiti dall'Unione Europea (UE) con il pacchetto legislativo "Energia pulita per tutti gli europei"

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 12

(Winter package o Clean energy package), il quale è andato a incidere direttamente su tutte le riforme contenute all'interno dei Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Il progetto proposto nella seguente relazione, alla luce di quanto affermato in precedenza, permetterà quindi di poter contribuire positivamente alla continua diffusione delle fonti da energie rinnovabili su territorio nazionale e di poter così raggiungere tutti quegli obiettivi che sono stati fissati all'interno dei vari provvedimenti europei e nazionali (PNRR e PNIEC), in termini di Clima ed efficienza energetica.

1.3. IL PIANO DI SVILUPPO DELL'IDROGENO IN ITALIA

Con il comune obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 55% entro il prossimo 2030, in occasione del Green Deal Europeo, la Commissione Europea (CE) ha deciso di adottare nuove misure legislative volte a favorire lo sviluppo e la diffusione di nuove tecnologie energetiche, tra le quali spicca l'*Idrogeno verde*.

La Strategia adottata dalla CE è basata sullo sviluppo graduale di questa nuova tecnologia, la quale riuscirà a garantire il target di neutralità climatica entro il prossimo 2050. Questa strategia prevede i seguenti punti:

- Al 2024 siano installati almeno 6 GW di elettrolizzatori;
- Al 2030 la capacità produttiva di idrogeno da FER in Europa sia pari a 40GW;
- Al 2050 la capacità produttiva di idrogeno sarà di 500 GW e sarà pari al 14% del mix energetico.

In risposta alle direttive emanate dalla Comunità Europea, lo scorso 2020 è stata pubblicata la Strategia Italiana per lo sviluppo dell'idrogeno che prevede un programma nazionale (Figura 2) per arrivare ad avere sul mercato idrogeno verde entro il 2050. Secondo la strategia italiana i punti da seguire sono:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 13

- Al 2030 prevede che siano installati 5 GW di elettrolizzatori per la produzione di idrogeno, con una penetrazione dell'idrogeno nella domanda energetica finale pari a circa il 2%;
- Al 2050 la penetrazione dell'idrogeno nella domanda energetica finale dovrebbe arrivare fino al 20%.

La possibilità di ricavare energia pulita dall'idrogeno offrirà un grande vantaggio all'intera comunità e permetterà di fare notevoli passi avanti verso un futuro più sostenibile dal punto di vista energetico.

	2020	2030	2050
PENETRAZIONE DELL'IDROGENO**	-1%	2%**	>20%
CAPACITÀ INSTALLATA DI ELETTROLISI	—	5 GW	—
PRINCIPALI SETTORI PER L'IDROGENO	<ul style="list-style-type: none"> • Industria chimica e raffinerie 	<ul style="list-style-type: none"> • Industria chimica e raffinerie • Trasporti su strada/rotaia • Blending 	<ul style="list-style-type: none"> • Industria siderurgica • Trasporto marittimo/aereo • Riscaldamento • Servizi di flessibilità rete elettrica
INVESTIMENTI PREVISTI	—	10 mld €	—

Figura 2 – Sviluppo e diffusione dell'Idrogeno verde in Italia al 2022 (fonte: Hydrogen Innovation Report 2021)

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 14

2. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

L'area individuata per la realizzazione del parco eolico offshore è ubicata nel Mar Tirreno, antistante le coste laziali, indicativamente nello specchio d'acqua che si trova di fronte Marina di Ardea (RM), a distanza di circa 23 km dalla costa, ovvero oltre le 12 miglia nautiche e quindi al di fuori delle acque nazionali, e a una profondità compresa tra i 200 e i 300 m circa.

Il parco eolico offshore in esame sarà formato da 54 WTG (Wind Turbine Generator), di cui 44 WTG con una potenza di 15 MW e 10 WTG con una potenza di 14 MW, per una potenza installata totale pari a 800 MW. Il modello di ogni singolo generatore è il VESTAS 236 - 15.0 MW, del quale verranno approfondite le caratteristiche tecniche nei capitoli successivi.

L'interconnessione tra le turbine sarà effettuata mediante cavo elettrico dinamico sottomarino a 66 kV, i cui nodi sono posizionati internamente alle torri eoliche. Dal punto di vista elettrico l'impianto eolico sarà suddiviso in 9 stringhe in cui le torri formano i nodi. Le stringhe, in gruppi di 3, faranno capo ognuna a una propria Stazione di Trasformazione (SdT) fissata al fondale tramite Jacket (struttura di acciaio tubolare a forma di traliccio con gambe ancorate al fondo marino per mezzo di pali) e su cui saranno successivamente posati i restanti moduli di produzione e servizi.

Saranno presenti n. 3 SdT, denominate "A", "B" e "C", che raccoglieranno l'energia prodotta dalle turbine (a 66 kV), la eleveranno alla tensione di 220 kV e la indirizzeranno verso la costa lungo un percorso di ca. 24 km.

Il punto di giunzione mare-terra sarà ubicato dentro una stazione, denominata Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC), che svolgerà anche funzione di sezionamento, tramite interruttori compatti di tipo GIS, e stazione di rifasamento grazie all'istallazione di n.3 reattori, di tipo induttivo, con funzione di compensazione della potenza reattiva capacitiva dovuta ai cavi.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 15

In uscita dalla SGC si dipartiranno i cavidotti terrestri in corrente alternata AT 220 kV, per una lunghezza di circa 12,7 km, fino al punto di connessione alla Stazione di Trasformazione onshore che eleverà la tensione al valore di 380 kV e realizzerà la connessione (per una lunghezza di circa 1,7 km) in antenna a 380 kV, sulla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380". È prevista inoltre la realizzazione di un sistema di accumulo di potenza complessiva pari a 200 MW da immettere in rete in caso di fabbisogno energetico.

Tutte le opere che permetteranno il collegamento del Parco Eolico alla RTN saranno presentate nel dettaglio nei capitoli successivi, ciononostante, si rimanda alla Figura 3 per una panoramica riassuntiva.

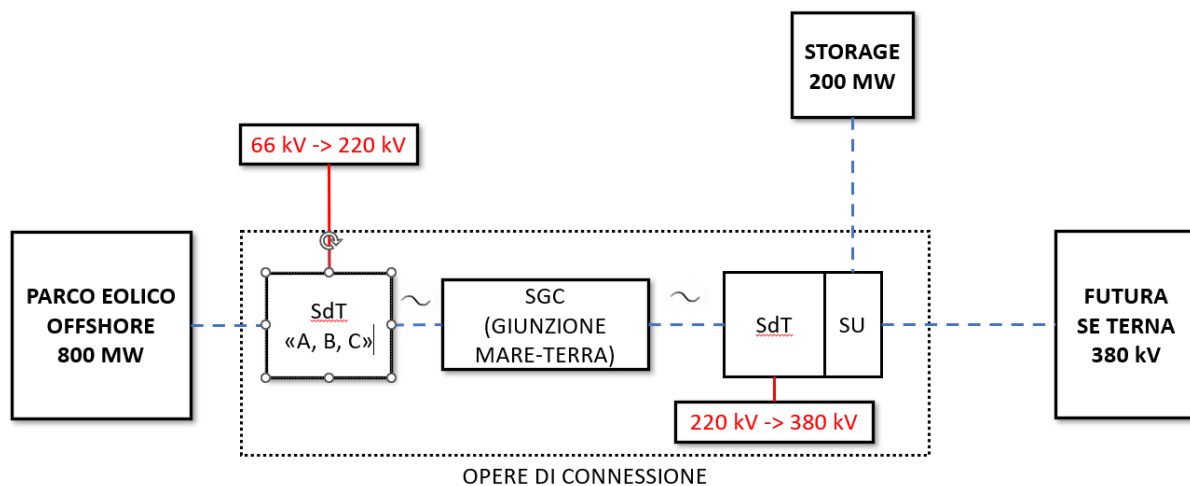


Figura 3 – Schema riassuntivo Parco Eolico offshore "Ardea"

Le opere onshore da realizzare comprenderanno altresì la realizzazione di un sistema di accumulo caratterizzato da una potenza di 200 MW, corrispondenti ad un accumulo di circa 800 MWh, sito nel comune di Ardea (RM) nei pressi di un'area dove potrebbe sorgere la futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN che verrà inserita futura in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380".

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 16</p>



Figura 4 - Inquadramento di dettaglio del Parco Eolico "Ardea"

In Figura 4 è presentato il layout dell'impianto e l'area scelta per la sua futura realizzazione, tenendo conto di tutte le caratteristiche necessarie per il corretto funzionamento dell'intero parco eolico e per garantire la massima resa in termini di produzione energetica.

Alla luce di quanto detto in precedenza, sono state valutate:

- la risorsa eolica caratterizzante l'intera zona;
- la distanza dalla costa di riferimento;
- la batimetria dell'area e la morfologia del fondale marino;
- i possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 17

Tutte le operazioni che verranno presentate all'interno della seguente relazione sono state previste con l'intenzione di minimizzare/escludere il più possibile le aree di maggiore interesse a livello ambientale.

Nello specifico, l'aerogeneratore più prossimo alla costa laziale è la WTG 18, posizionata ad una distanza di circa 23 km dalla terra ferma; invece, l'aerogeneratore più lontano è la turbina WTG 37, posizionata a circa 28 km.

Il punto di giunzione dell'impianto ricadrà all'interno del territorio di Marina di Ardea (RM) e verrà realizzato all'interno dell'area che ospiterà la SGC (Figura 5). Queste strutture verranno analizzate nel dettaglio all'interno dei capitoli precedenti.



Figura 5 - Punto di giunzione

Considerando le indicazioni fornite da Terna tramite STMG, è previsto che la sottostazione elettrica (SU) venga collegata in antenna a 380 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380" (Figura 6).

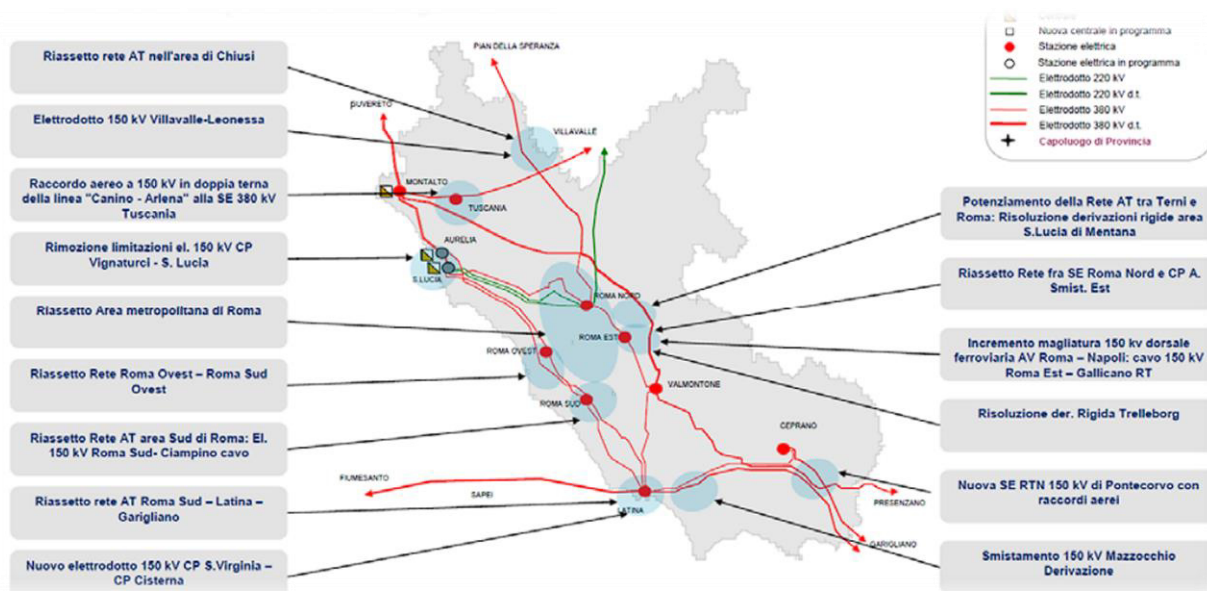


Figura 6 – Piano energetico regione Lazio

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 19

3. ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PROGETTO

3.1. ELEMENTI OFFSHORE

3.1.1. TIPOLOGIA DI AEROGENERATORI

Il parco eolico presentato nella seguente relazione è costituito da 54 turbine eoliche modello VESTAS V236 - 15.0 MW (Figura 7) installate direttamente in mare mediante piattaforme galleggianti ancorate al fondale marino, con l'obiettivo di garantire il massimo sfruttamento l'energia cinetica del vento caratterizzante la zona presa in esame.



Figura 7 - Aerogeneratore modello VESTAS V236-15.0 MW

Le turbine scelte per la realizzazione della centrale eolica offshore sono ad asse orizzontale, di grossa taglia, specificamente progettate per le applicazioni di questo tipo. L'interconnessione tra le turbine sarà effettuata mediante cavo elettrico dinamico sottomarino a 66 kV, i cui nodi sono posizionati internamente alle stesse torri. Dal punto di vista elettrico l'impianto eolico sarà suddiviso in 9 stringhe in cui le torri formano i nodi. Le

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 20

stringhe, in gruppi di 3, faranno capo ognuna ad una propria Stazione di Trasformazione (SdT), in totale tre denominate "A", "B" e "C", che raccoglieranno l'energia prodotta dalle turbine (a 66 kV), la eleveranno alla tensione di 220 kV e la indirizzeranno verso la costa lungo un percorso di ca. 24 km.

Dei 54 WTG previsti per la realizzazione del parco eolico "Ardea", 44 aerogeneratori presenteranno una potenza nominale di 15 MW e 10 aerogeneratori una potenza nominale di 14 MW. Per maggiore dettaglio si rimanda alla scheda tecnica presentata in Tabella 1.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 21

Power Regulation	Pitch regulated with variable speed
Operating Data	
Rated Power	15,000 kW
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed	30 m/s
Wind class	IEC S or S, T
Standard operating temperature range	from -10°C to +25°C* with a de-rating interval from +25°C to +45°C
Sound Power	
Maximum	118 dB(A)
Rotor	
Rotor diameter	236 m
Swept area	43,742 m ²
Aerodynamic brake	three blades full feathering
Electrical	
Frequency	50/60 Hz
Converter	full scale
Gearbox	
Type	medium speed
Tower	
Hub height	140 m

Tabella 1 - Scheda tecnica WTG modello Vestas V236-15.0 MW

3.1.2. FONDAZIONE GALLEGGIANTE E ORMEGGIO

Per la realizzazione del parco eolico verranno utilizzate delle fondazioni galleggianti di tipo floating, le quali sono costituite da una struttura principale semisommersa con una chiglia

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 22

sospesa caratterizzata da zavorra stabilizzante. La restante parte della struttura principale è realizzata mediante l'assemblaggio di tubi in acciaio.

La struttura di ogni singola torre sarà costituita da una piattaforma galleggiante ancorata al fondo che può essere utilizzata in aree dove l'intensità delle correnti, aeree e non marine, si fa più forte.

La scelta di tale tecnologia per la realizzazione delle fondazioni permette di ottenere importanti vantaggi dal punto di vista ambientale rispetto ad altre alternative tecnologiche dello stesso tipo. Tale scelta è supportata altresì dalla possibilità di utilizzare processi di produzione, assemblaggio e installazione molto semplificati e con minor consumo di materiali. Per ciò che concerne la scelta specifica dell'impianto di fondazione, si demandano ad una progettazione successiva le scelte tecniche e tecnologiche (Figura 8).



Figura 8 - Particolare della fondazione galleggiante di tipo floating

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 23

3.1.3. SISTEMI DI ANCORAGGIO

Una delle parti fondamentali dell'opera è quella legata al sistema di ancoraggio, il quale svolge la funzione di mantenere stabile la posizione delle turbine in mare, riuscendo altresì a resistere alle diverse variazioni climatiche che caratterizzano l'area. Per definire il miglior sistema di ancoraggio tra quelli attualmente disponibili (Figura 9) da utilizzare si farà affidamento ai dati ottenuti tramite le operazioni di sondaggio geotecnico e geofisico con l'obiettivo di minimizzare l'impatto ambientale che la centrale eolica avrà sui fondali marini e altresì garantire la massima sicurezza marittima.



Figura 9 - Diverse tipologie di strutture galleggianti

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 24

Attualmente il sistema più utilizzato negli impianti offshore galleggianti è quello mediante catenarie ed ancore marine terminali. Tuttavia, ove reso possibile dalla natura dei fondali, esistono diverse tecniche di ormeggio (Figura 10): con elementi tesi (catene o funi) – Taut moorings - con ancore terminali costituite da strutture a suzione (suctions bucket), pali ad avvitamento, fondazioni a gravità ecc.

Ancore con trascinamento incorporato (Drag Anchors)

Tale sistema si basa sul trascinamento di un corpo zavorrato sul fondale marino che funge da ancora. Il peso delle linee di ormeggio causerà una tensione della linea che guiderà l'ancora ancora più in profondità. Per questo motivo il sistema di ormeggio che più si adatta al funzionamento statico è quello a catenaria, in quanto con questo sistema si ottiene una elevata capacità di carico sia orizzontale che verticale.

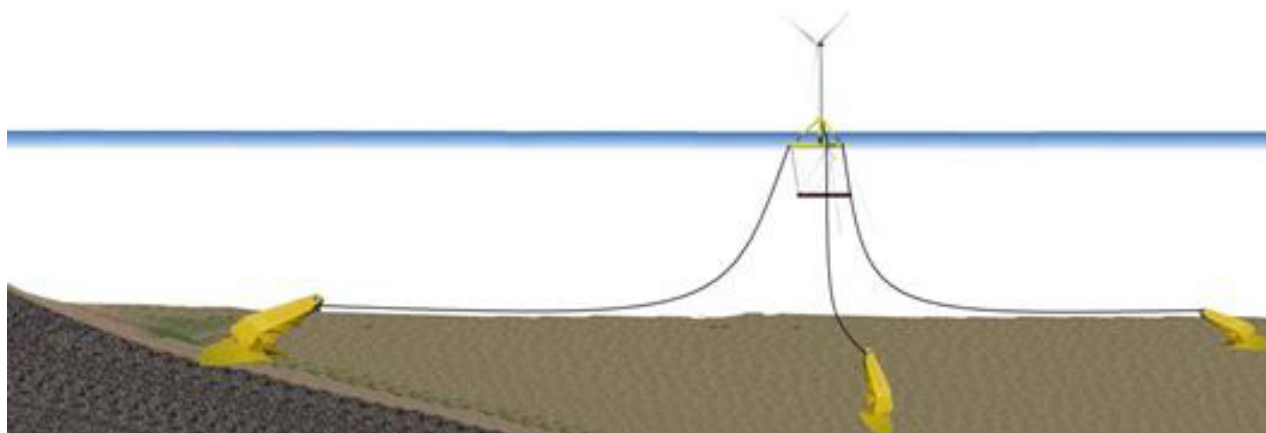


Figura 10 - Particolare della fondazione galleggiante di tipo floating ad ancoraggio con catenaria

Ancore a gravità (Deadweights)

L'ancora a gravità rappresenta dal punto di vista tecnologico l'opzione meno complessa, in quanto consiste in un oggetto pesante adagiato sul fondale marino che ha il compito di assorbire le sollecitazioni verticali e orizzontali. La capacità di tenuta è funzione del peso e

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 25

dell'attrito sviluppato con il fondale. Tali corpi sono generalmente realizzati in ghisa o in cemento, e la geometria può variare in funzione del coefficiente di attrito tra ancoraggio e terreno, al fine di migliorare il rapporto capacità di tenuta/peso.

Pali infissi (Drilled Piles)

Si tratta di cilindri in acciaio infissi mediante procedimenti di battitura, spinta o vibroinfissione sul fondale marino. L'ormeggio è collegato all'ancora attraverso un golfare che può essere installato in testa al palo o a livello intermedio. L'infissione dei pali avviene generalmente con un telaio guida che consente ad un martello di infliggere verticalmente il palo in fondo al mare.

Pali aspirati (Suction Buckets)

I sistemi di aspirazione per l'infissione di pali sul fondale marino permettono di raggiungere la profondità di progetto mediante l'aspirazione dell'acqua che crea delle depressioni interne che spingono il palo in profondità. La procedura di installazione richiede specifici strumenti di misurazione della pressione dell'acqua in corrispondenza del fondale marino all'interno ed all'esterno del palo, della profondità di penetrazione raggiunta e dell'angolo di inclinazione del palo. Normalmente per questo tipo di installazione è necessario l'impiego di un robot a pilotaggio remoto RUOV.

Pali elica avvitati (Helical Piles)

L'utilizzo di pali elica avvitati è di norma impiegato per quei sistemi dove è richiesta una notevole resistenza a trazione. Infatti, la possibilità di utilizzare pali elicoidali di grande diametro offre molti vantaggi in termini di resistenza a carico di trazione e possono essere utilizzati in un'ampia casistica di configurazioni del fondale marino. Tali sistemi possono

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 26

essere riutilizzabili in quanto permettono di essere "svitati", facilitando in tal modo anche le operazioni di dismissione.

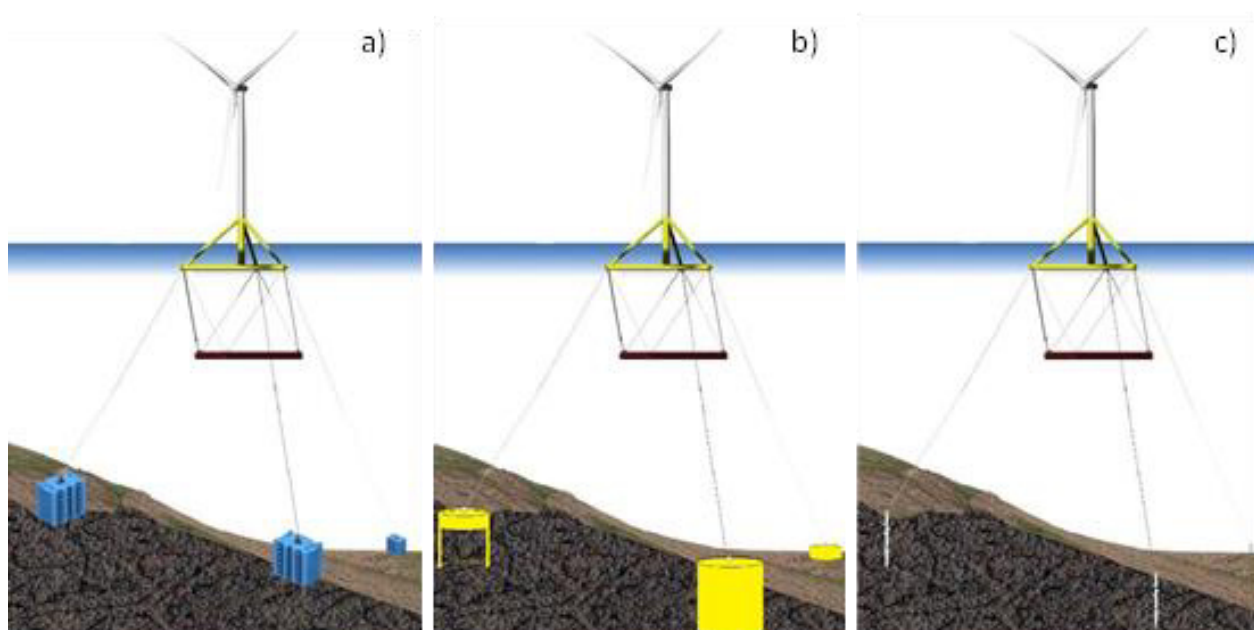


Figura 11 - Altre diverse tipologie di ancoraggio al fondale marino: a) dead weight; b) suction bucket; c) helical pile

La configurazione della struttura di sostegno di ogni singolo aerogeneratore varia con la profondità del mare che caratterizza il sito di installazione. Tale profondità a sua volta è funzione della distanza dalla costa a seconda della pendenza del fondale e, per questo motivo, è possibile fare una distinzione dei diversi valori di profondità:

- acque basse (shallow waters), fino a 30 metri circa;
- acque intermedie (transitional waters), tra 30 metri e 60 metri;
- acque profonde (deep waters), oltre 60 metri.

Tra i sistemi di ancoraggio presi in considerazione per la realizzazione dell'opera c'è quello basato sull'utilizzo di catenarie e ancore marine terminali. Tale tecnologia permette di

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 27

ottenere una buona versatilità nell'implementazione di tali sistemi in base al tipo di fondale, dal quale dipenderà strettamente la scelta del tipo di ormeggio da utilizzare.

Come detto in precedenza, tenendo conto della variabilità del fondale marino preso in considerazione, verrà valutata la possibilità di poter utilizzare diverse tecniche di ormeggio con elementi tesi, come per esempio: Taut moorings, suction bucket, pali ad avvitamento, fondazioni a gravità, ecc.

3.1.4. LAYOUT PRELIMINARE DEL PARCO EOLICO

Il layout di progetto prevede che le turbine vengano disposte secondo una maglia poligonale, caratterizzata da una distanza minima tra le singole turbine di circa 1,2 km sulla direzione secondaria del vento e di circa 1,7 km sulla principale. Questa configurazione consente di avere una distanza tra le turbine, lungo le due direzioni prevalenti, tale da evitare interferenze dovute all'effetto scia. Questa disposizione tiene conto delle due direzioni prevalenti del vento che per il sito in esame sono ovest, est-sud-est. Tale aspetto verrà approfondito nei capitoli successivamente.

Si riportano di seguito la Tabella 2 delle coordinate geografiche della posizione delle turbine eoliche e lo schema di layout.

COORDINATE AEROGENERATORI (UTM 33 N)					
WTG	COORDINATE EST	COORDINATE NORD	WTG	COORDINATE EST	COORDINATE NORD
1	262506.71	4600969.11	28	267216.41	4595388.83
2	262483.62	4602124.08	29	268754.03	4594946.42
3	264021.24	4601681.67	30	270291.65	4594504.02
4	265558.86	4601239.27	31	268746.35	4591756.99
5	267096.48	4600796.86	32	269286.74	4592691.87
6	268657.19	4599199.49	33	269784.81	4593594.57
7	265123.84	4598067.85	34	271322.43	4593152.17
8	264045.37	4599381.97	35	271829.27	4594061.61
9	264044.33	4600526.71	36	272345.54	4594978.19
10	265581.95	4600084.30	37	269676.89	4590334.29
11	267119.57	4599641.90	38	270283.97	4591314.59
12	268658.23	4598054.75	39	270824.36	4592249.46
13	266661.47	4597625.45	40	272361.98	4591807.05

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 28</p>

COORDINATE AEROGENERATORI (UTM 33 N)					
14	265582.99	4598939.56	41	272860.05	4592709.76
15	267120.61	4598497.16	42	273366.89	4593619.21
16	268199.09	4597183.04	43	274289.75	4589007.07
17	269736.71	4596740.64	44	272752.13	4589449.48
18	270195.86	4597612.35	45	271214.51	4589891.88
19	265678.79	4595831.23	46	271821.59	4590872.18
20	266195.05	4596747.81	47	273359.21	4590429.78
21	267732.67	4596305.40	48	273899.60	4591364.65
22	269270.29	4595862.10	49	277364.10	4588122.26
23	270807.92	4595420.59	50	275827.38	4588564.67
24	271274.33	4596298.23	51	276434.45	4589544.97
25	267749.12	4593134.27	52	274896.83	4589987.37
26	268247.19	4594036.98	53	275437.22	4590922.24
27	266709.57	4594479.38	54	274397.67	4592267.36

Tabella 2 - Coordinate geografiche delle turbine del parco

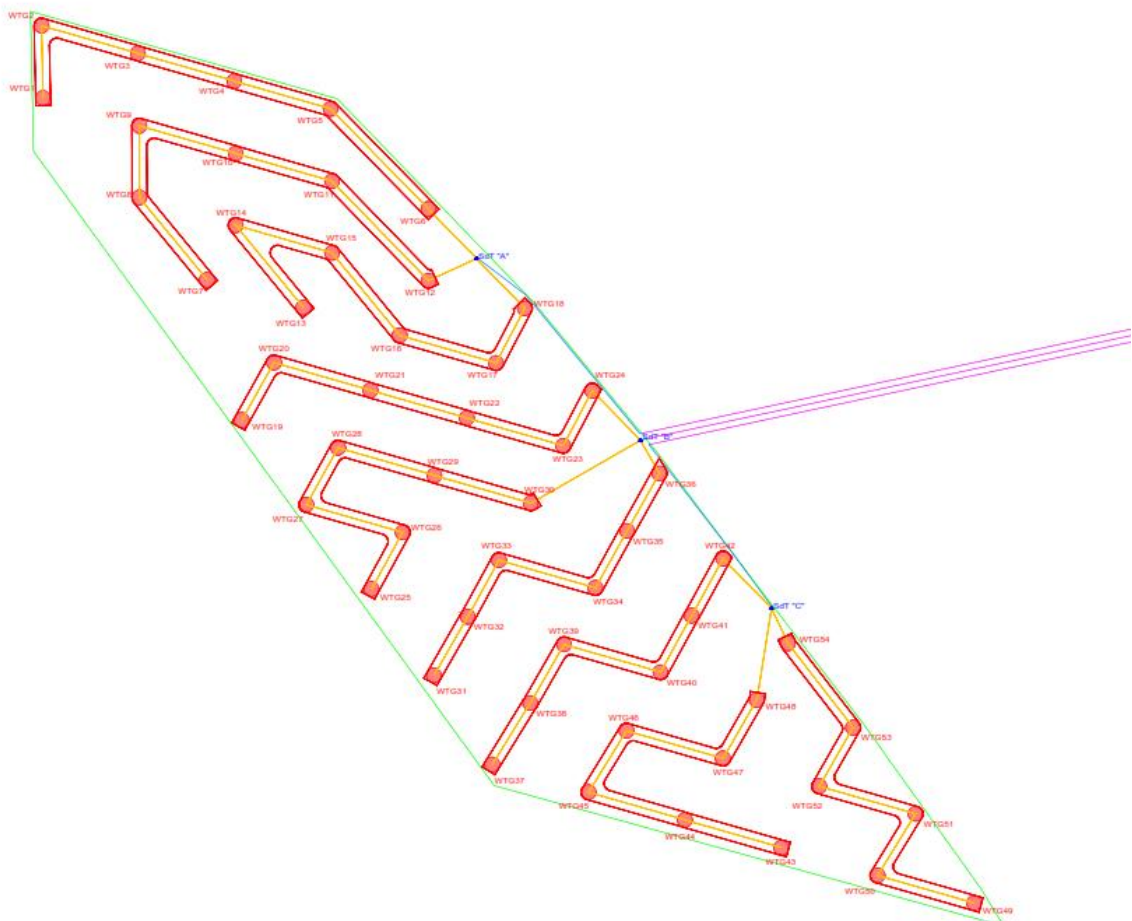


Figura 12 - Layout dell'area di impianto, i cerchi rossi rappresentano le WTG, le linee arancio i collegamenti a 66 kV tra le torri

La protezione degli aerogeneratori dalla corrosione dovuta all'ambiente marino è garantita dall'applicazione di vernici anticorrosive applicate sui vari componenti della struttura, le quali dovranno rispettare la serie di standard ISO 12944. Non saranno utilizzate vernici contenenti elementi organostannici secondo la normativa Europea (COMMISSION REGULATION (EC) No 552/2009 of amending Regulation, No 1907/2006 of the European Parliament and of the

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 30

Council on the Registration, Evaluation; Authorization and Restriction of Chemicals as regards Annex XVII). Per l'ulteriore protezione dalla corrosione delle strutture portanti e di tutti i componenti metallici si è scelto di effettuare una protezione catodica a corrente impressa, metodo elettrochimico che permette di prevenire la corrosione in ambienti estremamente aggressivi come quello marino.

Per ciò che concerne gli aspetti legati alla sicurezza, ogni turbina dovrà essere conforme agli standard internazionali per la sicurezza degli impianti elettrici delle unità mobili e fisse offshore. I rilevatori antifumo dovranno essere collocati in tutti i compartimenti elettrici della turbina eolica secondo la norma EN 54. I sistemi antincendio dovranno essere del tipo a gas inerte o una combinazione di nebbia d'acqua e schiuma d'aria compressa a seconda del compartimento della turbina eolica. Inoltre, è prevista la realizzazione di un sistema di ritenzione e separazione delle acque inquinate e degli olii di ogni componente elettromeccanico, al fine di preservare l'ambiente marino da eventuali perdite di qualsiasi tipologia. La raccolta di tali fluidi dovrà avvenire per mezzo di una nave che si occuperà altresì di portare a terra, dove successivamente tali rifiuti verranno trattati e smaltiti nel modo opportuno. Il volume di ciascun serbatoio è dimensionato per recuperare un quantitativo di materiale contaminato superiore rispetto a quello che potrebbe verificarsi sul componente in guasto.

3.1.5. SCHEMA ELETTRICO PRELIMINARE

Dal punto di vista elettrico il campo eolico è raggruppato in nove stringhe. Le turbine di ogni stringa sono interconnesse tra loro con cavi sottomarini a 66 kV (si veda la Tabella 3 sotto per la suddivisione delle turbine). Tutte le stringhe faranno capo alla relativa *Stazione di Trasformazione "SdT"*, in totale tre denominate "A", "B", "C", e fissate al fondale tramite sistema Jacket (struttura di acciaio tubolare a forma di traliccio con gambe ancorate al fondo marino per mezzo di pali).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 31</p>

STRINGA	N. TURBINA	COORDINATE (UTM 33 N)	
		COORDINATE EST	COORDINATE NORD
#01	1	262506.71	4600969.11
#01	2	262483.62	4602124.08
#01	3	264021.24	4601681.67
#01	4	265558.86	4601239.27
#01	5	267096.48	4600796.86
#01	6	268657.19	4599199.49
#02	7	265123.84	4598067.85
#02	8	264045.37	4599381.97
#02	9	264044.33	4600526.71
#02	10	265581.95	4600084.30
#02	11	267119.57	4599641.90
#02	12	268658.23	4598054.75
#03	13	266661.47	4597625.45
#03	14	265582.99	4598939.56
#03	15	267120.61	4598497.16
#03	16	268199.09	4597183.04
#03	17	269736.71	4596740.64
#03	18	270195.86	4597612.35
#04	19	265678.79	4595831.23
#04	20	266195.05	4596747.81
#04	21	267732.67	4596305.40
#04	22	269270.29	4595862.10
#04	23	270807.92	4595420.59
#04	24	271274.33	4596298.23
#05	25	267749.12	4593134.27
#05	26	268247.19	4594036.98
#05	27	266709.57	4594479.38
#05	28	267216.41	4595388.83
#05	29	268754.03	4594946.42
#05	30	270291.65	4594504.02
#06	31	268746.35	4591756.99
#06	32	269286.74	4592691.87
#06	33	269784.81	4593594.57
#06	34	271322.43	4593152.17

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 32</p>

STRINGA	N. TURBINA	COORDINATE (UTM 33 N)	
		COORDINATE EST	COORDINATE NORD
#06	35	271829.27	4594061.61
#06	36	272345.54	4594978.19
#07	37	269676.89	4590334.29
#07	38	270283.97	4591314.59
#07	39	270824.36	4592249.46
#07	40	272361.98	4591807.05
#07	41	272860.05	4592709.76
#07	42	273366.89	4593619.21
#08	43	274289.75	4589007.07
#08	44	272752.13	4589449.48
#08	45	271214.51	4589891.88
#08	46	271821.59	4590872.18
#08	47	273359.21	4590429.78
#08	48	273899.60	4591364.65
#09	49	277364.10	4588122.26
#09	50	275827.38	4588564.67
#09	51	276434.45	4589544.97
#09	52	274896.83	4589987.37
#09	53	275437.22	4590922.24
#09	54	274397.67	4592267.36

Tabella 3 – Coordinate degli aereogeneratori e stringa di appartenenza

STRUTTURA	IDENTIFICATIVO	COORDINATE EST (UTM 33 N)	COORDINATE NORD (UTM 33 N)
Stazione di Trasformazione	SdT "A"	269426.52	4598405.92
Stazione di Trasformazione	SdT "B"	272043.66	4595504.66
Stazione di Trasformazione	SdT "C"	274136.23	4592825.63

Tabella 4 - Coordinate della Stazione di Trasformazione e Conversione

Le Stazioni di Trasformazione offshore (SdT) presentano il collettore elettrico di stringa e sono l'interfaccia tra l'impianto di produzione e la rete di trasmissione di energia elettrica verso la terra ferma. La tecnologia relativa alle turbine eoliche galleggianti permette di

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 33

realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali trascurabili. La tipologia realizzativa indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in loghi particolarmente favorevoli altrimenti inutilizzabili a causa della profondità del fondale.

La Stazione di Giunzione e Compensazione, comprensiva di fossa giunti e sezionamento GIS AT 220 kV, presenta n.3 reattori (uno per linea) di compensazione della potenza reattiva, ogni reattore è dimensionato per fornire una potenza reattiva dinamica fino ad un massimo di 40 MVar a compensazione della potenza reattiva capacitiva generata dal collegamento in cavo del parco alla SdT onshore.

La Stazione di Trasformazione onshore (SdT "D") riceve la potenza trasmessa da tutte le SdT, porta la tensione dal livello di trasmissione (220 kV) alla tensione di Rete 380 kV e la dirige alla RTN.

Completa il quadro un sistema di accumulo in batterie della potenza di 200 MW di tipo BESS con capacità di accumulo pari a 800 MWh.

Una parte della SdT "D", composta da una stazione di parallelo, ha funzione di consegna che raccoglie le linee uscenti dalla SdT "D" e dall'accumulo e realizza la connessione con la rete TERNA.

Il cavidotto di collegamento tra il parco eolico e la sottostazione elettrica Terna può essere distinto in due tratti:

- il cavidotto marino che collega le sottostazioni offshore a mare con il punto di giunzione a terra previsto nel territorio afferente al Comune di Marina di Ardea (RM);
- il cavidotto terrestre che parte dal punto di giunzione e raggiunge il punto di connessione alla rete elettrica, ubicato nel comune di Ardea (RM).

PARCO EOLICO OFFSHORE DI "ARDEA" - P_n = 800 MW
 n.54 Turbine - Vestas V236-15.0-14.0 MW

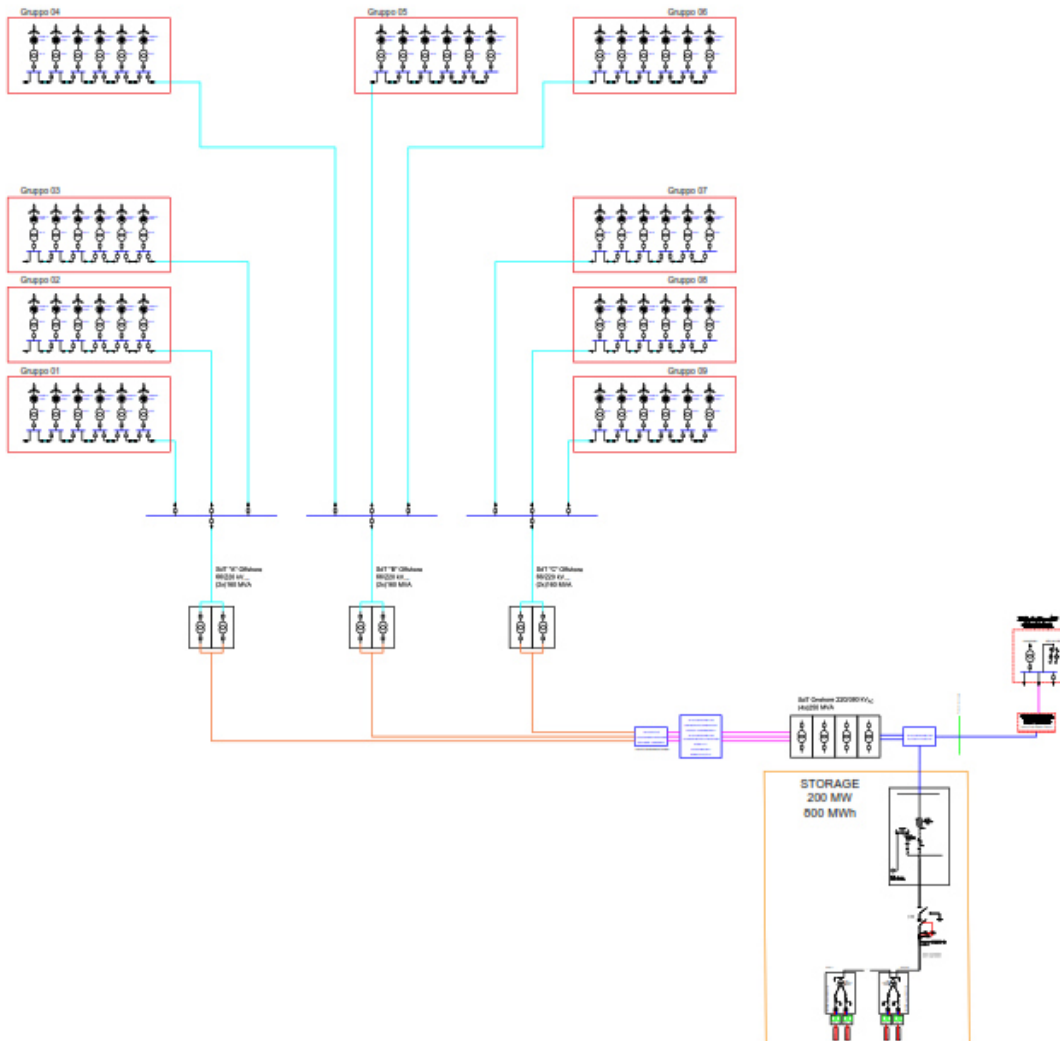


Figura 13 - Schema flusso di potenza

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 35

Il parco eolico in progetto può essere sinteticamente suddiviso in due parti: Offshore e Onshore. La prima parte **offshore** comprende:

- n. 54 aerogeneratori;
- le Stazioni elettriche offshore di Trasformazione (abbreviate in SdT "A", "B" "C" offshore);
- i cavi di interconnessione tra aerogeneratori e le relative SdT;
- i cavi di collegamento tra le SdT e il punto di giunzione;

Diversamente dalla prima, la seconda parte **onshore** comprende:

- la Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC), comprendente:
 - il punto di giunzione marino-terrestre;
 - stazione di sezionamento;
 - la stazione di compensazione della potenza della potenza reattiva.
- i cavi di collegamento con la stazione elettrica onshore di Trasformazione (abbreviato in SdT "D" onshore);
- la SdT "D" per la trasformazione da tensione di trasporto (220 kV) a tensione di rete (380 kV) per l'immissione della potenza generata nella RTN;
- il sistema di accumulo;
- stazione di parallelo e consegna
- i cavi di collegamento con la rete nazionale in alta tensione.

Come introdotto nei capitoli precedenti, il progetto prevede l'implementazione di un impianto di storage a poca distanza della stazione elettrica di Terna. Tale impianto storage del tipo BESS comprenderà:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 36

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

Si rimanda alla *"Relazione tecnica elettrica"* per il dettaglio delle opere elettriche dell'impianto.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 37

3.1.6. SICUREZZA: DISPOSITIVI DI SEGNALAZIONE DELLE TURBINE EOLICHE

Nell'ambito dei sistemi di segnalazione relativi agli aerogeneratori è possibile compiere una distinzione tra segnalazione aerea e segnalazione marittima.

Segnalazione aerea

Per ciò che concerne la segnalazione aerea, la turbina dovrà essere equipaggiata con diverse luci di segnalazione per la navigazione marittima ed aerea, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile). Ogni turbina eolica dovrà essere di colore bianco per garantire un'adeguata segnalazione diurna, in accordo con le prescrizioni dell'ENAC. Le pale degli aerogeneratori dovranno essere verniciate con 3 bande bianche e rosse di 6 m l'una di larghezza, in modo da impegnare solo gli ultimi 18 m delle pale stesse. Ogni turbina eolica sarà poi contrassegnata da segnalazioni luminose secondo le prescrizioni degli enti. Il passaggio dall'illuminazione diurna a quella notturna avverrà automaticamente non appena la luminosità sarà inferiore a 50 cd/m². In caso di guasto, l'alimentazione elettrica verrà sostituita automaticamente entro 15 secondi da un sistema di backup autonomo con immediata segnalazione all'autorità competente per l'aviazione civile.

Segnalazione marittima

Nell'ambito della segnalazione marittima è necessario osservare le raccomandazioni dell'Associazione Internazionale delle Autorità per i Fari (IALA), che sono applicabili anche per la marcatura dei parchi eolici offshore:

- Raccomandazione O-139 sulla segnalazione di strutture artificiali in mare;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 38

- Raccomandazione E-110 sulle caratteristiche ritmiche delle segnalazioni luminose di supporto alla navigazione.

Queste raccomandazioni definiscono le dimensioni, le forme, il colore e il tipo dei segnali luminosi o elettromagnetici da predisporre all'interno del parco eolico offshore. Il piano di segnalazione marittimo sarà sottoposto al parere del comando MARIFARI competente per la zona. Inoltre, come raccomandato da IALA O-139, le fondazioni saranno dipinte in giallo, fino a 15 metri sopra il livello delle più alte maree astronomiche. Infine, ogni turbina dovrà essere dotata di un tag AIS (Automatic Identification System) in modo che le navi con i ricettori AIS possano vederle e localizzare con precisione.

Si ribadisce che la protezione degli aerogeneratori dalla corrosione dovuta all'ambiente marino è garantita dall'applicazione di vernici anticorrosive applicate sui vari componenti della struttura, le quali dovranno rispettare la serie di standard ISO 12944. Non saranno utilizzate vernici contenenti elementi organostannici secondo la Normativa Europea (COMMISSION REGULATION (EC) No 552/2009 of amending Regulation, No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation; Authorisation and Restriction of Chemicals as regards Annex XVII). Per garantire un'ulteriore protezione dalla corrosione delle strutture portanti e di tutti i componenti metallici si è scelto di effettuare una protezione catodica a corrente impressa, metodo elettrochimico che permette di prevenire la corrosione in ambienti estremamente aggressivi come quello marino.

Per ciò che concerne gli aspetti legati alla sicurezza, ogni turbina dovrà essere conforme agli standard internazionali per la sicurezza degli impianti elettrici delle unità mobili e fisse offshore. I rilevatori antifumo dovranno essere collocati in tutti i compartimenti elettrici della turbina eolica secondo la norma EN 54. I sistemi antincendio dovranno essere del tipo a gas inerte o una combinazione di nebbia d'acqua e schiuma d'aria compressa a seconda del compartimento della turbina eolica. Inoltre, è prevista la realizzazione di un sistema di ritenzione e separazione delle acque inquinate e degli olii di ogni componente elettromeccanico, al fine di preservare l'ambiente marino da eventuali perdite di qualsiasi

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 39

tipologia. La raccolta di tali fluidi dovrà avvenire per mezzo di una nave che si occuperà altresì di portare a terra, dove successivamente tali rifiuti verranno trattati e smaltiti nel modo opportuno. Il volume di ciascun serbatoio è dimensionato per recuperare un quantitativo di materiale contaminato superiore rispetto a quello che potrebbe verificarsi sul componente in guasto.

3.1.7. STAZIONI DI TRASFORMAZIONE OFFSHORE (SdT)

Le stazioni di trasformazione offshore, indicate per brevità SdT "A", "B" e "C" saranno posizionate in maniera tale da garantire una facile connessione alle stringhe e una semplice uscita dal parco eolico.

Nelle SdT alloggeranno gli arrivi dei cavi a 66 kV provenienti dagli aerogeneratori, connessi alla semisbarra da cui partiranno le linee che porteranno ai trasformatori elevatori 66/220 kV. Nella seguente figura viene riportata uno schema di sezione dell'area di trasformazione di una SdT.

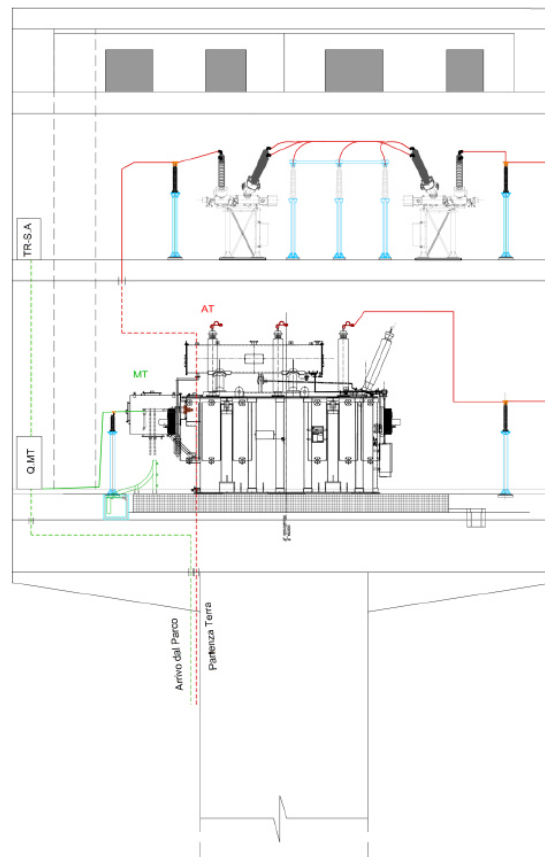


Figura 14 - Sezione tipica di SdT offshore

Le opere elettriche principali previste sono sintetizzabili in:

- Montante e quadri di arrivo linea 66 kV dotato di scomparto, misure e protezioni, interruttore arrivo linea ed interruttore di partenza trasformatore;
- Due trasformatori elevatori 66/220 kV per ogni sottostazione di taglia 160 MVA;
- Un gruppo di compensazione della potenza reattiva (opzionale);
- Montante 220 kV di uscita dal trasformatore e partenza verso stazione di arrivo a terra tramite i moduli PASS;
- Alimentazioni privilegiate;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 41

➤ servizi ausiliari.

Tutte le apparecchiature sono interamente isolate in SF6.

I trasformatori saranno del tipo ONAN (Ventilazione naturale), utilizzabile anche in modalità ONAF (Ventilazione forzata).

Il trasformatore tipo avrà in dotazione sonde termometriche PT100 installate sugli avvolgimenti secondari per le misure di temperatura e dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio isolante. I segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviati al quadro di controllo e utilizzati per segnalazioni di allarme e blocco.

3.1.8. STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE 220/380 kV ONSHORE – SdT "D"

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'energia elettrica è prevista in configurazione consegna a 380 kV presso la futura Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380".

Al fine di realizzare l'allaccio alla RTN Terna 380 kV verrà realizzata una stazione di trasformazione 220/380 kV. Tale stazione si occuperà di elevare la tensione di trasmissione proveniente dal parco eolico offshore, di interfacciarsi con l'adiacente stazione Storage da 200 MW e di realizzare la connessione con la RTN.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 42



Figura 15 - Inquadramento area Stazione di Trasformazione onshore con, in verde, il confine recintato; in blu l'area di storage; in arancio l'area di connessione e in viola la trasformazione 220/380 kV

Quest'area ha una superficie di circa 9,7 ha, viene identificata catastalmente dalla porzione delle p.lle 1637 - 1586 – 602 – 876 – 877 – 1501 del Fg. 42 del comune di Ardea (RM) e presenta una morfologia piuttosto uniforme. Gli elementi che compongono la SdT "D" sono:

- sbarre di parallelo a 220 kV con:
- n. 7 stalli di cui 3 di arrivo linea 220 kV e 4 per le partenze trasformatori elevatori 220/380 kV;
- n. 4 trasformatori elevatori 220/380 kV da 200/250 MVA ognuno di tipo ONAN/ONAF;
- n. 1 trasformatore elevatore 30/380 kV da 200/250 MVA ognuno di tipo ONAN/ONAF asservito all'impianto di storage;
- sbarre di parallelo a 380 kV con:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 43

- n.6 stalli di cui 4 per gli arrivi dei trasformatori 250 MVA lato 380 (di cui uno condiviso con l'uscita in cavo interrato);
 - n. 1 stallo arrivo trasformatore 200/250 MVA 30/380 kV asservito all'impianto di storage;
 - n. 1 stallo disponibile.
- N.1 partenza in cavo, protetta da interruttore 380 kV, sezionatore, TA e TV;
 - Edificio consegna MT da distributore per alimentazione servizi ausiliari
 - Edificio comandi;
 - Edificio magazzino.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 44

3.1.9. CAVI MARINI: CARATTERISTICHE E POSA IN OPERA

Percorso del cavidotto marino di collegamento tra le stazioni di trasformazione (SdT) offshore e il punto di giunzione con il cavidotto terrestre

Per la realizzazione del nuovo parco eolico offshore, si prevede l'installazione di un cavidotto marino distribuito su una distanza di circa 25 km, il quale ha l'obiettivo di collegare le stazioni di trasformazione (SdT A-B-C) al cavidotto terrestre mediante un punto di giunzione (fossa giunti) ubicato nei pressi di Marina di Ardea, frazione del comune di Ardea (RM) (Figura 16).

Per posa in opera del cavidotto marino verranno valutate diverse soluzioni tecnologiche, come:

- *posa in opera mediante la tecnica del co-trenching (interramento del cavidotto);*
- *posa del cavidotto sul fondale marino prevedendo opportune protezioni (blocchi litici).*
- *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).*

In fase di progettazione esecutiva verrà approfondito nel dettaglio lo studio dei fondali, con il fine di scegliere la migliore soluzione dal punto di vista tecnologico per la posa del cavidotto.

Per questo motivo, l'approdo prevede la realizzazione di un tratto caratterizzato da una lunghezza di circa 100 m con tecnica TOC, la quale sarà comunque definita nel dettaglio nelle fasi successive del progetto. Tale tecnica consentirà di minimizzare le interferenze con il fondale nel tratto interessato.

Il percorso non interferisce in alcun modo con aree protette o naturalistiche e aree archeologiche, in ogni caso il percorso sarà oggetto di specifiche indagini subacquee per dettagliare l'area di interesse. Tutti questi elementi verranno approfonditi in sede di VIA.

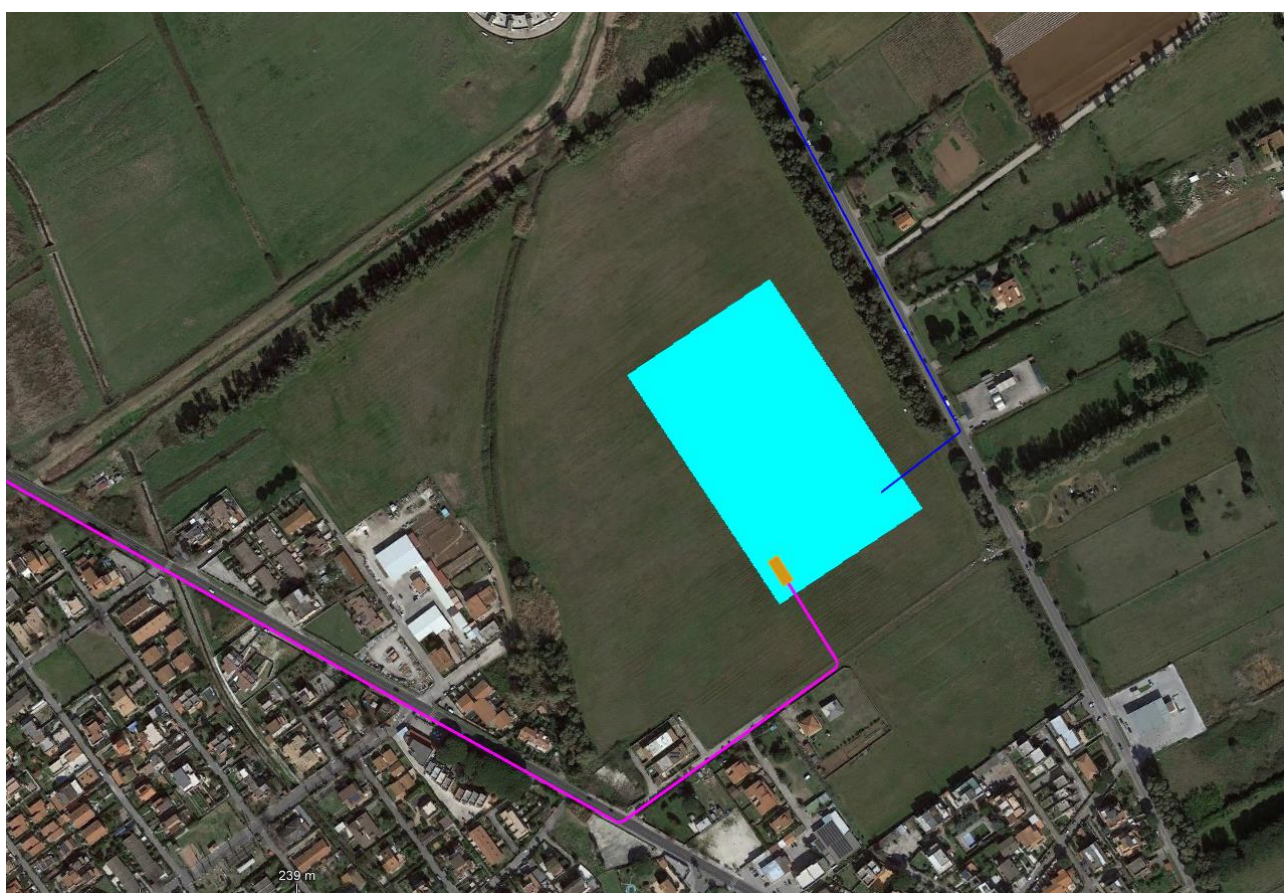


Figura 16 - Inquadramento di dettaglio fossa giunti (arancione) e Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC) (ciano)

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 46

Protezione del cavidotto marino di collegamento

Per il collegamento in oggetto si prevede di utilizzare una nave di adeguate dimensioni opportunamente attrezzata per le operazioni di posa dei cavi sottomarini. Il mezzo marino sarà dotato di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi sia durante le fasi di imbarco del cavo che durante la posa.

In presenza di altri servizi sottomarini interferenti, quali cavi o gasdotti, posati in trincea, l'attraversamento sarà realizzato facendo transitare i cavi al di sopra del servizio da attraversare, previo accordi con i rispettivi enti gestori del servizio da attraversare; se quest'ultimo non è interrato, verrà sempre garantita la separazione fisica dal cavo energia mediante gusci in materiale plastico (tipo *uraduct*) o, laddove necessario, per mezzo di materassi di cemento o sacchi riempiti di sabbia o cemento.

Tenuta in considerazione la pubblica utilità del collegamento, è necessario che vengano soddisfatti i necessari requisiti di sicurezza, attuando adeguate misure di protezione, volte a minimizzare l'incidenza di guasti, fuori servizio del collegamento e conseguenti interventi manutentivi. Da premettere che le tecnologie di protezione impiegate per l'opera in oggetto potranno essere definite puntualmente solo a valle della survey di dettaglio del tracciato di posa eseguita in fase di progettazione esecutiva.

Con tale rilievo sarà infatti possibile acquisire specifiche informazioni sulle caratteristiche del fondale (es. parametri geotecnici, geologici, geofisici), sull'esatta natura morfologica dello stesso e sulle relative caratteristiche ambientali (es. approfondimenti sulla presenza di biocenosi di pregio). L'analisi dei dati acquisiti permetterà di individuare la tecnologia più idonea ad assicurare l'efficacia di protezione e allo stesso tempo a massimizzare la sostenibilità ambientale delle operazioni in mare.

Inoltre, sarà necessario proteggere i cavi dai danni causati da attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 47

La protezione sarà effettuata mediante posa con protezione esterna, che consiste nella posa senza scavo del cavidotto elettrico sul fondale marino e con successiva protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati con materiali idonei.

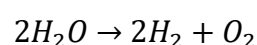


Figura 17 - Installazione e sistema di protezione di cavidotti marini adagiati sul fondale

3.1.10. IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'IDROGENO

Poter produrre una grande quantità di energia elettrica direttamente in mare sfruttando la forza cinetica del vento, oltre a garantire una valida alternativa alle fonti di energia fossile, dona la possibilità di poter intraprendere linee di ricerca alternative per lo sviluppo di nuove tecnologie. Tra queste spicca l'opportunità di poter produrre idrogeno verde direttamente dall'acqua, sfruttando l'energia elettrica prodotta dal parco eolico e quindi si prevede la possibilità di sviluppare un progetto a tal fine.

L'idea si basa sul semplice principio chimico dell'elettrolisi, cioè sulla capacità dell'energia elettrica di convertirsi in chimica, avviando così una reazione non spontanea che porta alla scissione delle molecole interessate. La produzione dell'idrogeno dipende dalla scissione della molecola dell'acqua (H₂O) che, una volta sottoposta a una differenza di potenziale, si scinde seguendo la relazione:



	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 48

Nel caso in esame, l'applicazione di tale principio potrebbe essere possibile sfruttando una parte dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico per scindere l'acqua raccolta all'interno di apposite celle dette elettrolizzatori. Ovviamente un impianto di questo tipo presenta una struttura molto articolata caratterizzata da altre componenti che, in fase di progettazione dovrebbe essere opportunamente definite. Tali componenti sono:

- Sistemi di stoccaggio;
- Sistemi di raffreddamento;
- Sistema di trattamento dell'acqua;
- Sistema di trattamento dell'Idrogeno;
- Sistemi di controllo.

3.2. ELEMENTI ONSHORE

3.2.1. **PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE, STAZIONE DI SEZIONAMENTO E DI COMPENSAZIONE DELLA POTENZA REATTIVA**

È prevista la realizzazione di una stazione che avrà funzione di:

- punto di giunzione tra il cavidotto marino e quello terrestre;
- sistema di sezionamento compatto di tipo GIS;
- stazione di compensazione della potenza reattiva capacitiva.

La stazione sarà ubicata catastalmente al Fg. 55, P.Ile 57-66 nel Comune di Ardea (RM). La parte relativa alla fossa giunti sarà formata da una vasca interrata di dimensioni pari a circa 27x10x2,5 m (Figura 18).

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 49

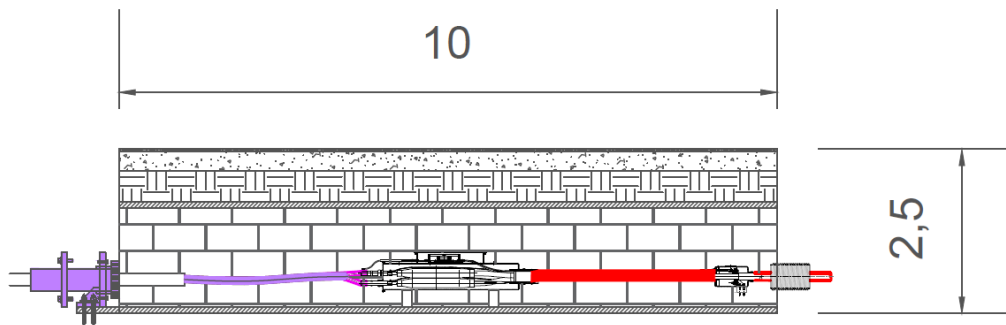


Figura 18 – Sezione di dettaglio della Fossa Giunti

In uscita dalla fossa giunti i cavi verranno indirizzati a un sistema di interruttori compatti isolati a gas (GIS acronimo di *Gas-insulated Switchgear*). Tali dispositivi e permettono l'interruzione di circuiti elettrici, anche a tensioni elevate, in spazi compatti; nel caso in esame sono stati previsti n.3 interruttori tripolari con tensione di isolamento AC a 220 kV. Il punto di sezionamento sarà ubicato nella medesima stazione che ospiterà la già citata fossa giunti e il sistema di compensazione della potenza reattiva, come riportato in Figura 19.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 50



Figura 19 -Inquadramento su ortofoto della Stazione di Giunzione e Compensazione (SGC) e della Fossa Giunti

A seguire gli interruttori ogni cavidotto sarà indirizzato ad un proprio stallo 220 kV che realizzerà l'allaccio al sistema di compensazione della potenza reattiva capacitiva dovuta all'estensione delle linee elettriche. Il sistema di compensazione sarà composto da n.3 reattori (uno per linea) dimensionato per una potenza reattiva capacitiva di 40 MVar ognuno. Tali reattori saranno di tipo dinamici per permettere la compensazione dell'aliquota di potenza reattiva capacitiva proporzionale alla potenza immessa in rete in un dato momento.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 51

3.2.2. CARATTERISTICHE CAVIDOTTO TERRESTRE

Il cavidotto terrestre interrato sarà costituito da n.2 tipologie di cavidotti:

- Cavidotti di collegamento, di tipo tripolare con conduttori in rame e sezione elettrica nominale pari a 1000 mm², con isolamento in XLPE e schermatura in fili di rame, fino alla SdT "D": dopo la conversione in AC a 380 kV si utilizzeranno cavi in alluminio (si ci riserva la possibilità di utilizzare cavi in Rame se necessario dopo le opportune valutazioni in fase progettuale più avanzata) di sezione pari a 1600 mm²;
- Cavidotto di connessione, dopo la conversione in AC a 380 kV si utilizzeranno cavi in alluminio (si ci riserva la possibilità di utilizzare cavi in Rame se necessario dopo le opportune valutazioni in fase progettuale più avanzata) di sezione pari a 1600 mm².

Per una visione delle sezioni, del sistema di posa si rimanda all'elaborato "Schema di connessione e sezioni tipiche".

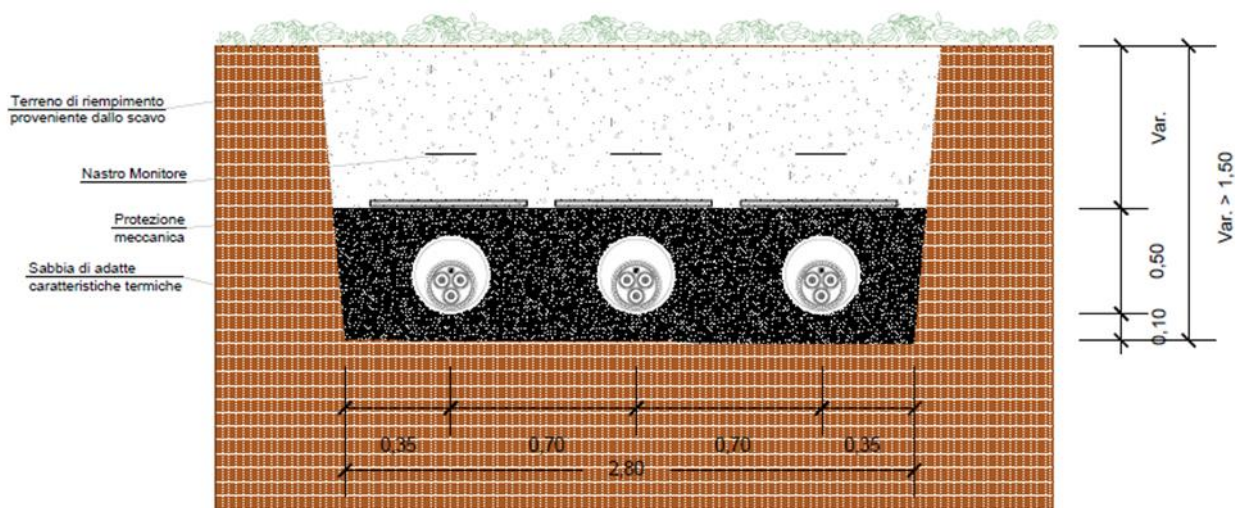


Figura 20 – Sezione tipo del cavidotto terrestre

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 52

3.2.3. CONNESSIONE ALLA RETE NAZIONALE

Per quanto riguarda la connessione alla rete elettrica nazionale è stata individuata una possibile area, da sottoporre ad accettazione Terna dopo relativo tavolo tecnico, dove posizionare la nuova SE Terna 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea 380 kV "Roma Sud – Aprilia 380". Tale area ipotizzata ricade nel comune di Aprilia (LT), è caratterizzata da una superficie di circa 110.942 mq (ca. 11 ha), ricade nel Fg. 18 P.Ile 9-442-493-12-496-427-56-586-404-597-381-379.

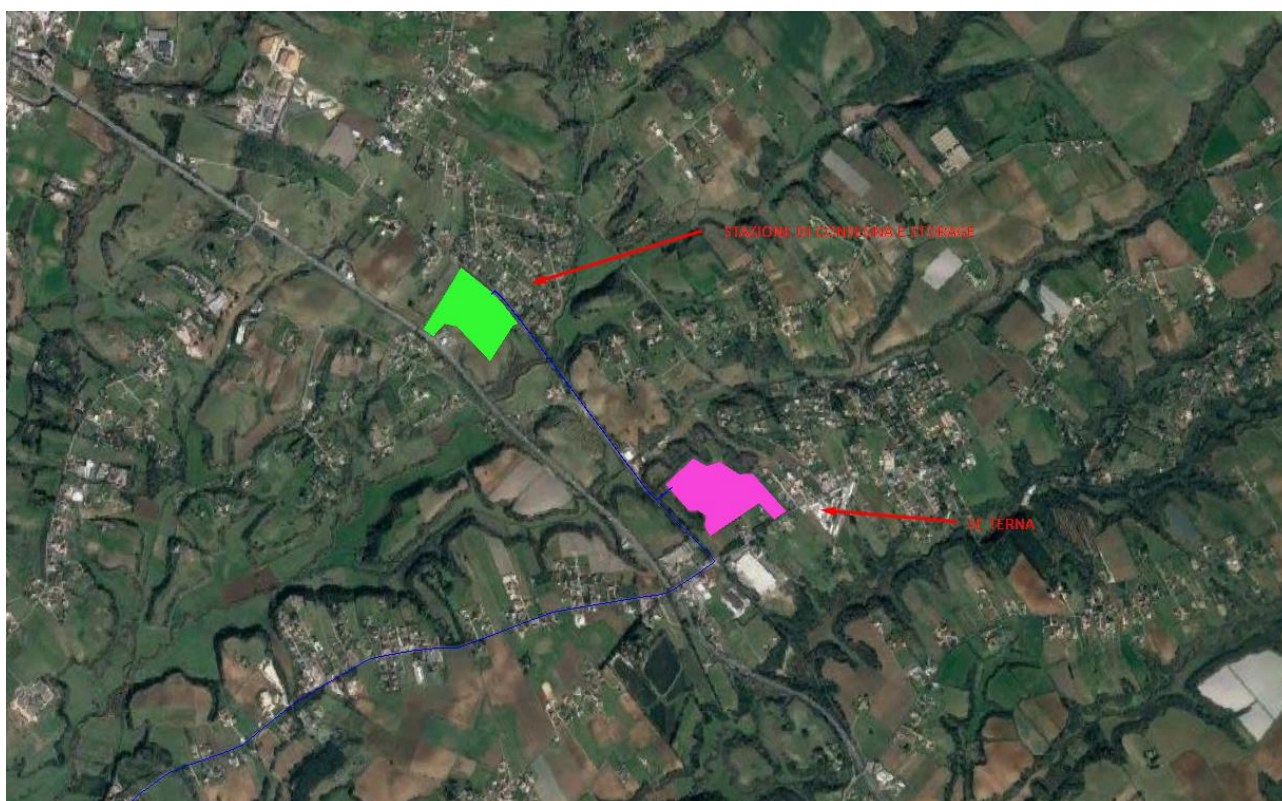


Figura 21 – Possibile posizione (in magenta) della nuova Stazione Elettrica Terna per la connessione alla rete elettrica ubicata nel territorio comunale di Aprilia (LT) e posizione della Stazione di Consegna (in verde) ubicata nel territorio comunale di Ardea (RM)

Nelle vicinanze dell'area individuata per la nuova SE TERNA è stata altresì individuata un'altra area destinata alla futura stazione di trasformazione e di consegna 220/380 kV ubicata nel comune di Ardea (RM), caratterizzata da una superficie di circa 97.497 mq (ca. 10 ha), ricadente nel foglio 42 particelle 1637-1586-602-876-877-1501.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 53

Ai sensi dell'art. 12 della D.lgs. 387/2003, il progetto avrà la qualifica di impianto di pubblico servizio e pubblica utilità e come tale paragonabile a "opere indifferibili ed urgenti". Secondo il DPR 327/2001, pertanto, si procederà eventualmente all'esproprio delle aree individuate.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 54

4. OPERE DI CANTIERIZZAZIONE E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

4.1. PARTE MARITTIMA

Una delle fasi cruciali dell'opera risulta essere coincidente con la cantierizzazione, in quanto è necessario curare molteplici aspetti logistico-organizzativi. In tal contesto è possibile discretizzare l'intera fase di cantierizzazione attraverso delle fasi, coincidenti con i principali step. Esse sono:

- **Fase 1:** assemblaggio della piattaforma galleggiante;
- **Fase 2:** varo della piattaforma galleggiante ed eventuale trasporto via mare nel caso in cui l'area di assemblaggio dei galleggianti e l'installazione delle turbine eoliche siano differenti;
- **Fase 3:** operazioni di sollevamento e installazione della turbina eolica sulla piattaforma galleggiante;
- **Fase 4:** trasporto via mare delle turbine eoliche su piattaforma galleggiante verso il sito di installazione offshore;
- **Fase 5:** messa in servizio delle turbine eoliche galleggianti.

Per ciò che concerne l'individuazione delle aree finalizzate alla cantierizzazione del parco eolico offshore è stata scelta quella relativa al porto di Anzio (Figura 22).

Una volta identificate le operazioni specifiche da effettuare in fase di cantiere sarà possibile svolgere un'analisi di dettaglio per identificare la struttura portuale più idonea. Sulla base delle superfici a disposizione per il montaggio delle strutture di fondazione e delle turbine, non si esclude comunque che possano essere utilizzate entrambe le aree portuali. In ogni caso questa scelta verrà affrontata nelle fasi successive del progetto.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 55

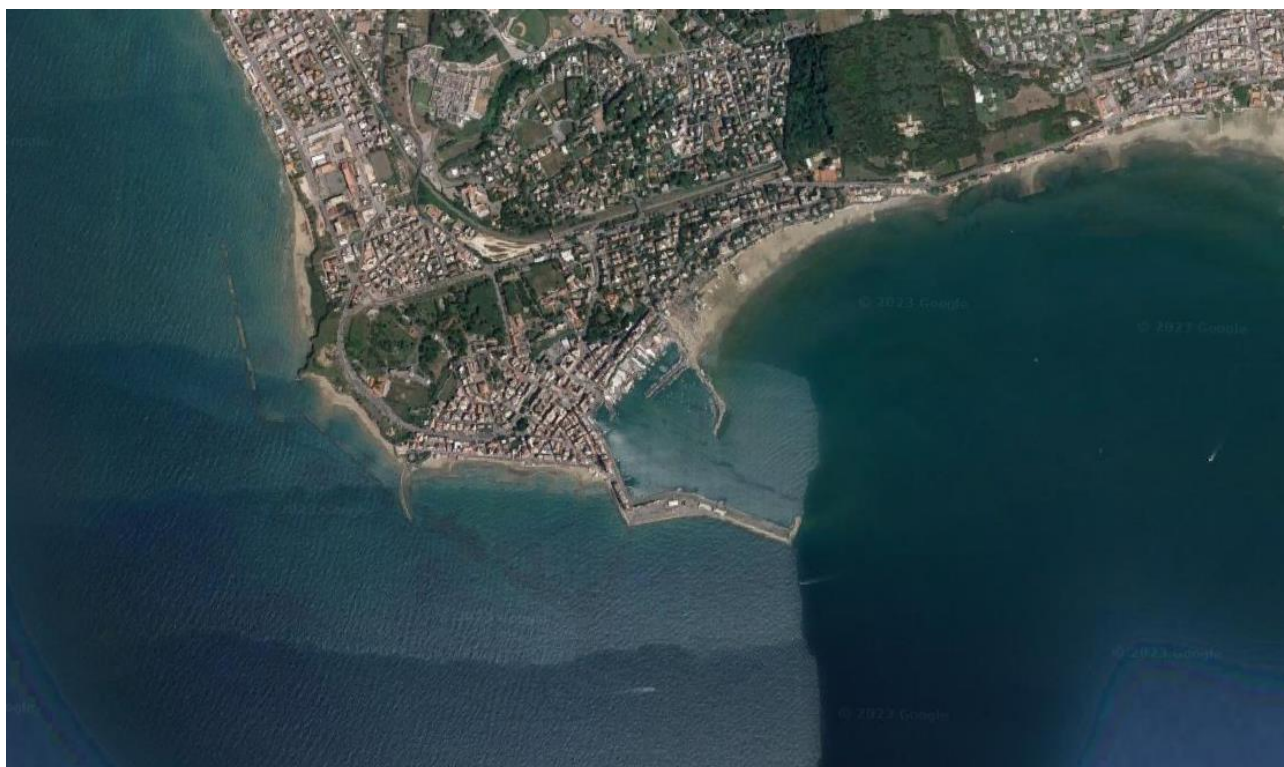


Figura 22 - Porto di Anzio individuato per l'assemblaggio delle diverse componenti delle turbine eoliche

4.1.1. ASSEMBLAGGIO E VARO DELLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE

Per l'assemblaggio delle diverse componenti delle turbine eoliche, al momento è stata identificata l'area portuale illustrata precedentemente (Figura 22). Per la realizzazione del parco offshore è necessaria la predisposizione infrastrutturale delle aree portuali dedicate all'assemblaggio delle piattaforme galleggianti e dei vari moduli che la costituiscono. Per questo sarà opportuno l'allestimento delle banchine per ospitare tutti i mezzi di lavoro necessari per l'assemblaggio, il trasporto ed il successivo varo delle piattaforme (Figura 22).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>	  		
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 56</p>

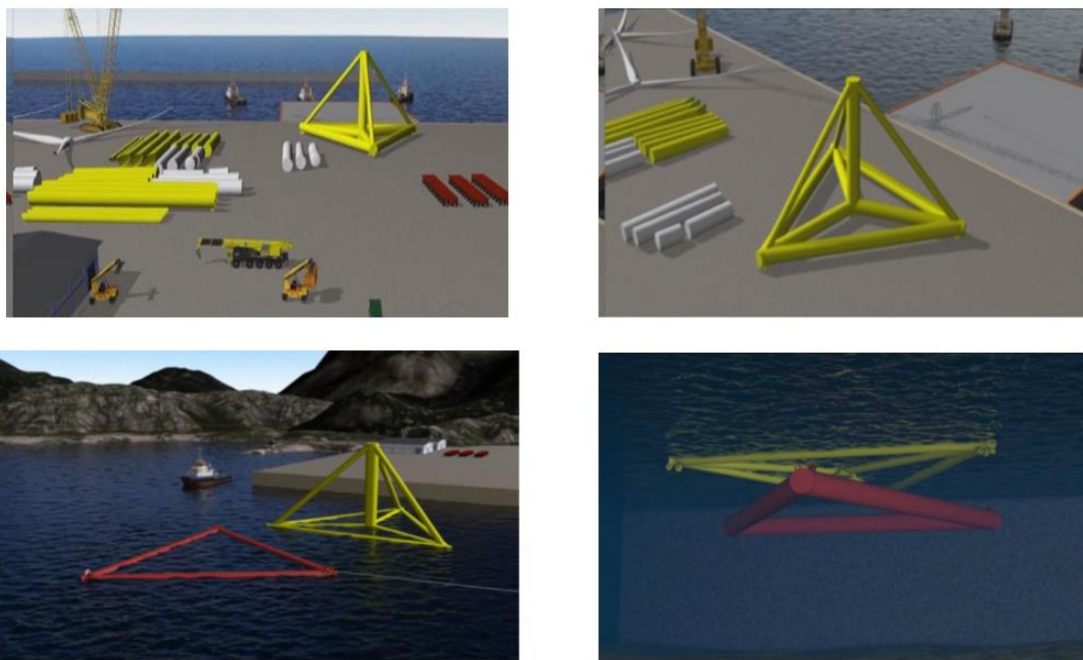


Figura 23 - Fasi di assemblaggio di una piattaforma galleggiante

4.1.2. INSTALLAZIONE DELLA TURBINA EOLICA SULLA PIATTAFORMA GALLEGGIANTE

Tutti i componenti che costituiscono l'aerogeneratore dovranno essere movimentati mediante gru mobili o moduli di trasporto semoventi per carichi pesanti, garantendo in ogni caso la totale sicurezza delle operazioni. Dopo aver assemblato la torre sulla piattaforma galleggiante, la gru mobile principale posizionerà la navicella nella parte superiore, quindi verrà sollevato il rotore, precedentemente assemblato a terra (Figura 22).



Figura 24 - Operazione di sollevamento del rotore della turbina

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 58

4.1.3. MEZZI MARINI DI INSTALLAZIONE E TRAINO

Le operazioni di trasporto dalla banchina di cantiere al sito deputato per il parco offshore dovranno avvenire a mezzo di rimorchiatori, che condurranno ogni singolo aerogeneratore alla posizione di progetto. Per quanto riguarda l'installazione del sistema di ancoraggio dovranno essere scelte delle imbarcazioni adatte alla tipologia di dispositivo da utilizzare.



Figura 27 - Operazioni di rimorchio della turbina su piattaforma galleggiante

Al termine dell'installazione delle turbine, queste ultime dovranno essere connesse tra loro mediante un cavo di collegamento. L'operazione verrà eseguita mediante delle navi specializzate all'installazione di cavi marini, con il coordinamento di un robot subacqueo (RUOV). Il cavo sarà passato attraverso il J-tube e tramite la valvola di hang-off, che garantisce il collegamento con la turbina eolica.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 59



Figura 28 - Operazioni di installazione del cavo dinamico

4.1.4. POSA DEL CONDOTTO SUL FONDALE MARINO

È possibile suddividere le operazioni di posa del cavidotto in due fasi principali:

- Operazioni di preparazione per la posa da effettuare preferibilmente nella stagione estiva, della durata di circa 2 mesi;
- Installazione e protezione del cavidotto mediante tecniche che dipendono dalle caratteristiche del fondale, della durata di 1-2 mesi.

Prima delle operazioni di posa dovrà essere necessario compiere delle ricognizioni geofisiche per verificare l'effettiva condizione dei fondali marini rispetto ai dati ottenuti durante gli studi preliminari e identificare eventualmente le interferenze presentatesi.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 60

Durante la posa una nave posa-cavo specializzata sarà incaricata del progressivo srotolamento del cavidotto sul fondale del mare con l'assistenza di altre imbarcazioni. A seconda del tipo di protezione si procede con opportuni mezzi all'operazione di messa in opera della protezione che può essere realizzata in un secondo momento oppure simultaneamente alla posa del cavo. Al termine dei lavori descritti dovrà essere eseguita un'indagine geofisica di verifica sull'intero percorso.

Dopo questa prima fase preliminare, inizia la posa del cavo stesso. Il cavidotto verrà trasportato da un'imbarcazione speciale, una cosiddetta nave-posa cavo, specializzata appositamente per questo, che si occuperà non solo di trasportare il cavidotto ma anche di srotolarlo sul fondale marino con l'eventuale ausilio di altre imbarcazioni.

La manutenzione ordinaria comprende:

- Attività di manutenzione preventiva (manutenzione);
- Attività di manutenzione correttiva (riparazione).

La manutenzione preventiva riguarda uno specifico tipo di manutenzione straordinaria che, eseguita ad intervalli predeterminati o in accordo a criteri prescritti nei piani di manutenzione, è volta a ridurre le probabilità che si verifichi un guasto o una degradazione del funzionamento di un asset o di un impianto. Essa, generalmente, viene pianificata secondo le specifiche dei fornitori dei componenti dell'impianto e si concretizza in verifiche annuali della durata di circa cinque giorni per ogni turbina eolica. Durante le fasi di manutenzione le piattaforme galleggianti, le linee di ormeggio e le ancore nonché i cavi elettrici che collegano tra loro le turbine, sono soggette ad ispezioni e operazioni di manutenzione e pulizia per garantirne non solo l'integrità strutturale e le buone condizioni ma anche il corretto funzionamento di tutti i componenti installati. Le ispezioni sono effettuate con mezzi specializzati (rilievi batimetrici, ispezioni a distanza con ROUV, ecc.) mentre la manutenzione consiste, in caso di emergenza, in riparazioni che possono essere eseguite con i mezzi logistici disponibili permanentemente in loco. Le operazioni di manutenzione sul

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 61

cavidotto marino possono essere prevenute, per verificarne le buone condizioni del lavoro, oppure di riparazione quando si verifica un incidente.

La manutenzione correttiva, invece, conosciuta anche come manutenzione a guasto, è un tipo di manutenzione reattiva. È anche la modalità più semplice e antica di gestione degli asset che consiste nell'intervenire su un impianto o su un macchinario soltanto dopo che si è verificato un guasto.

Essa considera la sostituzione dei componenti principali della turbina eolica (pale, generatore, cuscinetti principali, ecc.) e può interessare le linee di ormeggio (sostituzione della catena, sostituzione totale della linea e relativa ancora) e i cavi di collegamento tra le turbine (rottura).

Per migliorare le prestazioni ed estenderne la vita utile, gli impianti eolici sono sempre più soggetti ad interventi di repowering e revamping, ovvero interventi in grado di aumentare l'efficienza e la potenza delle turbine, che ad oggi presentano componenti usurate e obsolete.

Alcuni dei vantaggi legati agli interventi di ammodernamento dei parchi eolici esistenti tramite il revamping sono:

- Migliorie nell'integrazione nella rete: le nuove tecnologie di turbine eoliche possono supportare meglio la rete elettrica in termini di qualità dell'energia;
- Riduzione dei costi capitali per l'installazione dell'impianto: sfruttando le infrastrutture esistenti come cavidotti e strade, e lavorando all'aggiornamento degli impianti stessi;
- Riduzione dei rischi legati alla non ottimale gestione degli impianti: adeguare i parchi eolici esistenti con aggiornamenti basati sulle moderne tecnologie che sfruttano la specificità del sito significa partire da uno storico di analisi di dati utili come quelli relativi alle condizioni di ventosità che permettono di efficientare i costi operativi dell'impianto;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 62

- Impatto positivo sul territorio e nuove opportunità di lavoro: con l'occupazione di figure professionali per l'attività di progettazione, consulenza e costruzione degli impianti.

Generalmente la vita utile di un aerogeneratore è stimata tra i 25 e i 30 anni, al termine del quale, nel caso non ricorrano le condizioni per un revamping, si provvederà alla sua dismissione e al ripristino dei luoghi all'uso originario.

Prima della dismissione del parco, sarà effettuato uno studio per valutare gli impatti dello smantellamento e per verificare se non vi sia alcun interesse ambientale a lasciare determinati impianti in loco.

Le operazioni di disattivazione del parco eolico possono essere suddivise in due grandi categorie:

- Operazioni in mare, mediante ispezioni infrastrutturali (cavi tra le turbine, elettrodotto marino e linee di ormeggio), disconnessione dei cavi tra le turbine e del cavo di esportazione, recupero dei cavi e disconnessione di linee di ormeggio e loro recupero;
- Operazioni a terra e portuali, mediante smontaggio delle turbine galleggianti ormeggiate lungo un molo, scarico e deposito a terra dei componenti, stoccaggio della piattaforma galleggiante per lo smantellamento, smantellamento parziale e se applicabile il riuso della piattaforma galleggiante e delle strutture delle turbine.

Al termine del ciclo di vita del parco eolico, si prevede lo smantellamento delle diverse componenti attraverso il riciclo e lo smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, come alternativa, si presume di riutilizzare parti (scale di ormeggio delle piattaforme galleggianti e delle linee di ancoraggio ad esempio) per un'altra fondazione galleggiante o per lo stesso parco. I diversi materiali da costruzione se non riutilizzati, verranno quindi separati con lo scopo di consentirne un più facile trasporto ai centri di recupero. Ogni diverso e specifico materiale verrà sottoposto ad un trattamento preciso. Particolare attenzione sarà dedicata allo

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"</p>			
	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>11/12/2023</p>	<p>REV.0</p>	<p>Pag. 63</p>

smantellamento delle apparecchiature che utilizzano lubrificanti e olio per prevenire sversamenti accidentali soprattutto in mare evitando rischio di inquinamento.

La maggior parte dei materiali, costituenti l'impianto, verranno smaltiti in maniera idonea, molti di essi saranno nuovamente riutilizzabili per il 90-95% (acciaio privo di ruggine, ghisa, alluminio, piombo, rame etc..), mentre gli altri, come ad esempio, le plastiche (PVC) e i lubrificanti verranno rispettivamente smaltiti in discarica (i primi), inceneriti in apposite sedi predisposte per questo (i secondi).

I mezzi utilizzati per trainare il galleggiante e la turbina al porto e per la disattivazione delle linee di ancoraggio, saranno identici ai mezzi utilizzati per l'installazione. Per la dismissione della parte elettrica del parco eolico sono necessari gli stessi mezzi sia per rimuovere il cavidotto marino che i cavi elettrici che collegano tra loro le turbine. Dopo che gli aerogeneratori verranno trasportati al porto, mediante idonee imbarcazioni, si provvederà, dunque, allo smontaggio delle loro singole componenti e verranno impiegati specifici macchinari per il loro corretto smaltimento.

4.2. PARTE TERRESTRE

4.2.1. POSA DELLE CONDOTTE

Come introdotto nei capitoli precedenti, una volta che i cavi marini entrano all'interno della fossa giunti, verrà fatta una giunzione mare-terra per poter successivamente effettuare il collegamento del parco eolico alla stazione elettrica a 380/150 kV ubicata presso il comune di Aprilia (LT).

I cavi marini convoglieranno inizialmente in una fossa giunti come in Figura 25, da quest'ultima, attraversando le strutture di sezionamento e rifasamento, partiranno i cavidotti terrestri interrati al di sotto della sede stradale pubblica esistente; essi si discosteranno dalla strada solo in corrispondenza di punti di interferenza che richiederanno soluzioni alternative. Per un maggiore dettaglio si rimanda alla tavola "Schema di connessioni e sezioni tipiche".

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 64

In linea generale si può considerare che dal punto di giunzione mare-terra si dipartirà il cavidotto terrestre in corrente alternata AT 220 kV, per una lunghezza di circa 13 km fino al punto di connessione con la SdT "D" e da qui alla rete elettrica (Stallo AT – Stazione Terna).

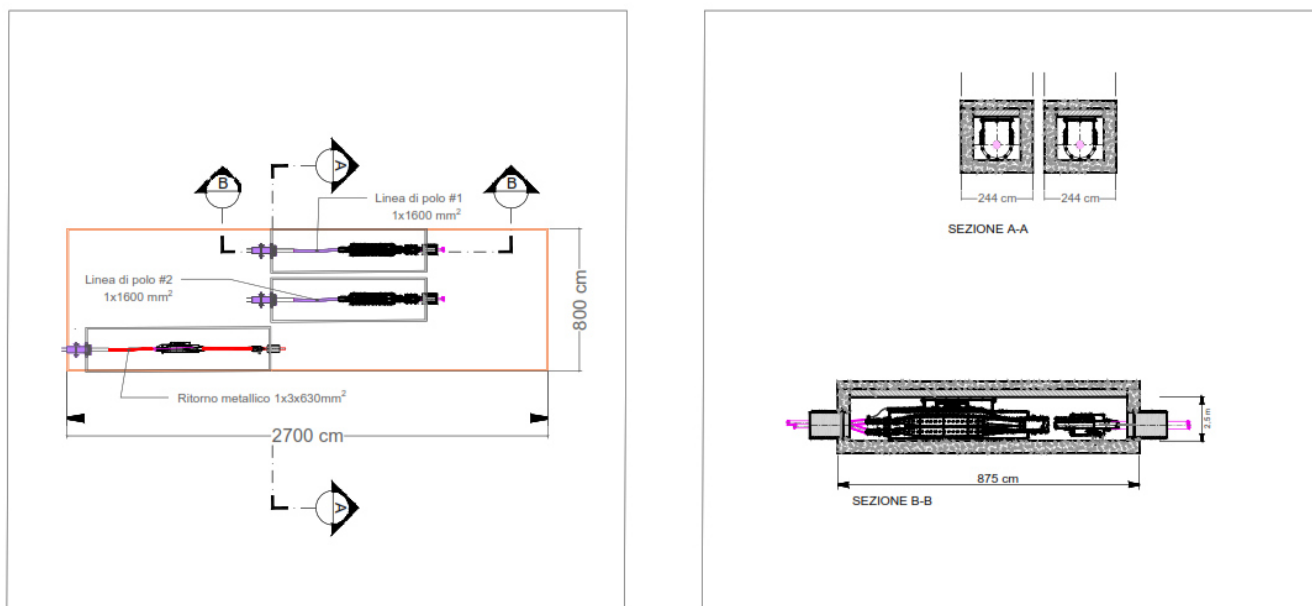


Figura 25 - Sezione trasversale schematica della fossa giunti – Rif. Tavola "schema di connessioni e sezioni tipiche"

4.2.2. STAZIONE UTENTE, SdT "D" E STORAGE

La stazione di trasformazione *onshore* identificata come SdT "D" sarà posizionata in prossimità dell'area della futura SE Terna; essa riceverà le linee 220 kV provenienti dalle SdT offshore ("A", "B" e "C"), innalzerà la tensione al valore di connessione 380 kV e realizzerà, tramite un sistema di sbarre di parallelo 380 kV che avrà funzione di Stazione Utente, la connessione con la SE Terna e quindi con la RTN

La SdT "D" svolgerà anche funzione di interfaccia con il sistema di Storage sempre attraverso il sistema di sbarre 380 kV (la SU).

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 65

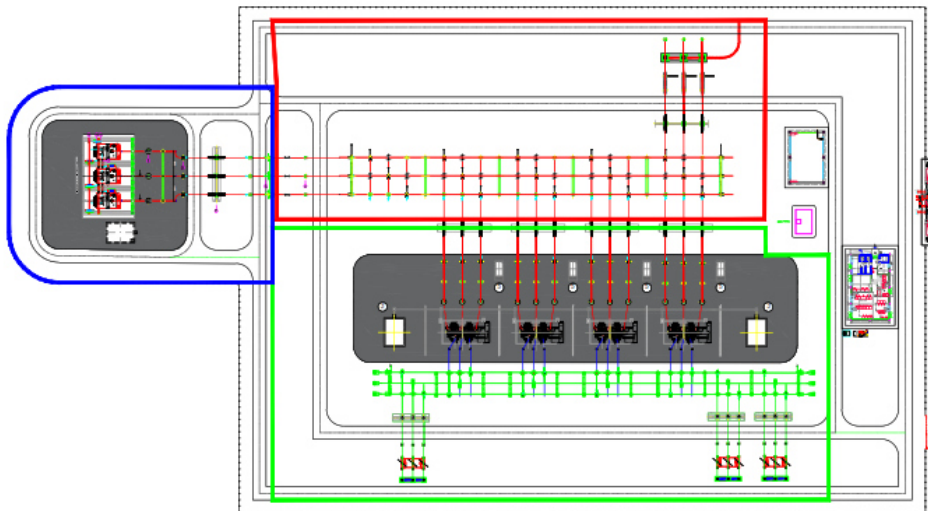


Figura 26 Suddivisione funzionale della SdT "D". Bordato in verde l'area di trasformazione 220/380 kV, bordato in rosso il parallelo di interfaccia (SU) con la SE Terna e bordato in blu il trasformatore 30/380 kV dello storage

Ai sensi dell'art. 12 della D.lgs. 387/2003, il progetto avrà la qualifica di impianto di pubblico servizio e pubblica utilità e come tale paragonabile a "opere indifferibili ed urgenti". Secondo il DPR 327/2001, pertanto, si procederà eventualmente all'esproprio delle aree individuate.

La Stazione Utente *Onshore*, costituita essenzialmente da un sistema a sbarra 380 kV e relativi edifici asserviti, riceverà le uscite a 380 kV dalla Stazione di Trasformazione onshore (di cui è effettivamente una parte vedi Figura 26) e i cavi in arrivo dall'impianto storage e formerà l'uscita che si andrà ad attestare lo stallo da assegnare sulla futura SE Terna così come indicato in STMG.

Contigualmente all'area della SdT "D" sarà ubicata quella dedicata al sistema di accumulo, di potenza nominale di 200 MW e accumulo 800 MWh, costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia proveniente dal parco eolico e alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica è situata, come precedentemente detto, nel comune di Ardea (RM) ricadente al foglio 42 particelle 1637-1586-602-876-877-1501.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 66

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

Le parti principali della tipologia BESS includono:

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

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 67

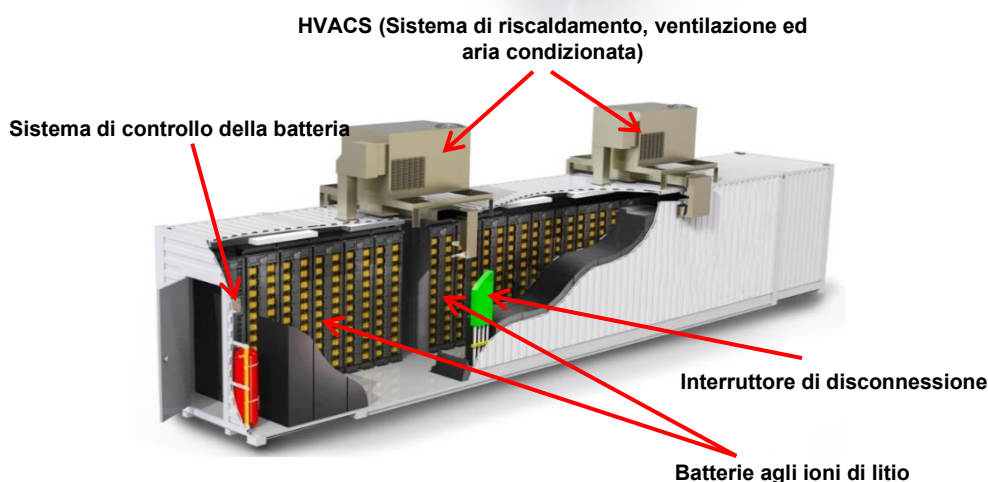


Figura 27 - BESS - Container tipo

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

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

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

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 68

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

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

I container batterie e inverter saranno appoggiati su travetti in cemento armato, appositamente dimensionati. La quota di appoggio dei container sarà sopraelevata rispetto

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 69

al piano, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

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

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

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

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

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

Il progetto previsto prevede dunque l'installazione di una serie di batterie agli ioni di litio posizionate all'interno di container in acciaio, oltre che di trasformatori e inverter, quadri elettrici e apparecchiature elettriche/elettroniche dedicate anche all'interfaccia con la rete. Le batterie e i gruppi di conversione (inverter) saranno connessi ai trasformatori BT/MT presenti all'interno dell'area, uno per ogni due unità base, i quali saranno collegati tra di loro in configurazione "entra-esci" e avranno il compito di distribuire la potenza erogata/assorbita dalle batterie verso i quadri MT allocati negli edifici all'interno della Stazione di Condivisione.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 70

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

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

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

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

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

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 71

5. ESERCIZIO E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Gli impianti eolici, sia offshore sia onshore, in condizioni di esercizio ordinario, non necessitano di presidio e sono in grado di funzionare in maniera autonoma; il controllo del funzionamento e la gestione dei sistemi è svolta da remoto. La presenza dei lavoratori nel sito avviene in occasione delle attività di manutenzione organizzate sulla base dei report e della segnalazione di anomalie durante il funzionamento che arrivano alla centrale di controllo.

Ultimata la fase di costruzione dell'intero parco eolico offshore è necessario prevedere la realizzazione di una infrastruttura portuale da poter utilizzare per poter garantire, durante l'intero ciclo di vita dell'impianto, un completo supporto logistico.

Per impianti appartenenti a questa tipologia, è fondamentale individuare fin da subito gli elementi che richiedono un servizio di manutenzione efficiente a causa del loro funzionamento continuo. Tra gli elementi fondamentali del parco eolico offshore oggetto della relazione, è necessario considerare:

- i 54 WTG;
- le opere di galleggiamento e ancoraggio;
- le connessioni elettriche;
- la cablatura sottomarina.

Le operazioni di manutenzione non si limitano ai soli elementi offshore dell'impianto, ma vengono previsti altresì per la componente onshore dello stesso, infatti, tra gli elementi da monitorare durante il ciclo di vita del parco ci sono sicuramente:

- la linea interrata;
- la SGC e la Fossa Giunti;
- la Centrale di Storage;
- le interconnessioni elettriche accessorie.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 72

È importante fare una netta distinzione tra le diverse tipologie di manutenzione, infatti, è possibile individuarne due diverse:

- 1) manutenzione programmata o ordinaria leggera
- 2) manutenzione straordinaria.

5.1. MANUTENZIONE ORDINARIA

Come accennato nel paragrafo precedente, per il corretto mantenimento dell'impianto eolico offshore, è necessario prevedere un'infrastruttura portuale, attraverso la quale possano transitare i mezzi, gli accessori, i materiali e il personale specializzato per le differenti tipologie di intervento richiesto. La stessa struttura fungerà, per brevi periodi, da zona di stoccaggio per i componenti difettosi/danneggiati rimossi durante le fasi di manutenzione, in attesa di un loro successivo spostamento e deposito presso le opportune strutture di smaltimento.

In seguito, sono presentati tutti gli elementi che caratterizzano una struttura dedicata alle fasi di manutenzione:

- **Magazzini per lo stoccaggio dei materiali:** fondamentali per conservare al loro interno dei pezzi di ricambio o attrezzature;
- **Officine tecniche per gli operatori:** siti dedicati allo svolgimento di tutte quelle operazioni necessarie all'impianto, come per esempio l'assemblaggio o disassemblaggio delle componenti;
- **Zone per lo stoccaggio dei rifiuti;**
- **Uffici amministrativi;**
- **Banchina;**
- **Molo per l'attracco delle navi.**

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 73

5.2. MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Diversamente dalla controparte ordinaria/programmata, la manutenzione straordinaria non prevede un "calendario di pianificazione", ma viene effettuata in base alle necessità dell'impianto stesso, richiedendo l'utilizzo di risorse adeguate all'entità dell'intervento e quanto meno una specifica logistica marittima.

Questo particolare tipo di manutenzione consiste nella sostituzione degli elementi principali della turbina eolica (pale, generatore, cuscinetti principali, etc.), può altresì estendersi anche agli elementi di ancoraggio (sostituzione della catena, sostituzione totale della linea e relativa ancora) fino a interessare i cavi di collegamento dinamici tra le turbine, in caso della rottura degli stessi. Può essere altresì previsto l'utilizzo di mezzi di trasporto marino per tirare a riva gli aerogeneratori in avaria e poter così prevederne la riparazione. Ovviamente, questa pratica è applicabile solamente a turbine con una struttura galleggiante.

Va infine ricordato che, con l'obiettivo di evitare/mitigare possibili effetti derivanti da eventi di inquinamento accidentale, come per esempio perdita di olio dalla turbina o distacco di parti della struttura, il sistema di manutenzione previsto viene affiancato anche da un Piano di Prevenzione dei Rischi.

5.3. PIANO DI PREVENZIONE DEI RISCHI

Tale piano contiene tutte le linee guida da seguire al fine di mitigare o, se possibile, eliminare gli impatti sull'ambiente derivanti dai problemi che possono interessare l'intero parco eolico offshore durante il suo ciclo di vita. Il PPR prevede al suo interno la necessità di rendere disponibili, durante tutte le operazioni che interessano l'impianto eolico, dispositivi antinquinamento idonei per limitare gli spill di idrocarburi o di sostanze nocive per l'ambiente.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 74

6. PIANO DI DISMISSIONE

6.1. PRINCIPI GUIDA

Una volta che il parco eolico offshore è giunto al termine del suo ciclo vitale, solitamente della durata di circa 30 anni, è necessario prevedere un piano di azione che tenga conto dello smantellamento dello stesso, del ripristino con la relativa riabilitazione dei luoghi occupati e del garantire la reversibilità delle modifiche apportate all'ambiente naturale circostante.

Nello stesso modo della fase di costruzione, anche in questo caso deve essere effettuato uno studio accurato con il fine di valutare gli impatti dello smantellamento dell'impianto sull'ambiente. Viene altresì verificato che non ci sia alcun interesse ambientale a lasciare determinati impianti in loco.

Tutte le tecniche che si prevede di utilizzare durante questa fase finale dell'impianto sono strettamente legate alle stesse tecniche che si è scelto di utilizzare in fase di realizzazione, con la possibilità che, ove possibile, si prosegua con una sequenza invertita rispetto sulle operazioni di installazione.

L'insieme di tutte le operazioni necessarie per effettuare un corretto smantellamento dell'impianto e per restituire il sito all'ambiente può essere suddiviso in tre grandi macro-gruppi, quali:

1. operazioni in mare:

- ispezioni infrastrutturali (cavi dinamici tra le turbine, elettrodotto marino e linee di ormeggio);
- disconnessione dei cavi tra le turbine e del cavo di esportazione;
- recupero dei cavi;
- disconnessione di linee di ormeggio e recupero.

2. operazioni a terra e portuali:

- smontaggio della turbina galleggiante ormeggiata lungo un molo;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 75

- scarico e deposito a terra dei componenti;
- stoccaggio della piattaforma galleggiante per lo smantellamento;
- smantellamento parziale;
- riuso della piattaforma galleggiante e delle strutture della turbina (ove possibile).

3. le operazioni di dismissione finali. Quest'ultima categoria, essendo altresì anche la più delicata, verrà analizzata nel dettaglio nei paragrafi successivi.

6.2. OPERAZIONI DI DISMISSIONE FINALE

Terza e ultima fase che rappresenta l'insieme delle operazioni conclusive che caratterizzano lo smantellamento dell'intero impianto. Per questo particolare motivo, sebbene possa essere previsto un "*caso standard*" con smantellamento e riciclo dei rifiuti (ove possibile), essa può prevedere l'implementazione di diverse soluzioni diverse. Tra queste possono essere identificate:

- riutilizzo di parti (scale di ormeggio) delle piattaforme galleggianti e delle linee di ancoraggio per un'altra fondazione galleggiante;
- trasporto delle piattaforme galleggianti, previa verifica dei materiali per garantire l'assenza di pericolo per l'ambiente, in un altro sito per formare una barriera artificiale o per qualsiasi altro uso in mare con recupero dei materiali per altre strutture.

6.3. DISTRUZIONE, RICICLAGGIO E SMALTIMENTO DEI COMPONENTI

Tra i componenti principali che caratterizzano un parco eolico (offshore e onshore), oltre alle ovvie componenti metalliche (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) che verranno riciclate, sono presenti principalmente componenti elettrici. Quest'ultimi, a cui appartengono trasformatori, quadri elettrici, etc., verranno smaltiti seguendo le indicazioni fornite dalla direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment).

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 76

I diversi materiali da costruzione se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero più vicini al sito in questione.

Tutti i materiali che verranno recuperati dallo smantellamento del parco eolico verranno trattati seguendo delle direttive e dei trattamenti ben definiti, come per esempio:

- le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- la biomassa accumulata durante il ciclo di vita del parco sarà trattata come residuo di processo. Questi residui saranno quindi smaltiti mediante gli enti specializzati;
- le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate.

Con il fine di evitare sversamenti accidentali in mare dei residui di olio e lubrificanti, verrà posta particolare attenzione nello smantellamento delle componenti che ne fanno largo uso durante la fase di funzionamento.

Altri elementi a cui si farà particolare attenzione sono altresì i cavi dinamici tra le turbine e il cavo della condotta marittima. Essi sono costituiti da metalli (rame e alluminio) e dalla parte isolante (principalmente XLPE) che può rappresentare più del 70-80% del loro peso. Per questo motivi, proprio i cavi saranno trasportati all'unità di pretrattamento per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei sottoprodotti come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).

6.4. MEZZI LOGISTICI

Come affermato nei paragrafi precedenti, la fase di smantellamento prevederà sia una parte delle operazioni sulla terraferma sia in mare. Proprio quest'ultima prevederà una fase di

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 77

ispezione dell'infrastruttura subacquea eseguita congiuntamente con l'impiego di navi dotate di ROV.



Figura 28 - ROV presente su una delle navi

Per quanto riguarda la fase dedicata al traino delle turbine e dei relativi supporti galleggianti sarà previsto l'utilizzo degli stessi mezzi utilizzati nella fase di installazione del parco eolico offshore. Lo stesso discorso verrà applicato anche alla dismissione della parte elettrica, infatti, verranno impiegati anche in questo caso gli stessi mezzi utilizzati nella posa in opera degli stessi.

Una volta smontate e trasportate al porto verranno utilizzati specifici macchinari per lo smaltimento.

6.5. L'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA BASE DEL PROGETTO

In un'epoca dove la corsa alle materie prime si sta facendo sempre più agguerrita e dove queste stanno diminuendo velocemente, l'energia eolica si ritrova a svolgere un ruolo da

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 78

protagonista nel sistema energetico mondiale. La stessa costruzione dei vari parchi eolici (offshore e onshore) presenta l'impiego di una grande quantità di materie prime che si rivela fondamentale non sprecare e, ove possibile, riutilizzare. Per questo motivo, è necessario che lo smantellamento delle varie OWFs (Offshore Wind Farms) avvenga nel completo rispetto dei principi di eco compatibilità che stanno alla base della CE (Circular Economy).

Una delle direttive UE più importanti definisce la progettazione ecocompatibile *"l'integrazione degli aspetti ambientali nella progettazione allo scopo di migliorare le prestazioni ambientali dei prodotti durante l'intero ciclo di vita"* (UE, 2009).

Tutto questo può essere recepito con la necessità di basare l'intera realizzazione di un parco eolico seguendo le più moderne strategie di eco design basate sull'utilizzo di materie prime seconde, sulla progettazione per il riciclo senza perdita di qualità, etc.

Per le motivazioni introdotte sopra e per tutelare maggiormente l'ambiente durante tutto il ciclo vitale dell'impianto stesso, si è deciso di redigere questo progetto adottando un modello basato sull'Economia Circolare, sapendo che il fine ultimo dello stesso sarà proprio quello di produrre energia elettrica sfruttando la stessa energia cinetica generata dal movimento del vento. In Tabella 6 è possibile vedere l'insieme di tutte le materie prime impiegate all'interno del progetto e una loro possibile applicazione come materie prime seconde una volta terminato il ciclo di vita dello stesso, nel pieno rispetto dei principi di ecocompatibilità alla base dell'Economia Circolare.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 79

Componente dell'installazione	Risorse principali	Posizionamento
WTG – Wind Turbine Generator	Acciaio	Componenti strutturali navicella, mozzo, trasformatore, parti meccaniche in movimento ecc....
	Fibra di vetro e resine	Pale, cover navicella, mozzo, quadri elettrici
	Ghisa	Navicella e mozzo
	Rame	Componenti navicella, collegamenti elettrici
	Alluminio	Componenti navicella, strutture accessorie ecc...
	Gomma e Plastica	Navicella, Cablaggi elettrici ed idraulici
	Olio idraulico	Componenti meccanici
	Magneti al neodimio	Generatore
Torre eolica	Acciaio	Torre eolica, collegamenti bullonati, flange di connessione
	Alluminio e rame	Cablaggi elettrici, scale, accessori
	Zinco ed altri metalli	Trasformatore, fissaggi ed accessori interni
	Oli minerali ed altri liquidi	Trasformatore
Fondazione galleggiante	Acciaio	Fondazione galleggiante e ballast stabilizzatore, collegamenti bullonati ecc...
	Materie plastiche	Parapetti e grigliati delle piattaforme
Cavi e Protezione cablaggi	Rame	Cavi e collegamenti
	Materiale plastico	Isolamenti e cablaggi
	Inerte (CIs, pietrame)	Protezione cavi

Tabella 5 - Materie prime utilizzate per la realizzazione dell'impianto

In Figura 29 è possibile vedere uno schema riepilogativo di tutte le operazioni basate sull'EC che caratterizzeranno il parco eolico oggetto della trattazione, dalle prime fasi di progettazione, passando per la costruzione, fino ad arrivare alla conclusione del suo ciclo vitale dopo circa 30 anni.

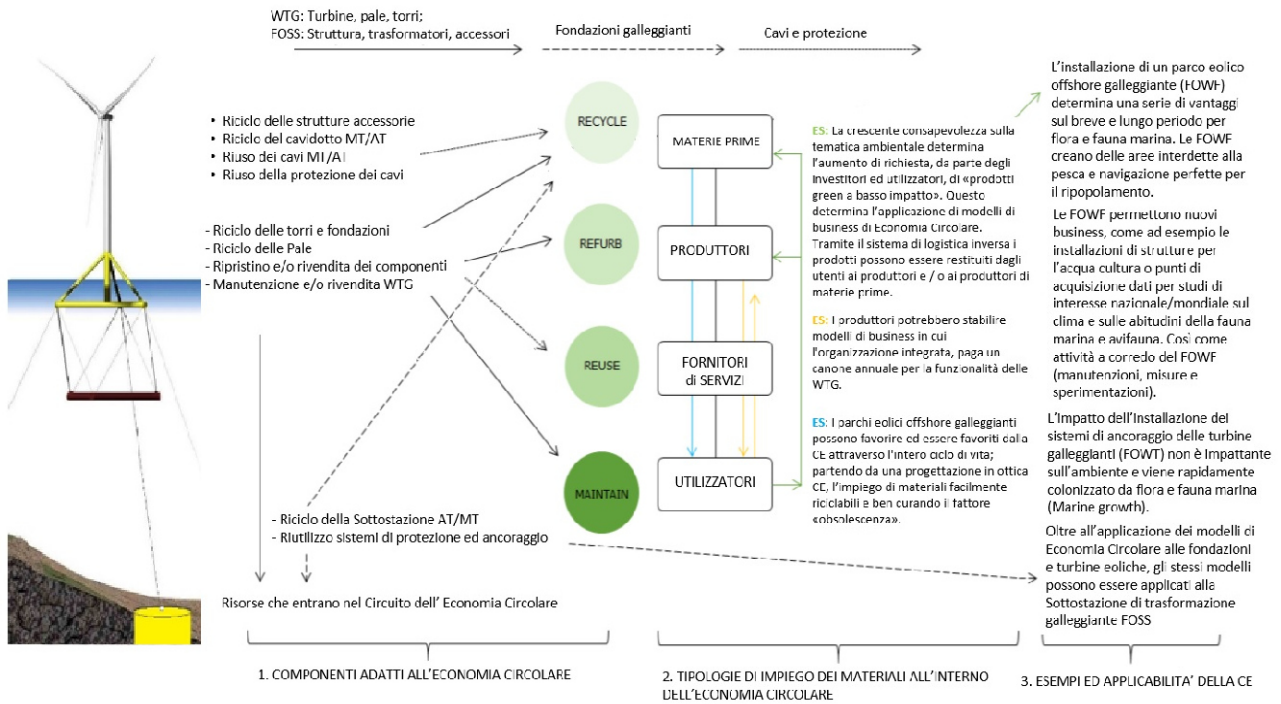


Figura 29 - Schema riepilogativo sull'applicazione dell'economia circolare al progetto

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 81

7. ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Il progetto presentato all'interno di questa relazione verrà valutato da un punto di vista delle analisi delle alternative, la quale prevede:

- alternativa zero;
- alternativa localizzativa;
- alternativa tecnologica;
- alternativa progettuale.

12.1 ALTERNATIVA ZERO

L'Alternativa zero è rappresentata dall'ipotesi che non prevede la realizzazione del parco eolico. Una soluzione di questo tipo, ovviamente, dal punto di vista ambientale garantirebbe il mantenimento dell'attuale status quo, rinunciando a tutti i vantaggi economici e strategici derivanti dall'importante produzione di energia elettrica pulita. La realizzazione dell'impianto porterebbe molti benefici, quali:

- emissioni di composti macroinquinanti e gas serra, regolarmente emessi da un impianto convenzionale, quali: anidride carbonica (CO₂), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂) e polveri;
- incrementare in maniera decisiva la quota parte di energia elettrica prodotta da FER, che verrebbe immessa nella rete per coprire una quota significativa del fabbisogno dell'Italia centro-settentrionale;
- incremento occupazionale.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 82

12.2 ALTERNATIVA LOCALIZZATIVA

Questa analisi è incentrata sull'identificazione di un sito che abbia le caratteristiche idonee ad accogliere un impianto complesso come quello in progetto. Alla luce di quanto detto, verranno valutate le seguenti caratteristiche:

- buone condizioni di ventosità e batimetria ottimale;
- natura geomorfologica dei fondali;
- possibilità di non interferire con le più importanti rotte di navigazione;
- possibilità di non interferire con le più importanti rotte di migrazione degli uccelli;
- esclusione di biocenosi sensibili;
- distanza da aree naturali protette e parchi;
- esclusione di vincoli ambientali, paesaggistici, archeologici;
- assenza di altre concessioni per attività produttive;
- possibilità di connessione alla RTN;
- possibilità di incrementare i dati sperimentali sulle condizioni sismiche dell'area.

Con riferimento a quanto detto, per il seguente progetto sono state adottate diverse alternative localizzative che lo hanno portato allo stato che viene presentato all'interno di questo elaborato. Tra le possibili alternative è stata valutata altresì quella di realizzare lo stesso parco eolico su terraferma, ciononostante, questa soluzione avrebbe comportato un maggiore uso del suolo, un maggior impatto sul paesaggio e la risorsa eolica non avrebbe garantito le medesime prestazioni offerte dalla soluzione offshore.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 83

12.3 ALTERNATIVA TECNOLOGICA

Si prenda in considerazione l'alternativa tecnologica in corrente continua (HVDC) rispetto alla soluzione utilizzata corrispondente a quella basata sulla corrente alternata (HVAC).

Considerando la lunghezza complessiva del tracciato dei cavidotti, che dal parco eolico offshore arrivano al punto di consegna alla RTN, una soluzione in corrente continua HVDC avrebbe sicuramente comportato maggiori svantaggi rispetto alla soluzione che viene presentata in questo elaborato. Gli svantaggi che caratterizzerebbero la soluzione in corrente continua sono:

- **Maggiori costi economici.** Nel complesso i costi di trasmissione dell'energia prodotta sono strettamente legati alla distanza da percorrere. Si può considerare che sotto i 100 km circa, come nel nostro caso, un sistema HVAC sia più conveniente rispetto a un HVDC. I costi delle stazioni di conversione (HVDC/HVAC), in questo caso, non sono compensati dal risparmio ottenuto utilizzando un minor numero di cavi che il sistema HVDC permette (a parità di potenza trasmessa) né dal minor numero di perdite lungo il percorso;
- **Maggiore impegno tecnologico.** Benché la tecnologia HVDC sia conosciuta da lungo tempo la sua integrazione in un sistema HVAC richiede uno sforzo tecnologico, di progettazione ed economico non indifferente; esso necessita infatti, in generale, di: sistemi di interfaccia tra i sistemi AC e DC, sistemi di gestione del flusso di potenza, filtri delle armoniche generate dalla conversione, gestione delle interferenze da e verso la rete AC; tutti elementi con notevoli costi sia economici che di impegno progettuale. Solitamente tali sforzi sono compensati dal risparmio che si ottiene in termini di perdite, numero di cavi in AT e aree impegnate; ma tale risparmio è strettamente legato alla distanza e alla potenza impegnata. Come precedentemente detto sotto i 100 km tali valori sono nettamente favorevoli ad un sistema AC.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 84

12.4 ALTERNATIVA PROGETTUALE

L'alternativa progettuale, rispetto alle precedenti, si basa sulla necessità di rispondere a determinate richieste dal punto di vista progettuale, quali:

- caratteristiche tecniche delle torri eoliche scelte;
- caratteristiche e tipologie delle fondazioni proposte;
- layout del progetto e disposizione degli aerogeneratori per ubicazione, interdistanza ed orientamento.

Pertanto, definendo i parametri sopra citati, potranno essere proposte valide alternative progettuali, le quali potranno essere messe in concorrenza con quella del presente progetto in sede di procedura di VIA.

In ogni caso, una delle alternative progettuali valutate precedentemente è stata quella di optare per la realizzazione di un parco fotovoltaico avente le medesime potenzialità della controparte eolica proposta in questo elaborato. Questa soluzione è stata messa da parte perché, diversamente da quella proposta, avrebbe richiesto l'occupazione di una superficie utile maggiore. Infatti, che con le tecnologie attuali si può raggiungere un massimo di circa 1 MW di potenza installata su ettaro utile, per questo motivo, sarebbe necessaria, considerando la sola potenza del parco eolico una superficie utile di circa 800 ettari, decisamente maggiore rispetto a quella attualmente impegnata.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"	  		
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 85

12.4 RIEPILOGO ALTERNATIVE

<u>ALTERNATIVA ZERO</u>	
PRO	CONTRO
Nessun impegno di aree	Mancata produzione di energia elettrica o produzione tramite fonti fossili
	Altre fonti FER a maggior impegno di area
	Nessun vantaggio occupazionale
<u>ALTERNATIVA LOCALIZZATIVA</u>	
Minor distanza dalla costa	Maggiore Impatto Paesaggistico
	Interferenza con aree idonee alla pesca
<u>ALTERNATIVA TECNOLOGICA HVDC</u>	
Minor numero di cavi	Maggiori costi per connessioni a breve distanza
	Maggior impegno tecnologico
<u>ALTERNATIVA PROGETTUALE: FOTOVOLTAICO OFFSHORE</u>	
Tecnologia fotovoltaica molto conosciuta	Tecnologia ancora in fase di sviluppo
	Sviluppata attualmente SOLO su specchi d'acqua chiusa
	Maggiore impegno reale di superficie a parità di potenza
	Mancanza alternative dei fornitori

Tabella 6 – Tabella riepilogativa delle alternative

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 86

8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione di un'opera di questo tipo è necessario uno studio d'impatto ambientale sottoposto a una procedura di verifica che viene normata da una molteplicità di direttive e leggi sia a livello europeo che nazionale e regionale.

13.1 NORMATIVA EUROPEA

- Direttiva 85/377/CEE del 27 giugno 1985. Concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati. In particolare, tra le opere pubbliche e private elencate negli allegati I e II della direttiva che riguardano le opere soggette a VIA, al punto 3 comma i) dell'Allegato II rientrano gli impianti di produzione di energia elettrica compresi gli eolici.
- Direttiva 97/11/CE del 3 marzo 1997. Modifica in parte la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.
- Direttiva 2001/42/CE del 27 giugno 2001. Concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.
- PROTOCOLLO sulla valutazione ambientale strategica alla convenzione sulla valutazione dell'impatto ambientale in un contesto transfrontaliero (G.U.U.E. L308 del 19.11.2008).
- Decisione 2008/871/CE del Consiglio del 20 ottobre 2008 relativa all'approvazione, a nome della Comunità, del protocollo sulla valutazione ambientale strategica alla convenzione ONU/CEE sulla valutazione dell'impatto ambientale in un contesto transfrontaliero firmata a Espoo nel 1991 (G.U.U.E. L308 del 19.11.2008).
- Direttiva (CE) 97/11: Consiglio, 3 marzo 1997 G.U.C.E. 14 marzo 1997, n. L 073. Modifica alla direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 87

- Direttiva (CE) 2011/92

13.2 NORMATIVA NAZIONALE

- La normativa comunitaria è stata recepita in Italia con la L. 8 luglio 1986, n. 439.
- Il D.P.C.M. 20/08/88 n. 377 individua le categorie di opere da sottoporre a VIA.
- Il D.P.C.M. 27/12/88 ne definisce i contenuti e la relativa documentazione da sottoporre all'istruttoria ministeriale.
- Nel D.P.R. 12/04/96, atto di indirizzo e coordinamento in materia di VIA, è riportato (Allegato A) l'elenco delle opere soggette a VIA. Nell'Allegato B è invece riportato l'elenco delle opere da assoggettare a VIA nel caso in cui ricadano, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette. Gli impianti eolici fanno parte dell'elenco contenuto nell'Allegato B al punto 2, lettera e).
- Testo coordinato del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 con le modifiche introdotte dal Decreto Legislativo 8 novembre 2006, n.284 e dal Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4, abroga i decreti sopra riportati e riscrive le regole su VIA, difesa del suolo e tutela delle acque, gestione dei rifiuti, riduzione dell'inquinamento atmosferico e risarcimento dei danni ambientali. In particolare, gli impianti eolici rientrano nell'Allegato III alla parte seconda, nell'elenco B, al Punto 2, lettera e). rimane la condizione di assoggettabilità alla procedura di VIA (screening) nel caso in cui le opere ricadano anche parzialmente all'interno di aree naturali protette e si aggiunge la discrezionalità per l'Autorità competente di richiedere ugualmente lo svolgimento della procedura di VIA, sulla base di elementi indicati nell'Allegato IV alla parte seconda del Decreto, anche se le opere non ricadono in aree naturali protette.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 7 marzo 2007: Modifiche al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 settembre 1999, recante: "Atto di

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 88

indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'articolo 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale". (G.U. n. 113 del 17-5-2007)

- Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n.4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (GU n. 24 del 29-1-2008- Suppl. Ordinario n.24).
- Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n. 128: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009 n.69.
- art. 21 D. Lgs.152/2006 e s.m.i. - Norme in materia ambientale - Parte II (modificato e integrato dal D.lgs. 128/2010).
- Allegati alla Parte II del D. Lgs.152/2006 e s.m.i. (modificato e integrato dal D. Lgs.128/2010).
- D.Lgs.104 del 16 giugno 2017. Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.

13.3 NORMATIVA REGIONE LAZIO

- Piano Energetico Regionale del Lazio (PER-Lazio);
- Piano di Gestione dello Spazio Marittimo (DGR n. 710 del 26/10/2021);
- Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio;
- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale (PTPR);
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 89

➤ Piano Forestale Regionale.

13.4 ALTRI RIFERIMENTI

Un importante documento che riguarda in particolare l'eolico e il corretto inserimento degli impianti nell'ambiente circostante, è il Protocollo d'Intesa di Torino (4 giugno 2001), per favorire la diffusione delle centrali eoliche e il loro corretto inserimento nell'ambiente e nel paesaggio. Il documento è stato stipulato tra i tre Ministeri dell'Ambiente, delle Attività Produttive e Beni Culturali e la Conferenza delle Regioni. Sottoscrivendo il Protocollo di Torino le Regioni si impegnavano a predisporre entro il 2002 i rispettivi piani energetico-ambientali, che privilegiassero le fonti rinnovabili e la razionalizzazione della produzione elettrica e dei consumi. Finalità di questo protocollo sono quelle di agevolare il perseguimento degli obiettivi nazionali di diffusione dell'eolico, favorire il corretto inserimento degli impianti nel territorio e determinare un quadro relativo ai processi autorizzativi semplice, certo e omogeneo.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 90

9. CONCLUSIONI

Il presente studio preliminare e le analisi effettuate sull'area di intervento, nel complesso, evidenziano come la presenza del parco eolico offshore "Ardea" non influenzerà in maniera significativa l'attuale contesto delle aree interessate in tutte e tre le fasi di vita dell'impianto: costruzione; esercizio e dismissione.

La prima fase rappresenta quella in cui vengono svolte le attività strettamente legate alla realizzazione dell'opera, comprendendo al suo interno sia la parte offshore sia quella onshore. Le attività principali legate all'assemblaggio delle turbine saranno svolte nelle aree a terra individuate presso le zone portuali indicate nei capitoli precedenti. Tali aree comprenderanno la preparazione del sito, di comune accordo con gli enti marittimi per la chiusura dell'area oggetto di concessione demaniale, la creazione del cantiere a terra per l'assemblaggio delle componenti delle turbine e delle fondazioni galleggianti.

Le attività successive comprendono l'installazione delle turbine e degli elementi accessori all'interno dell'area indicata in fase di progetto. Tali attività avverranno mediante l'utilizzo di navi che avranno lo scopo di traghettare ogni singola turbina assemblata in posizione definitiva. Diversamente, per l'esecuzione delle opere civili dedicate al cavidotto interrato e alla stazione di consegna, verranno previsti dei cantieri di tipo tradizionale.

Le analisi svolte in questa fase di realizzazione non hanno rilevato alterazioni permanenti della qualità ambientale: gli impatti sono lievi e reversibili a breve e/o a lungo termine.

La seconda fase rappresenta l'inizio del ciclo vitale dell'opera ed è dedicata all'intero periodo di funzionamento dell'impianto. Da quanto emerso dall'analisi presentata nei capitoli precedenti, gli impatti dell'impianto in studio è trascurabile. In particolare, si sottolinea come le scelte per l'ubicazione del parco eolico, del sito di sbarco del cavo elettrico e del sito di connessione alla stazione di trasformazione, sono state definite tenendo conto dei vincoli dell'area. Questo approccio ha permesso di ridurre al minimo i vari conflitti di utilizzo, in particolare quelli relativi alla pesca professionale e alla navigazione marittima.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "ARDEA"			
	RELAZIONE TECNICA GENERALE	11/12/2023	REV.0	Pag. 91

L'ultima fase dedicata alla dismissione dell'impianto, comprendente altresì quella di cantiere, è strettamente legata alla durata temporanea dell'attività stessa. Questa fase tiene conto di molti elementi che caratterizzano la vita dell'impianto, quali:

- del trasporto in galleggiamento delle turbine, dello smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature tecnologiche in area portuale;
- la dismissione della sottostazione MT/AT e della cabina di smistamento (se richiesto dal gestore della rete);
- il ripristino dello stato dei luoghi a terra;
- il riciclo e lo smaltimento dei materiali.

Eventuali disturbi associati a questa fase possono essere assimilati come quelli che caratterizzano la fase di costruzione, in particolare, una volta trasportata in galleggiamento la turbina in area portuale, la dismissione dell'opera a mare prevede la maggior parte delle operazioni effettuate a terra. Come nella fase di realizzazione, anche in quella di dismissione gli impatti sono lievi e reversibili a breve e/o a lungo termine.

Durante la fase di progettazione saranno definite le misure di prevenzione e/o mitigazione, tenendo conto dei vincoli di utilizzo, tecno-economici e ambientali del sito. Diverse considerazioni tecniche e ambientali saranno quindi incorporate nel progetto per evitare o ridurre gli impatti ambientali descritti in precedenza. Tra le possibili opere di mitigazione e/o compensazione che potrebbero essere introdotte nel progetto, in grado di diminuire gli impatti o la percezione degli stessi, rientrano quelli che potrebbero scaturire da prescrizioni specifiche dagli enti competenti, come per esempio: le disposizioni marittime e militari che prevedono una completa dotazione dei dispositivi di segnalazione conformi alle normative vigenti.