

Vestas[®]

RINA

Parco Eolico Galleggiante “Thalassa” sito nel Mare di Sardegna

Relazione di valutazione del rischio legato alla
navigazione

Marzo 2022

Thalassa WIND S.r.l.



Wind. It means the world to us.™

Committente:

Thalassa WIND S.r.l.

Thalassa WIND S.r.l.

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16422501003

Titolo del Progetto:

Parco Eolico Galleggiante "Thalassa" sito nel Mare di Sardegna

Documento:

**Relazione di valutazione del rischio
legato alla navigazione**

N° Documento:

IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01

Progettista:



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	31/03/2022	Prima Emissione	Marco Galmozzi	Marco Pontiggia	Giovanni Uguccioni Stefano Sadowski Riccardo Zaccone

Sommario

1. Premessa	5
1.1. Scopo del documento.....	6
2. Informazioni relative al parco eolico	7
3. Metodologia	8
3.1. Identificazione degli scenari di interazione.....	8
3.2. Calcolo delle frequenze di interazione.....	8
3.2.1. Analisi del traffico marittimo.....	8
3.2.2. Interazione con gli aerogeneratori.....	10
3.2.3. Interazione con i cavidotti.....	13
4. Assunzioni e ipotesi alla base dei risultati	17
4.1. Aerogeneratori e sottostazioni.....	17
4.2. Cavidotti.....	18
5. Risultati	19
5.1. Traffico Marino.....	19
5.1.1. Distribuzione rotte in assenza del parco eolico.....	19
5.1.2. Distribuzione rotte in seguito all’installazione del parco eolico.....	25
5.2. Frequenze di interazione.....	29
5.2.1. Aerogeneratori e sottostazioni.....	29
5.2.2. Cavidotti.....	31
5.3. Misure mitigative.....	35
5.3.1. Aerogeneratori e sottostazioni.....	35
5.3.2. Cavidotti.....	35
REFERENZE	37

Acronimi

AIS	Automatic Identification System
CSV	Comma Separated Value
GIS	Geographic Information System
GRT	Gross Register Tonnage
KP	Chilometro Progressivo
LDC	Linea di Controllo
ODG	Ordine di Grandezza
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
VTS	Vessel Traffic Service

1. Premessa

La presente relazione è stata redatta nell'ambito della procedura di Scoping per il Parco Eolico flottante Offshore denominato "THALASSA" localizzato al largo delle coste sud occidentali della Regione Sardegna, provincia di Carbonia-Iglesias.

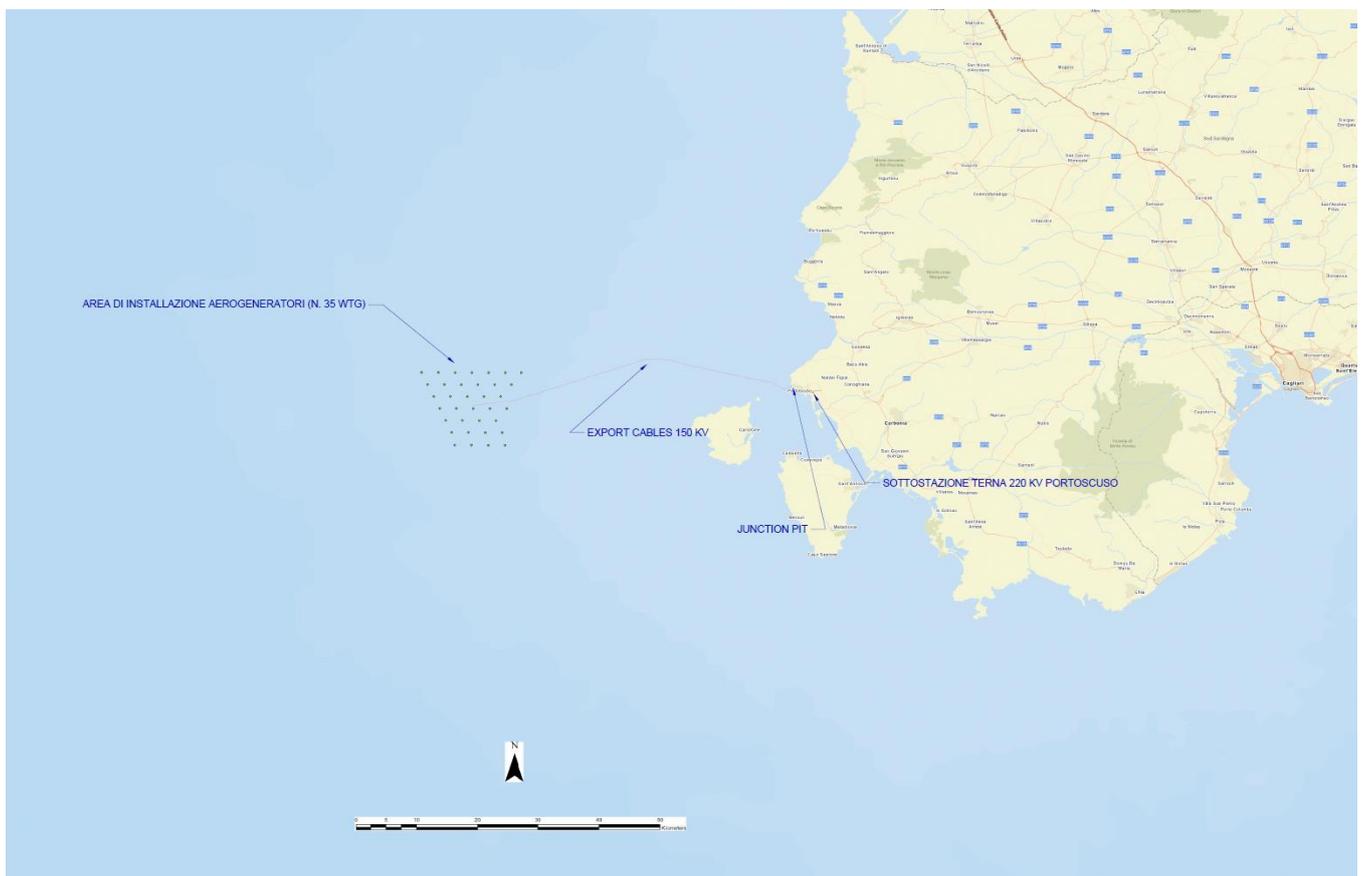
Il progetto THALASSA è proposto dalla Thalassa WIND S.r.l. Società controllata indirettamente e interamente da Vestas Wind Systems A/S, operatore leader a livello mondiale nel settore della fabbricazione, installazione e manutenzione di turbine per la produzione di energia da fonte eolica sia onshore che offshore.

Con particolare riferimento alla tecnologia offshore, Vestas annovera oltre 7 GW di potenza installata su circa 40 progetti a livello mondiale e oltre 25 anni di esperienza nel settore.

La Committente è intenzionata a realizzare un parco eolico offshore composto da 35 aerogeneratori (per una taglia totale di 525 MW) ad una distanza di circa 35 km dalla costa e profondità comprese tra 250 m e 500 m circa (Figura 1.1).

Nel dettaglio la scelta di tale sito è stata effettuata tenendo conto della risorsa eolica potenzialmente disponibile, della distanza dalla costa, dalle profondità, dalla conformazione del fondale, dei possibili nodi di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da Terna S.p.A. e, non da ultimo, minimizzando/evitando il più possibile le aree di maggior interferenza a livello ambientale.

Figura 10-1: Parco Eolico Offshore Thalassa - ubicazione su aerofoto



 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 6 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

1.1. Scopo del documento

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare le possibili interazioni di imbarcazioni di passaggio, navi mercantili e navi da pesca, con le opere in progetto, valutando la frequenza di impatto prevista e, quindi, la possibilità di danno delle strutture interessate. Sono infine fornite delle possibili misure mitigative che, se adottate, portano ad una contestuale riduzione della frequenza di interazione.

In particolare, l'analisi ha interessato

- i cavidotti sottomarini che collegano il parco eolico offshore a terra
- gli aerogeneratori galleggianti
- Le sottostazioni galleggianti nei pressi del parco eolico

Nello svolgimento dello studio sono state considerate le seguenti cause di potenziale danno alle strutture:

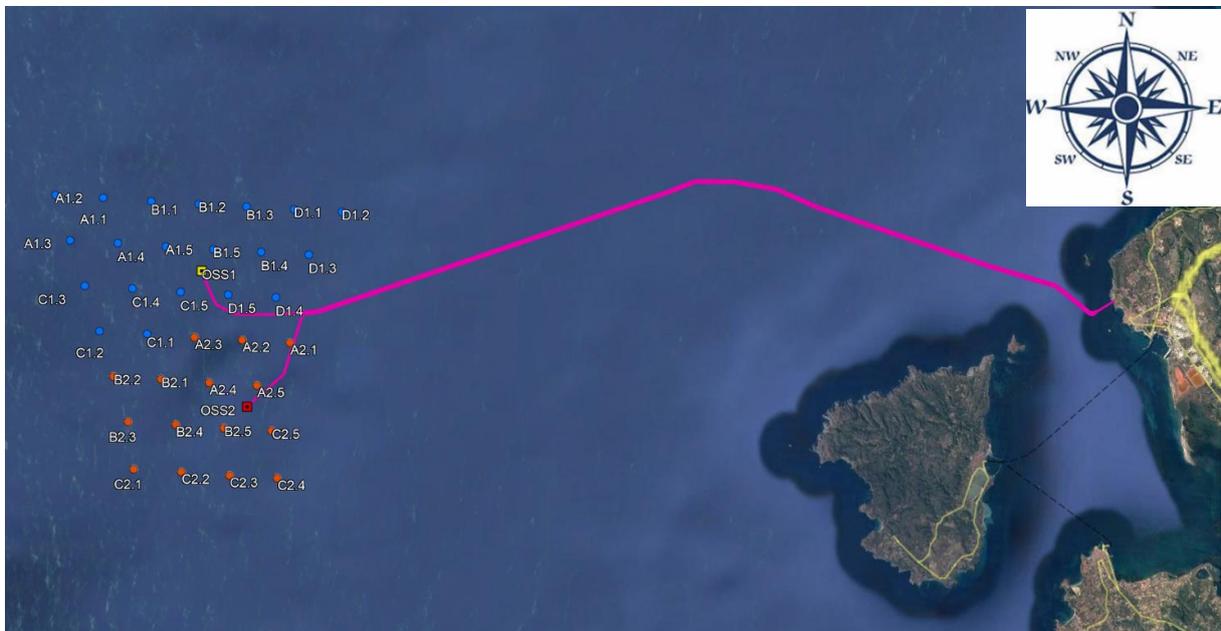
- Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- Interazione con attrezzature da pesca.

2. Informazioni relative al parco eolico

I 35 aerogeneratori previsti per il parco eolico Thalassa saranno posizionati di fronte alla costa sud-occidentale della Regione Sardegna, in particolare nello specchio di mare davanti al comune di Portoscuso in provincia di Carbonia-Iglesias. Il campo sarà costituito da un'unica zona. La zona si estende per circa 12 km in direzione Nord – Sud e circa 13 km in direzione Est – Ovest. Tra gli aerogeneratori è prevista una distanza di circa 2 km.

In Figura 0-2 è mostrata la posizione del parco eolico, il nominativo e la posizione di ogni aerogeneratore e delle due sottostazioni (OSS1 e OSS2) e il percorso del cavidotto di collegamento a terra.

Figura 0-2: I 35 aerogeneratori del campo eolico, le due sottostazioni e i cavidotti di collegamento a terra



 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 8 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

3. Metodologia

3.1. Identificazione degli scenari di interazione

Nella presente analisi sono stati analizzati tipici scenari incidentali dovuti all'interazione che il traffico marittimo può avere con le strutture sottomarine (ovvero i cavidotti) e a quelle sulla superficie del mare (ovvero gli aerogeneratori e sottostazioni).

In particolare, gli eventi incidentali che possono comportare un danno per le strutture sulla superficie del mare possono essere urti di vario tipo con le navi transitanti nella zona del parco eolico, mentre per le strutture sottomarine tali eventi possono essere:

- Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- Impatto causato da caduta di oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);
- Interazione con attrezzature da pesca.

3.2. Calcolo delle frequenze di interazione

3.2.1. Analisi del traffico marittimo

Il traffico marittimo nella zona è ottenuto dai dati AIS. L' AIS (Automatic Identification System) è un sistema automatico di tracciamento utilizzato dalle navi e dai servizi VTS (Vessel Tracking Services) per l'identificazione e la rilevazione della posizione delle navi basato sul continuo scambio di informazioni tra navi vicine e tra navi e basi AIS (sia terrestri che satellitari). Le informazioni scambiate dai sistemi AIS comprendono l'identificazione univoca della nave, la sua posizione, rotta, velocità, direzione e tipo di imbarcazione.

Per l'analisi in oggetto sono stati acquisiti i dati AIS relativi all'intero anno 2021.

I dati sono forniti in tabelle in formato CSV (Comma Separated Value); ciascuna riga del database AIS fornisce i dati di una nave al momento della registrazione e trasmissione ad altri sistemi AIS.

Il database AIS fornisce una descrizione puntuale delle posizioni occupate da ciascuna nave all'interno dell'area di interesse e per il periodo di tempo selezionato; lo scopo dell'elaborazione dei dati è l'identificazione delle rotte delle navi registrate dal sistema AIS sulla base delle posizioni successive fornite dal database.

Il campione di dati per l'area di interesse per l'anno solare 2021 contiene circa 850.000 registrazioni, rendendo quindi necessario l'utilizzo di routine automatica per l'elaborazione della mole di informazioni disponibili. Tale routine svolge, in maniera automatica e continua, i seguenti passaggi (riportati nel diagramma di flusso in Figura 0-3):

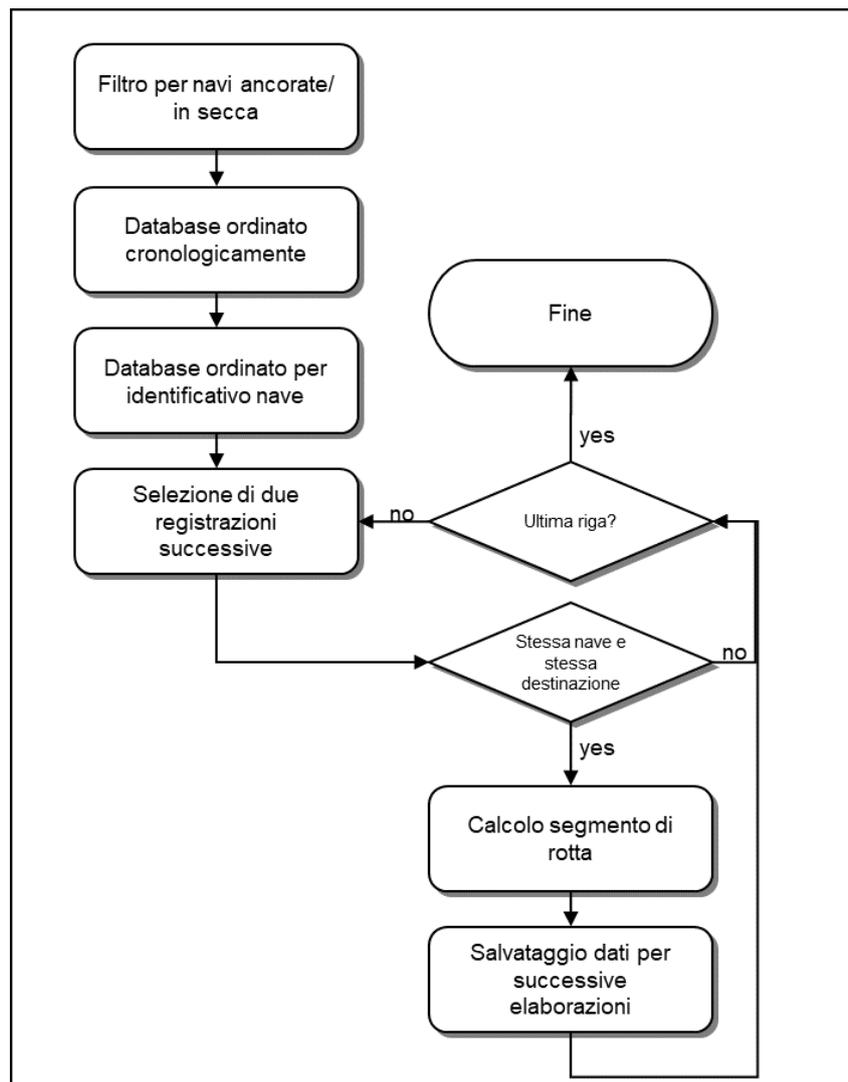
1. lettura e interpretazione del database in formato CSV (Comma Separated Value); i dati vengono letti e filtrati per rimuovere navi all'ancora o in secca. Questo filtro permette di ridurre il numero di registrazioni da analizzare, alleggerendo i tempi di calcolo, senza impattare sulla risoluzione ottenuta nella definizione delle rotte di traffico marittimo;

 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 9 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

2. riordino del database in ordine cronologico crescente (dalla registrazione più vecchia alla registrazione più nuova);
3. riordino del database per identificazione univoca della nave;
4. selezione delle prime due registrazioni nel database: se le due registrazioni descrivono posizioni successive della stessa nave e la distanza temporale tra le due registrazioni è sufficientemente piccola, viene calcolata e memorizzata la rotta come segmento di retta che congiunge le due posizioni successive. La distanza temporale massima è definita pari a 10 ore; oltre a tale intervallo, le registrazioni vengono interpretate come appartenenti a due rotte separate della stessa nave;
5. il segmento di rotta viene memorizzato per elaborazioni successive e per la rappresentazione grafica delle rotte marittime;
6. la routine seleziona la registrazione successiva e procede con l'applicazione degli step 4, 5 e 6 fino alla fine del database.

La **Error! Reference source not found.** riporta il diagramma di flusso completo che descrive la procedura di elaborazione dei dati AIS.

Figura 0-3: Passi della routine automatica per l'elaborazione dei dati AIS



Con la procedura sopra descritta si ottengono il numero di passaggi di imbarcazioni nell'area di interesse, divise per tipo e stazza di imbarcazione, e le loro rotte.

3.2.2. Interazione con gli aerogeneratori

La frequenza di impatto per l'aerogeneratore j -esimo si calcola come [1]:

$$f_{\text{impatto},j} = \sum_i N_i \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

Dove:

- j : indice identificativo dell'aerogeneratore potenzialmente soggetto ad impatto;
- i : indice identificativo di una specifica classe di navi;
- N_i : frequenza annuale di passaggi nave della i -esima classe nelle vicinanze dell'aerogeneratore j -esimo considerato (espressa in numero passaggi/anno);

 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 11 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

- P_1 : probabilità di perdita di controllo della nave; valore indipendente dalla classe della nave che si considera aver perso il controllo;
- P_2 : probabilità geometrica di impatto con l'aerogeneratore considerato;
- P_3 : probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative.

La frequenza calcolata, $f_{\text{impatto},j}$, si riferisce ad un determinato aerogeneratore; pertanto, l'analisi dovrà essere applicata a ciascun aerogeneratore individuato e ciascuna classe di nave potenzialmente impattante.

Come riportato in [1], danni agli aerogeneratori dovuti ad impatti con navi possono essere dovuti a diverse cause. Di quelle descritte in [1], nella presente analisi si considera la collisione con imbarcazioni che transitano nelle vicinanze degli stessi (siano essi mercantili, supply vessel o navi per il trasporto di persone).

Solitamente, il traffico marittimo di mercantili o navi passeggeri si colloca lungo specifici corridoi. Lo standard DNVGL-RP-F107 [1] suggerisce che rotte di navi che navigano più distanti di 10 nm non comportano potenziale rischio di collisione.

Di seguito è riportata la stima dei vari termini per il computo della frequenza di impatto per un aerogeneratore.

3.2.2.1. Frequenza annuale di passaggi nave (N_i)

Al fine di poter calcolare una frequenza di evento incidentale associata al transito delle navi nell'area, è necessario conoscere il numero di rotte passanti in un anno.

Questo numero è possibile ricavarlo dai dati AIS utilizzando la routine descritta al paragrafo **Error! Reference source not found.**

Una volta che le registrazioni sono state elaborate e le rotte calcolate, queste ultime possono essere rappresentate graficamente grazie all'ausilio di un software GIS (Geographic Information System); il risultato dell'elaborazione grafica è presentata nei capitoli successivi. Con lo stesso software è possibile quindi tracciare un segmento che funge da linea di controllo; fornendo come input le rotte calcolate e la linea di controllo tracciata, la routine è in grado di calcolare il numero di rotte che la intersecano.

Definendo in maniera opportuna la linea di controllo (in termini di posizione ed estensione), è possibile quindi contare il numero di passaggi elaborati per quel tratto di mare. Dato l'arco temporale coperto dalle registrazioni dei dati AIS, si ottiene la frequenza annuale di passaggi nave.

3.2.2.2. Probabilità di perdita di controllo della nave (P_1)

La perdita di controllo può avere diverse cause, ciascuna delle quali caratterizzata da una probabilità di accadimento. Pertanto, la probabilità di avere perdita di controllo può essere calcolata dalla combinazione di questi fattori che dipendono dallo scenario in analisi.

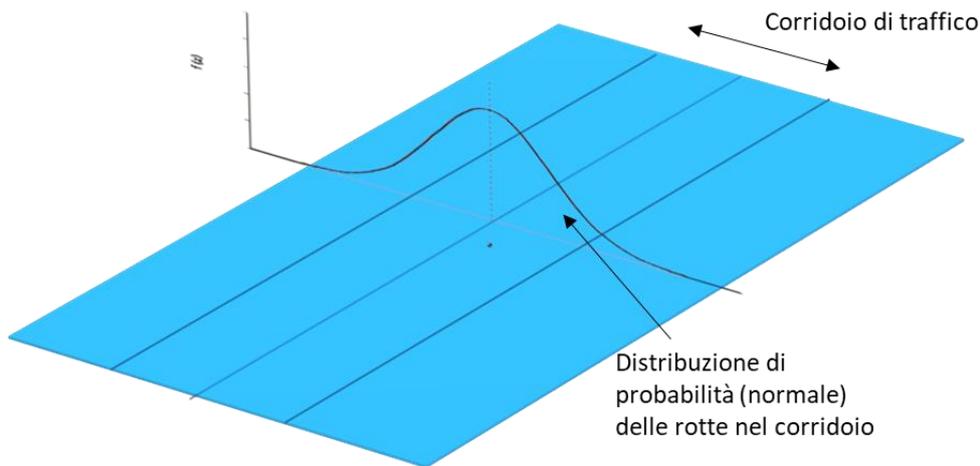
In generale, in letteratura è stato osservato che tale combinazione porta ad una probabilità P_1 stimata in $2 \cdot 10^{-4}$ [1].

3.2.2.3. Probabilità geometrica di impatto con l'aerogeneratore considerato (P_2)

Nel caso in cui l'impatto è associato alla perdita di controllo di una nave in transito è necessario fare delle considerazioni per stabilire se lo scenario di collisione con il target è credibile.

P_2 viene definita "probabilità geometrica di collisione". Come osservato in precedenza, il traffico marittimo di mercantili o navi passeggeri generalmente si colloca lungo specifici corridoi. Si può assumere che la posizione delle navi all'interno di questi "corridoi" è descrivibile attraverso una distribuzione normale (centrata nel corridoio), come illustrato nella seguente figura [1].

Figura 0-4: Distribuzione normale della posizione delle rotte all'interno del corridoio di traffico



Sulla base di questa assunzione, la probabilità che una nave possa trovarsi in rotta di collisione con il target considerato si può calcolare secondo la seguente formula [1]:

$$P_2 = D \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{\delta}\right)^2}$$

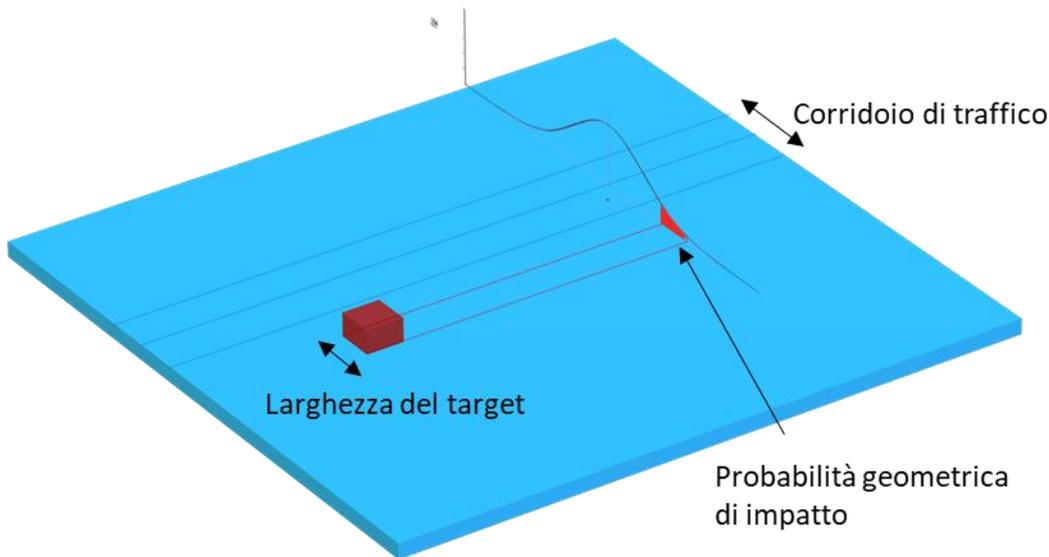
Dove:

- D è il diametro di collisione (definito come somma di estensione del target in direzione perpendicolare alla rotta e larghezza della nave)
- δ è la deviazione standard
- x è la distanza tra il centro del corridoio e il target

Figura 0-5 mostra graficamente come viene calcolata la probabilità geometrica di impatto. Rispetto alla probabilità P_1 ci sono almeno sei differenti ragioni per cui una nave continui lungo la sua rotta, in direzione del target:

- assenza di equipaggio sul ponte
- equipaggio impegnato in altre attività
- equipaggio non in attività (in riposo)
- incidente a bordo
- abuso di alcool o droghe
- guasto al radar di bordo o scarsa visibilità

Figura 0-5: Probabilità di entrare in rotta di collisione (area in rosso sottesa alla distribuzione di probabilità)



3.2.2.4. Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P_3)

A seconda del caso specifico possono essere presenti dei sistemi (barriere) che contribuiscono ad evitare l'impatto tra nave e target (aerogeneratori). Pertanto, in linea di principio, il termine P_3 sarà dato dalla combinazione delle probabilità di fallimento di tutte le barriere individuate.

Esempi di barriere presenti potrebbero essere quelle costituite :

- L'adozione di un limite di velocità delle navi che transitano in prossimità del parco eolico;
- L'utilizzo di sistemi di segnalamento marittimo;
- Zona di interdizione alla navigazione attorno al parco eolico

P_3 è pari ad uno se non sono presenti barriere [1].

3.2.3. Interazione con i cavidotti

3.2.3.1. Dati di input

È opportuno ricordare che gli eventi che possono comportare un danno ai cavidotti possono essere:

- Impatto dovuto ad affondamento di navi;
- Impatto causato da oggetti trasportati da navi mercantili (container);
- Interazione con ancore in caso di ancoraggio di emergenza e/o condizioni atmosferiche avverse (considerando urto diretto e trascinamento);

- Interazione con attrezzature da pesca.

Al fine di definire una frequenza di interazione dai dati disponibili, legata sia al passaggio navi che ai container, si è fatto riferimento al report COST 301, dove sono forniti i ratei medi di collisione, impatto e affondamento [2].

In particolare, la frequenza di affondamento, espressa in $ev/nave/km$, è stata calcolata come la media complessiva dei ratei di affondamento, risultando essere pari a $5.67 \cdot 10^{-8} ev/nave/km$.

Tale valore è stato calcolato come segue: il rateo di affondamento medio fornito dal COST 301 ($0.105 \cdot 10^{-6} ev/nave/nm$) è stato diviso per 1.852 (km/nm), così da ottenere il valore in $ev/nave/km$.

Per quanto riguarda la frequenza di container che possono cadere dalle navi sui quali sono trasportati, si è calcolata la frequenza di caduta come segue: la percentuale di container persi all'anno (0.005 %: dato fornito da Transport Club, compagnia assicurativa [3]) è stata divisa per il numero medio di giorni di navigazione di una nave porta container (298 giorni [3]). La frequenza di perdita / caduta di container ottenuta risultata quindi essere pari a $7 \cdot 10^{-9} ev/cont/h$.

Per quanto riguarda la frequenza di ancoraggio di emergenza, lo standard DNVGL-RP-F107 [1] associa la necessità di ancoraggio di emergenza ad eventi di ogni tipo che riguardano un guasto al sistema propulsivo. Tale valore è pari a $1.4 \cdot 10^{-5} ev/nave/h$. Tuttavia, perché tale valore sia effettivamente rappresentativo di una situazione quale l'ancoraggio di emergenza, questo deve essere corretto per tenere conto della presenza di aree in cui l'ancoraggio non è consentito, in prossimità del caidotto. In caso di necessità di ancoraggio di emergenza, l'operazione dovrà essere effettuata al di fuori di tali aree. Quindi, per la stima della frequenza di ancoraggio all'interno di tali zone deve essere considerato un fattore relativo all'errore umano che è calcolato come di seguito, mediante il metodo descritto in [4] per la valutazione della probabilità di errore di un operatore in una sala controllo.

Se si considera come errore umano il fallimento dell'operazione da parte dell'operatore (ovvero la non attesa del superamento dell'area di non ancoraggio), la probabilità di fallimento viene calcolata come di seguito:

$$HE = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$$

Dove:

K_1 : fattore legato alla tipologia di attività

K_2 : fattore temporale di stress

K_3 : fattore tipologico legato all'operatore

K_4 : fattore legato all'ansia per l'operazione in oggetto

K_5 : fattore legato all'ergonomia dell'operazione

Considerando lo scenario analizzato, ai vari fattori sono stati assegnati i seguenti valori:

K_1 : 0.1, attività non di routine

K_2 : 0.1, considerando l'intervallo temporale a disposizione per effettuare l'operazione di ancoraggio

K_3 : 0.5, considerando la preparazione dell'operatore

K_4 : 2, situazione che è di potenziale emergenza

K_5 : 3, discrete condizioni microclimatiche e di interfaccia con il resto dell'equipaggio / nave

L'equazione sopradescritta con i valori assegnati ai vari fattori conduce ad un valore di probabilità di errore umano pari a $3 \cdot 10^{-2}$. Quindi, la frequenza che un ancoraggio di emergenza possa avvenire all'interno dell'area interdetta a tale operazione risulta essere pari a $4.20 \cdot 10^{-7}$ ev/nave/h.

3.2.3.2. Frequenza di affondamento

La frequenza di impatto tra una eventuale nave in affondamento e il cavidotto sottomarino si ottiene applicando la relazione seguente [1]:

$$F_{affondamento} = \sum_{k=1}^{N_{navi}} \mu_{affondamento} \cdot L_{nave,k}$$

Dove μ è la frequenza di affondamento di una nave (il cui valore è stato definito al paragrafo **Error! Reference source not found.**) e $L_{nave,k}$ è la lunghezza di interazione (pari alla lunghezza della nave k considerata). Tale conto viene effettuato per ciascuna nave la cui rotta interseca il cavidotto. La frequenza totale di interazione tra cavidotto e navi in affondamento è quindi pari alla somma dei contributi delle singole navi la cui rotta interseca il cavidotto.

3.2.3.3. Frequenza di impatto con container caduti

Come oggetti che possono cadere da una nave si considerano generalmente container e / o parti del carico alloggiate sul ponte (deck cargo). La tipologia deck cargo si riferisce, generalmente, a bidoni e a piccoli oggetti in genere, per i quali è ragionevole non prevedere alcuna conseguenza significativa per il cavidotto sottomarino in caso di impatto. L'oggetto di riferimento è pertanto il container, perso da una nave porta container.

Visto la variabilità delle dimensioni, massa e modalità di trasporto, per la caduta dei container si fa riferimento ad uno scenario rappresentativo in modo da permettere l'elaborazione matematica delle informazioni disponibili. Il container a cui si fa riferimento per la valutazione della frequenza di caduta è il Twenty-foot Equivalent Unit (TEU). La frequenza di impatto tra un container che cade e il cavidotto sul fondale marino si calcola con l'equazione seguente:

$$F_{container} = \sum_{k=1}^{N_{cargo}} n_{TEU,k} \cdot \mu_{oggetto} \cdot \frac{L_{TEU}}{v_k}$$

Dove $n_{TEU,k}$ è il numero di container trasportati dalla nave k la cui rotta interseca il percorso del cavidotto, $\mu_{oggetto}$ è la frequenza di caduta del container che si slega dall'ancoraggio a cui è fissato, L_{TEU} è la lunghezza di interazione tra container che cade e cavidotto, v_k la velocità della nave k. Il rapporto $\frac{L_{TEU}}{v_k}$ rappresenta la probabilità che il container in caduta impatti il cavidotto (interazione geometrica container-cavidotto). $n_{TEU,k}$ è stato definito sulla base della lunghezza della nave trasportante. La relazione tra il numero di container trasportabili e la lunghezza della nave è stata ricavata analizzando i dati della flotta Maersk [5]. L_{TEU} è stata definita considerando la lunghezza del container.

3.2.3.4. Frequenza di interazione con ancore

Come sottolineato al paragrafo **Error! Reference source not found.**, l'interazione tra ancora e cavidotto è strettamente legato a situazioni di emergenza a bordo nave.

L'interazione con ancore in caduta può essere di due tipi: impatto diretto (l'ancora in caduta libera urta direttamente il cavidotto) o per agganciamento (nella fase di trascinamento, l'ancora una volta sul fondale urta e aggancia il cavidotto).

La frequenza di interazione tra un'ancora e il cavidotto sul fondale marino si calcola con l'equazione seguente:

$$F_{ancora} = \sum_{k=1}^{N_{navi}} \mu_{ancora} \cdot \frac{L_{trascinamento}}{v_k}$$

Dove μ_{ancora} è la frequenza di ancoraggio di emergenza, $L_{trascinamento}$ è la lunghezza di trascinamento dell'ancora sul fondale marino, v_k la velocità della nave. Il rapporto $\frac{L_{trascinamento}}{v_k}$ definisce la probabilità di interazione geometrica tra ancora e cavidotto. La lunghezza di trascinamento dell'ancora è legata alla stazza (GRT) della nave come riportato nella Tabella seguente.

Tabella 0-1: Informazioni relative ad ancore tipiche sulla base della stazza della nave

Range GRT (tonn)	Massa dell'ancora (kg)	Lunghezza dell'ancora (m)	Lunghezza di trascinamento dell'ancora (m)
100÷500	900	1.1	25
500÷1600	1440	1.2	50
1600÷10000	3060	1.7	100
10000÷60000	8700	2.4	500
60000÷100000	17800	3.1	1000
>100000	26000	3.4	1000

3.2.3.5. Frequenza di interazione con navi da pesca

Danni ai cavidotti possono essere causati dall'impatto con attrezzature per la pesca a strascico. Tra le navi da pesca vanno quindi considerate le sole imbarcazioni adibite alla pesca a strascico.

La frequenza di interazione tra reti a strascico e cavidotto è stata valutata sulla base dei risultati dell'analisi del traffico marittimo nelle zone di interesse. Conservativamente ogni evento di crossing con il cavidotto da parte di navi da pesca equipaggiate con reti a strascico (trawler) è stata considerata come un evento di interazione.

In Italia, secondo il Reg. (CE) 1967/2006 art. 13, è vietata la pesca a strascico a profondità inferiori ai 50 m. Pertanto, eventuali passaggi di navi adibite alla pesca a strascico in parti di mare con profondità inferiore ai 50 m non si verranno considerati come possibili interazioni tra reti a strascico e il cavidotto.

4. Assunzioni e ipotesi alla base dei risultati

I risultati ottenuti (presentati in Sezione **Error! Reference source not found.**) considerando la metodologia descritta in Sezione **Error! Reference source not found.** si basano sulle seguenti ipotesi e assunzioni.

4.1. Aerogeneratori e sottostazioni

- 1) Nel calcolo della frequenza di interazione tra navi e aerogeneratori o sottostazioni non è stato tenuto in conto il contributo dato da quelle navi il cui dato AIS è risultato corrotto, ovvero quelle navi per cui la classe GRT, la lunghezza e altre caratteristiche dimensionali non sono risultate disponibili. I risultati corrotti sono molto pochi rispetto al totale dei dati disponibili e quindi trascurarli non influenza il risultato finale dell'analisi. Comunque lo scopo della loro esclusione è quello di avere risultati in termini di frequenza di interazione che siano poi utilizzabili per eventuali future valutazioni circa la frequenza di danno dell'aerogeneratore ed evitare di attribuire a tutti i dati mancanti la classe GRT maggiore (GRT 6) rischiando di sovrastimare eccessivamente le conseguenze dovute all'eventuale impatto tra nave e target;
- 2) Per poter calcolare la frequenza annuale di passaggi nave (N_i), si è reso necessario attualizzare il traffico registrato nell'arco dell'anno 2021 alla situazione ipotetica di presenza del parco eolico; nella pratica, l'attualizzazione è stata effettuata contando il numero di rotte intersecanti la posizione prevista per il parco eolico e redistribuendo questi passaggi nave nei tratti dove in futuro sarà effettivamente possibile (e ragionevolmente ipotizzabile) la navigazione. Il conteggio dei passaggi nave è stato effettuato secondo quanto descritto in paragrafo 3.2.2.1
- 3) Per la valutazione della frequenza di interazione tra gli aerogeneratori / sottostazioni e il traffico marittimo passante esternamente al parco eolico, è stato considerato che le rotte calcolate e ridistribuite lungo i corridoi di traffico definiti nel seguito della relazione sono distribuite normalmente all'interno dell'estensione del corridoio; questa ipotesi si è resa necessaria per poter redistribuire il traffico marittimo in maniera ragionevole e quindi poter applicare la metodologia definita al paragrafo 3.2.2;
- 4) Essendo necessaria una rielaborazione dei corridoi del traffico marittimo, non è possibile valutare sulla base dei dati AIS la caratterizzazione della dispersione dei passaggi all'interno dei corridoi di traffico. Pertanto, è necessario stimare un parametro di dispersione sulla base di valutazione ingegneristiche. A tal fine è stato considerato che il 99.7 % delle rotte calcolate passeranno effettivamente all'interno dei corridoi di traffico identificati; la scelta di questo valore è motivata dal fatto che, in presenza del parco eolico il traffico marittimo sarà regolamentato riducendo così la possibilità che le navi si trovino fuori dai corridoi individuati e quindi in potenziale rotta di collisione con gli aerogeneratori o con le sottostazioni;
- 5) È stato considerato che attorno al parco eolico sia presente una zona interdetta alla navigazione; l'estensione di questa zona è stata definita sulla base dell'estensione radiale delle catenarie che garantiscono l'ancoraggio degli aerogeneratori al fondo del mare rispetto alla verticale dell'aerogeneratore stesso (tale estensione varia in funzione della profondità del mare in corrispondenza della posizione dell'aerogeneratore e in base alla tipologia di ormeggi utilizzato); intorno al perimetro del parco è stata assunta una zona di interdizione alla navigazione di 1 nm (1852 m) di larghezza;

- 6) In base all'ipotesi descritta ai punti 4 e 5 del presente elenco, vista la notevole distanza tra un aerogeneratore e quello immediatamente successivo (2 km ca) e visto che è ragionevole assumere che il traffico marittimo si disporrà secondo i corridoi di traffico identificati, è stato possibile considerare ciascun aerogeneratore o sottostazione come un target esposto in maniera indipendente al rischio di impatto da parte del traffico marittimo; pertanto, la valutazione della frequenza di interazione è stata condotta per ciascun aerogeneratore o sottostazione del parco rispetto a ciascuno dei corridoi ipotizzati;
- 7) Viste le dimensioni che caratterizzano ciascun aerogeneratore (inteso come pala eolica e galleggiante a struttura di tripode), come ingombro è stata considerata la dimensione massima del tripode sul pelo dell'acqua, ovvero 150 m;
- 8) I termini che concorrono alla definizione della frequenza di interazione definiti al paragrafo **Error! Reference source not found.** sono stati assunti come di seguito:
- Probabilità di perdita di controllo della nave (P_1) = $2 \cdot 10^{-4}$ [1];
 - Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P_3) = 1;

4.2. Cavidotti

- 1) Per quanto riguarda l'interazione con strumenti da pesca (reti a strascico), per ogni rotta intersecante i cavidotti, relativa ad imbarcazioni di questa tipologia, è stata assunta per certa l'interazione;
- 2) Trattandosi di cavidotti deposti sul fondale marino, è ragionevole assumere che ogni tipo di interazione possa essere tale da portare alla rottura del cavo;
- 3) Sulla base dell'ipotesi al punto precedente, è quindi possibile stimare in maniera diretta la frequenza di fallimento di ciascun cavidotto per ogni Chilometro Progressivo (KP) di percorso; tale valore sarà pari alla somma delle frequenze di interazione calcolate per ciascuna modalità ad ogni KP di percorso;
- 4) è stato ricavato il numero di passaggi nave, e la loro distribuzione lungo i corridoi di traffico, che intersecherebbero i cavidotti nella situazione futura di parco eolico installato.

5. Risultati

5.1. Traffico Marino

5.1.1. Distribuzione rotte in assenza del parco eolico

L'analisi del traffico marittimo nell'area prevista per il parco eolico è stata effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati di traffico navale rilevato dai tracciati AIS e condotta su un'area di circa 3500 km² intorno alla posizione del parco.

Figura 0-6: Identificazione dell'area di interesse



In Tabella 0-2 sono dettagliate le classi di stazza utilizzate per suddividere il traffico marittimo, mentre in Tabella 0-3 sono riportati i colori usati per tracciare le rotte appartenenti alle differenti classi GRT.

Tabella 0-2: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata

GRT (tonn)	Classe GRT
< 1500	1
1500-5000	2
5000-10000	3
10000-30000	4
30000-60000	5
> 60000	6
NULL	NULL

Tabella 0-3: Colori identificativi usati per tracciare le rotte appartenenti alle diverse classi GRT

Classe GRT	Colore
GRT 1	
GRT 2	
GRT 3	
GRT 4	
GRT 5	
GRT 6	

La dicitura NULL rappresenta tutte quelle navi per cui non si dispone di informazioni inerenti alla stazza e non è quindi possibile stabilire la relativa classe GRT.

Le rotte calcolate per ogni classe GRT per l'anno 2021 sono riportate nelle seguenti figure (Figura 0-7, Figura 0-8, Figura 0-9, Figura 0-10, Figura 0-11, Figura 0-12).

Figura 0-7: traffico marittimo 2021 - GRT 1

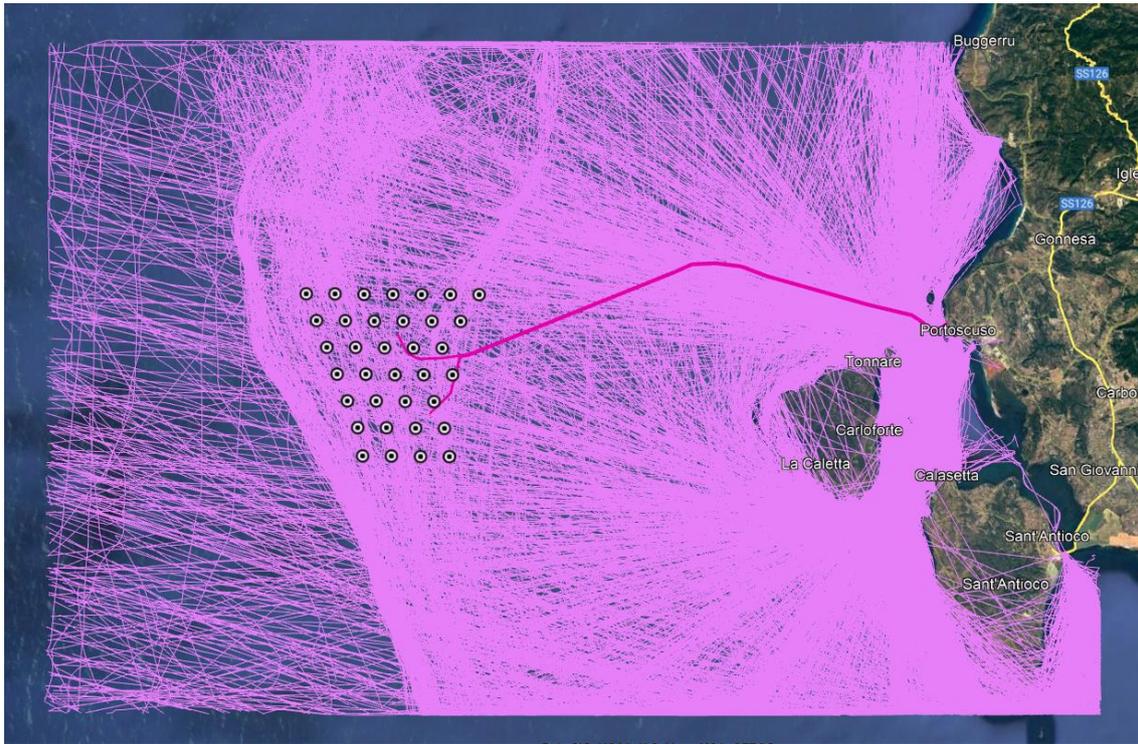


Figura 0-8: traffico marittimo 2021 - GRT 2

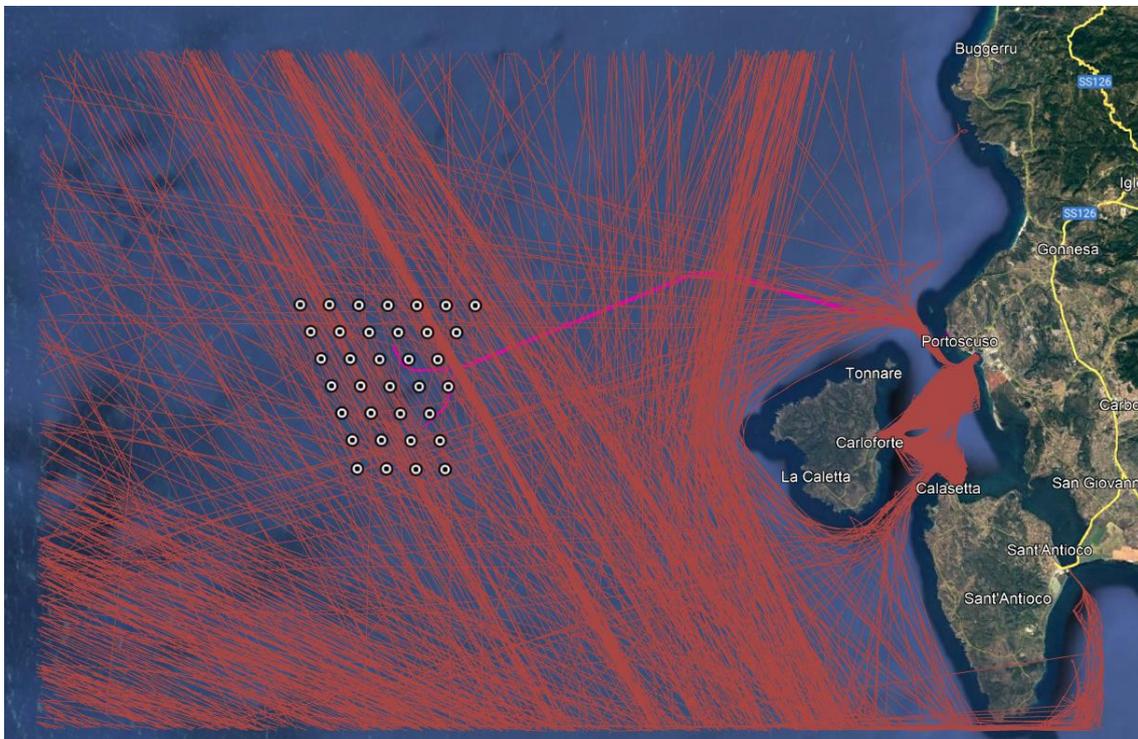


Figura 0-9: traffico marittimo 2021 - GRT 3

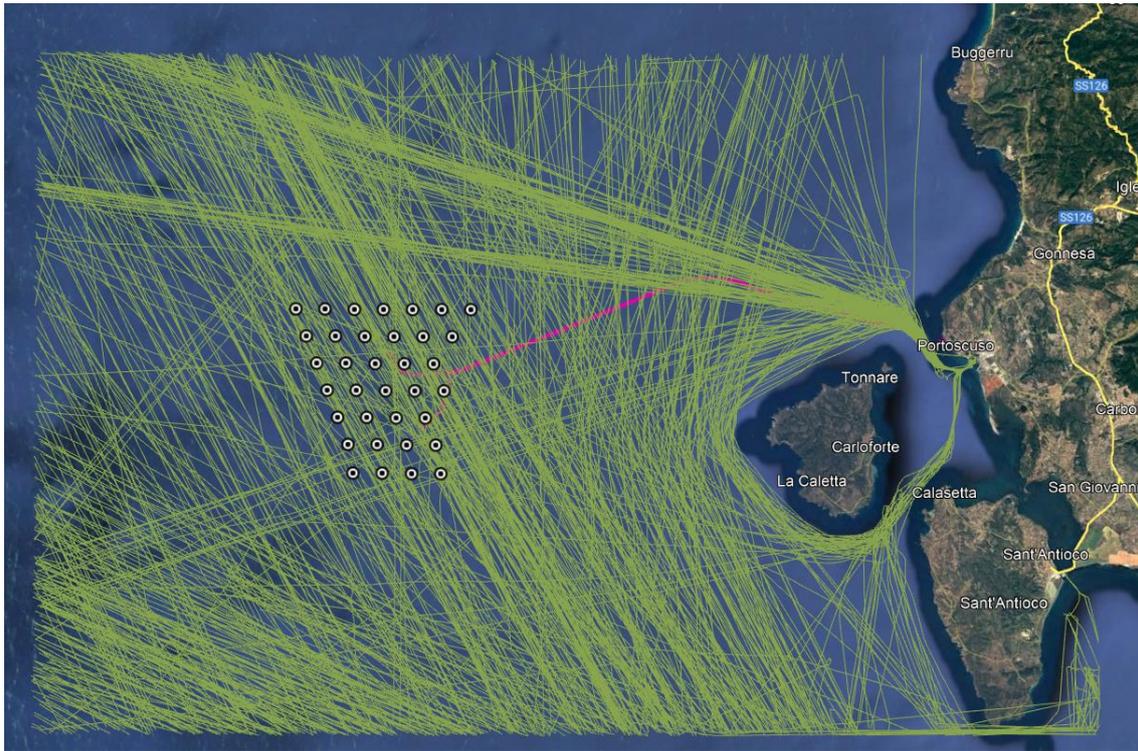


Figura 0-10: traffico marittimo 2021 - GRT 4



Figura 0-11: traffico marittimo 2021 - GRT 5

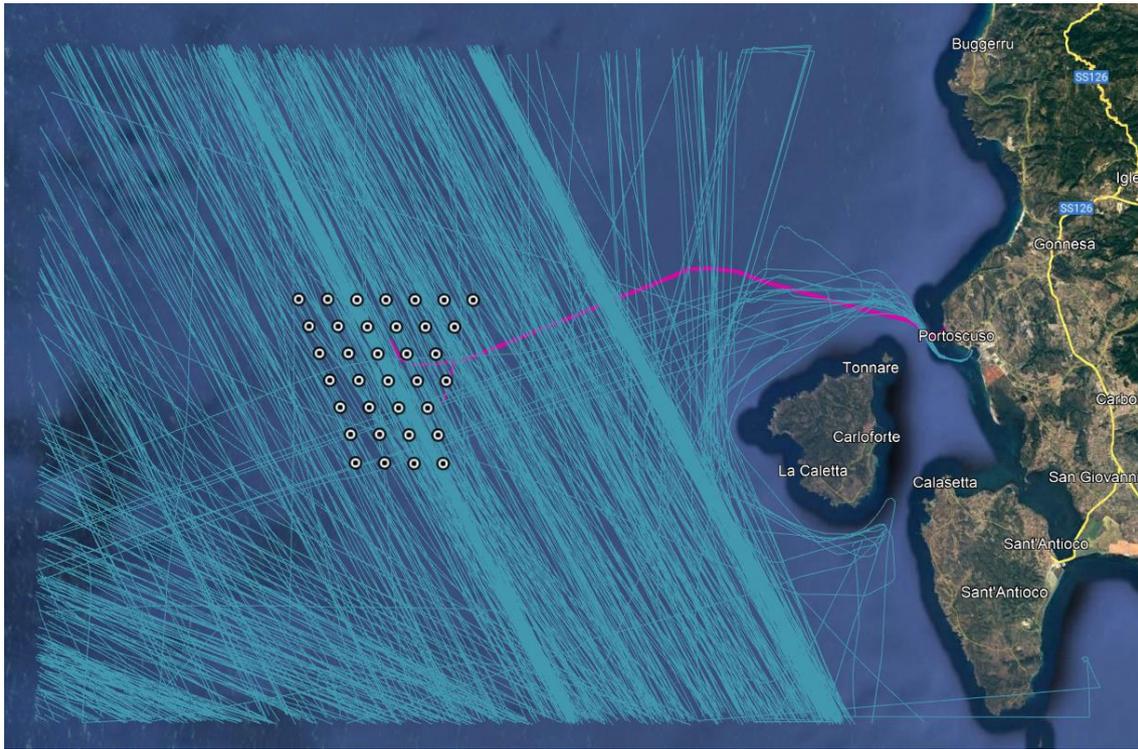
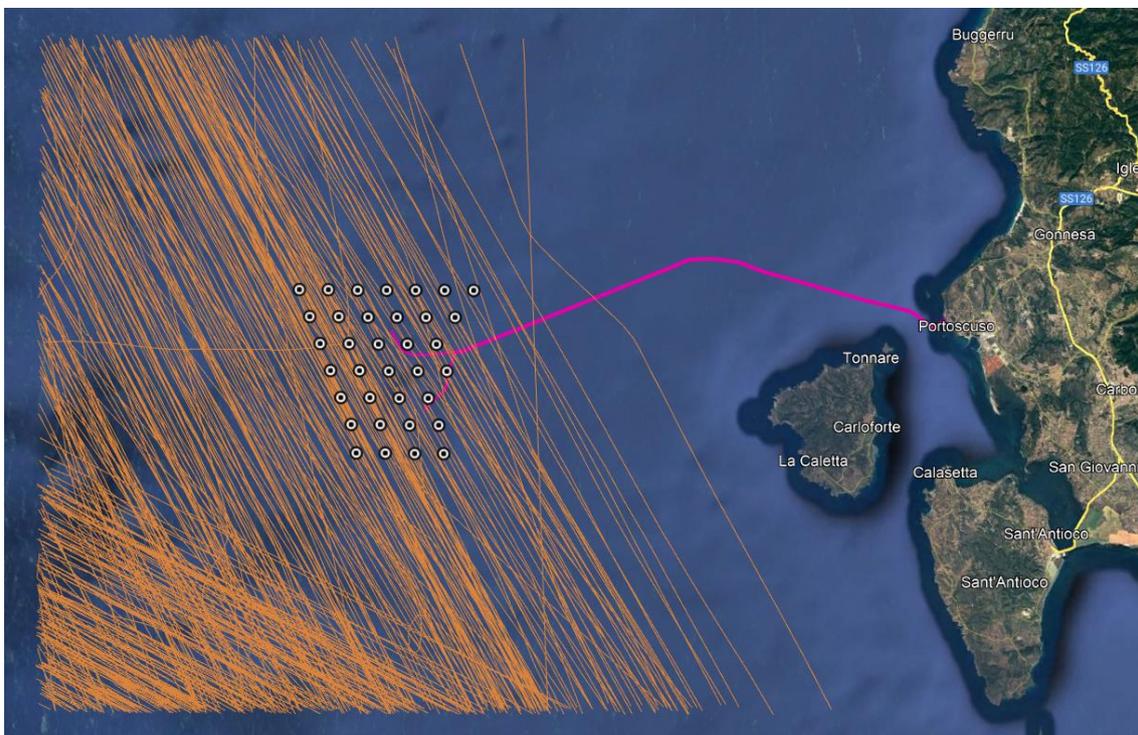


Figura 0-12: traffico marittimo 2021 - GRT 6

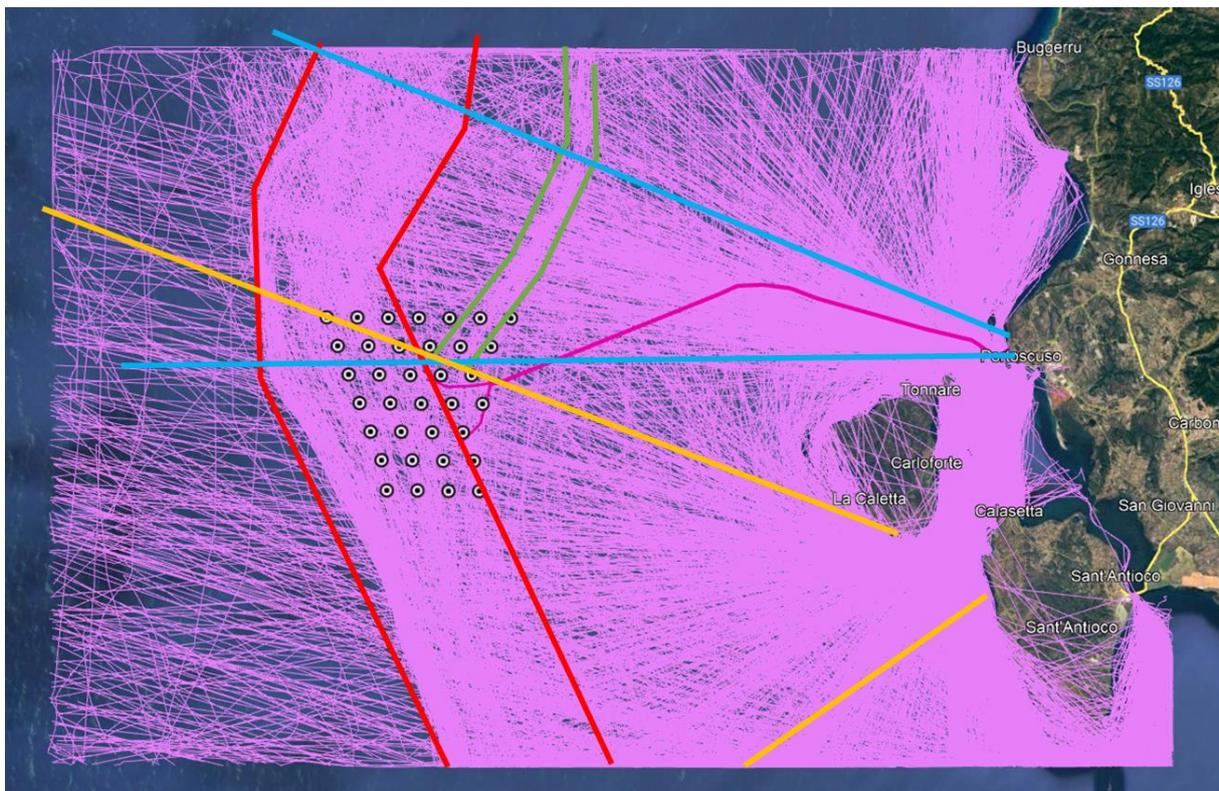


Osservando le figure riportate sopra si può notare che sono presenti diversi corridoi di traffico, tra cui i principali sono:

- Direttrice Nord-Sud
- Rotte uscenti dal porto di Portoscuso
- Direttrice Est-Ovest passante a sud del parco eolico

Il traffico marittimo per la classe GRT 1 appare meno incanalato in corridoi e più diffuso nell'area considerata. È comunque possibile identificare i corridoi principali come mostrato nella seguente Figura 5-8:

Figura 0-8: Principali corridoi di traffico per la classe GRT 1



Sono presenti i seguenti corridoi principali:

- Corridoio uscente da Portoscuso diretto verso Nord-Ovest (corridoio azzurro)
- Corridoio uscente da Portoscuso diretto verso Ovest e passante in mezzo alle due isole (corridoio giallo)
- 2 Corroidi diretti da Nord a Sud intersecanti il futuro parco eolico (corroidi rosso e verde)

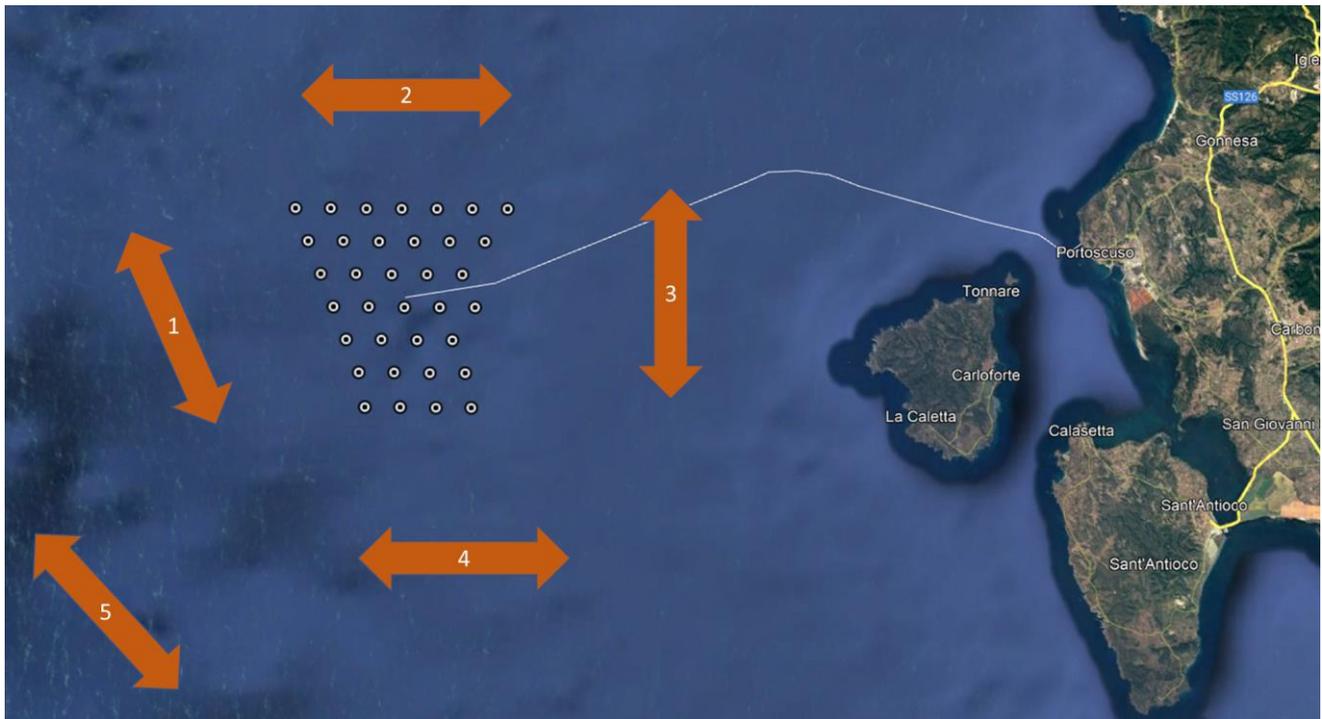
È infine importante notare che esiste un legame tra lunghezza delle navi e stazza GRT; utilizzando i dati delle navi per cui sia lunghezza che stazza GRT sono disponibili è stata ricavata una relazione funzionale; sulla base di questa relazione è stato quindi possibile definire la stazza GRT di quelle navi per cui era nota solo la lunghezza. In questo modo, è stato possibile rendere utilizzabili un numero maggiore di registrazioni. Grazie a questa relazione, solo il 2.2 % delle rotte calcolate non sono risultate utilizzabili.

5.1.2. Distribuzione rotte in seguito all'installazione del parco eolico

In seguito all'installazione del parco eolico sono stati ipotizzati 5 corridoi di traffico (Figura 5-9):

1. Corridoio direzione Nord Sud passante ad Ovest del parco
2. Corridoio direzione Est Ovest passante a Nord del parco
3. Corridoio direzione Nord Sud passante ad Est del parco
4. Corridoio direzione Est Ovest passante a Sud del parco
5. Corridoio direzione Nord-Ovest Sud-Est passante a Sud-Ovest del parco

Figura 0-9: Corridoi di traffico in seguito all'installazione del parco eolico



Le caratteristiche dei corridoi in termini di larghezza e distanza dal parco sono riportate in Tabella 0-5.

Tabella 0-4: Caratteristiche corridoi di traffico

	Larghezza [nm]	Distanza dal parco [nm]
Corridoio 1	9	1
Corridoio 2	9	1
Corridoio 3	9	1
Corridoio 4	9	1
Corridoio 5	7	5

Per quanto riguarda la redistribuzione del traffico marittimo passante nella zona in cui sarà presente il parco, le rotte sono state ricollocate sulla base di considerazioni ingegneristiche e facendo riferimento all'attuale

 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 26 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

distribuzione delle rotte stesse. Si riportano di seguito le considerazioni effettuate e successivamente le immagini rappresentanti le linee di controllo:

1. Per quanto riguarda la classe GRT 1 sono state usate quattro diverse linee di controllo (LDC1, LDC2, LDC3, LDC4) (Figura 5-10).

Le rotte che intersecano la LDC1 sono state ricollocate all'esterno del parco eolico (corridoio 1), mentre le rotte che intersecano la LDC3 sono state ricollocate tra il parco eolico e l'isola di San Pietro (comune di Carloforte) (corridoio 3).

Le rotte intersecanti le linee di controllo LDC2 e LDC4 sono state ricollocate rispettivamente a nord e a sud del parco nei corridoi 2 e 4.

Come mostrato in Figura 5-10, i punti di incontro tra le linee LDC 1 e LDC3 e tra le linee LDC2 e LDC4 non sono centrati nel centro del parco eolico perché non viene considerata una distribuzione uniforme delle navi intorno al parco. Facendo riferimento agli attuali corridoi di traffico rappresentati in Figura 5-8, è stato ipotizzato che:

- Il corridoio verde passerà interamente ad Est del parco, mentre il corridoio rosso passerà interamente ad Ovest del parco, motivo per cui il limite tra LDC1 e LDC3 è spostato più verso Est rispetto al centro del parco;
- Il corridoio azzurro passerà interamente a Nord del parco mentre il corridoio giallo passerà interamente a Sud del parco, motivo per cui il limite tra LDC2 e LDC4 è spostato più verso Nord rispetto al centro del parco.

2. Per quanto riguarda le classi GRT 2-3-4-5, i corridoi di traffico sono molto simili e pertanto sono state utilizzate le stesse quattro LDC (LDC5, LDC6, LDC7, LDC8) per il conto delle rotte (Figura 5-11).

Per queste classi GRT è stato assunto che il traffico si distribuirà uniformemente intorno al parco. Difatti le LDC5 e LDC7 contano le rotte della direttrice Nord-Sud che vengono successivamente ricollocate rispettivamente ad Ovest e ad Est del parco (corridoi 1 e 3); analogamente, le LDC6 e LDC8 contano le rotte uscenti da Portoscuso (rotte Est-Ovest) che vengono ricollocate rispettivamente a Nord e a Sud del parco (Corridoi 2 e 4)

3. Per quanto riguarda la classe GRT 6, sono state usate solamente due linee di controllo per il conto delle rotte (LDC9 e LDC10) (Figura 5-12). Le rotte che intersecano la LDC9 non vengono ricollocate in quanto il corridoio 5 non subisce variazioni in seguito all'installazione del parco; mentre la LDC10 conta le rotte della direttrice Nord-Sud che vengono ricollocate interamente ad Ovest del parco (corridoio 1). Questa considerazione è stata fatta osservando la direzione predominante del traffico marittimo, è ragionevole ipotizzare che le navi percorreranno la via più rettilinea possibile evitando di passare tra il parco e la terra. Difatti, nessuna nave di classe GRT 6 è diretta verso la Sardegna ma sono solo navi di passaggio in questo tratto di mare.

4. Per quanto riguarda il conto delle navi le cui rotte passeranno sopra il cavidotto, è stata usata una linea di controllo che segue l'esatto percorso del cavidotto. Alle rotte così ottenute sono state sommate quelle rotte che attualmente intersecano il parco e che sono state ricollocate ad Est del parco (corridoio 3) e quindi che intersecheranno il cavidotto.

Per l'assunzione fatta al punto precedente del presente elenco, sul cavidotto non transiteranno navi di classe GRT 6.

Nelle seguenti immagini sono mostrate le linee di controllo per le diverse classi GRT. Le linee continue rappresentano la linea di controllo, mentre le linee tratteggiate rappresentano la porzione di mare in cui vengono ricollocate le rotte intersecanti le varie linee di controllo

Figura 0-10: Linee di controllo per la classe GRT 1

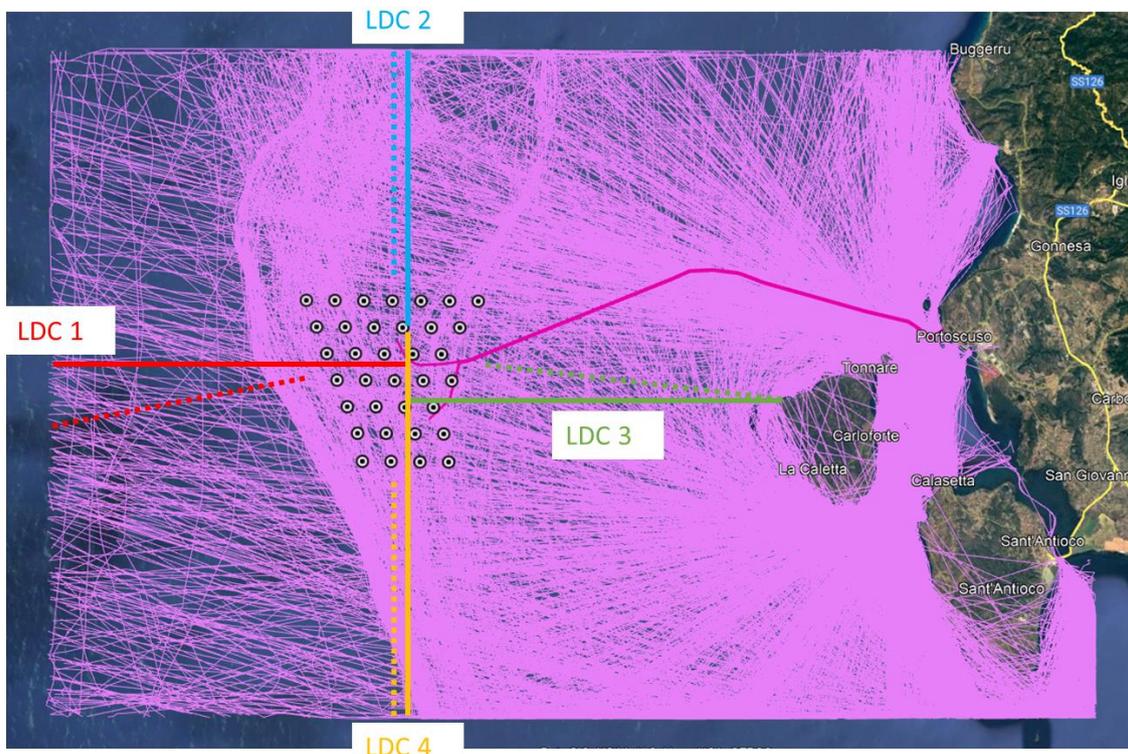


Figura 0-11: Linee di controllo per le classi GRT 2-3-4-5 (mostrate sul traffico della classe GRT 2)

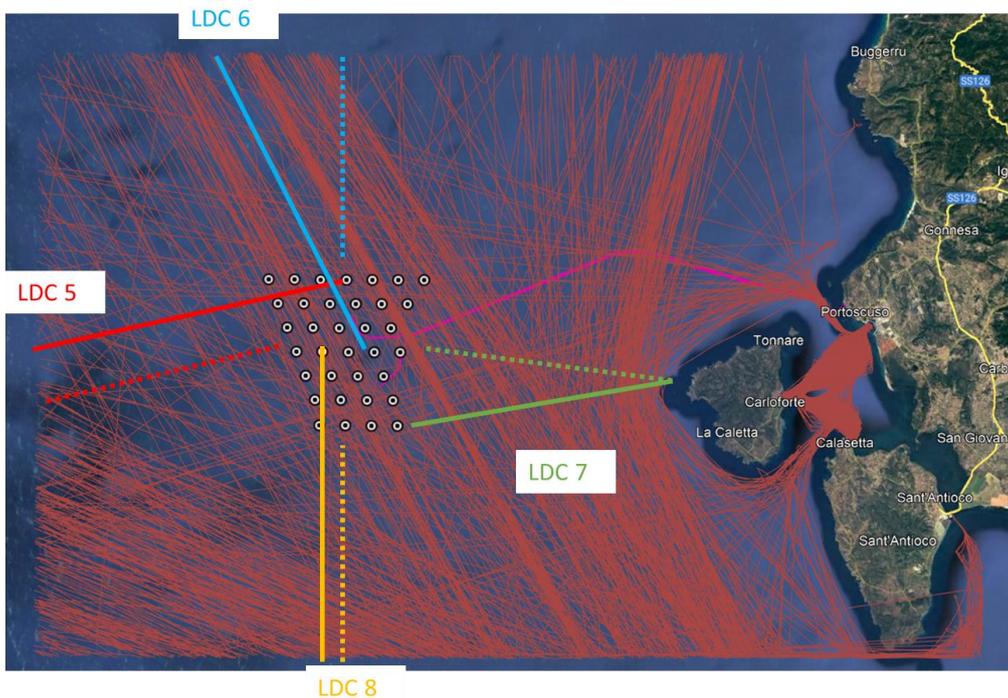
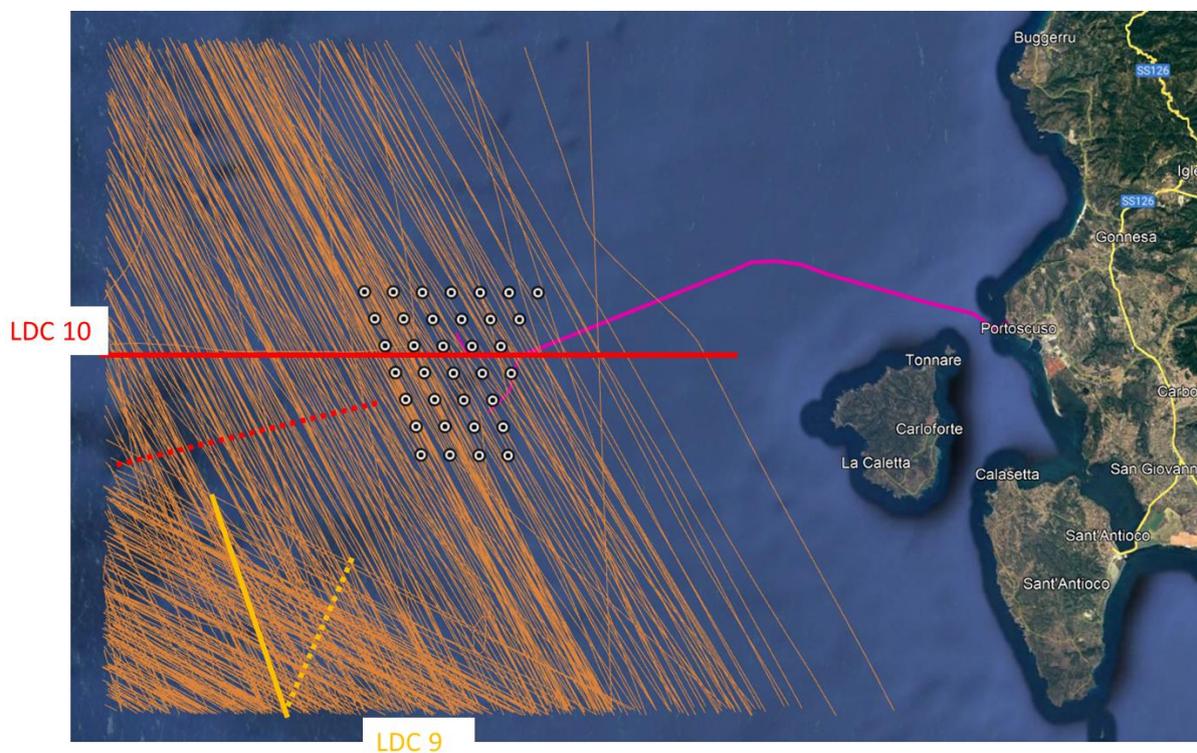


Figura 0-12: Linee di controllo per le classi GRT 6



5.2. Frequenze di interazione

5.2.1. Aerogeneratori e sottostazioni

Sulla base delle ipotesi fatte al paragrafo precedente, la frequenza di interazione del traffico marittimo con gli aerogeneratori è stata calcolata rispetto ai principali corridoi di traffico lungo cui le rotte sono state assunte disporsi una volta che il parco eolico sarà installato.

Infine, le rotte sono state assunte essere distribuite secondo una distribuzione gaussiana (con valore medio centrato nel corridoio) nell'ampiezza del corridoio.

In Tabella 0-5, i colori indicano i seguenti range di frequenza:

- Bianco: frequenza interazione $< 10^{-7}$ interazioni/anno
- Blu: frequenza interazione compresa tra 10^{-7} e 10^{-6} interazioni/anno
- Verde scuro: frequenza interazione compresa tra 10^{-6} e 10^{-5} interazioni/anno
- Verde chiaro: frequenza interazione compresa tra 10^{-5} e 10^{-4} interazioni/anno
- Giallo: frequenza interazione $> 10^{-4}$ interazioni/anno

Tabella 0-5: Frequenza interazione complessiva calcolata per ciascun aerogeneratore e sottostazione

Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]	Target	Frequenza interazione totale [ev/yr]
A1.1	2.4E-05	D1.5	4.2E-08
A1.2	4.5E-05	A2.1	4.1E-06
A1.3	2.3E-05	A2.2	7.9E-08
A1.4	2.6E-06	A2.3	6.6E-08
A1.5	1.2E-06	A2.4	1.0E-07
B1.1	2.2E-05	A2.5	6.4E-07
B1.2	2.2E-05	B2.1	1.5E-06
B1.3	2.2E-05	B2.2	2.2E-05
B1.4	1.2E-06	B2.3	2.3E-05
B1.5	1.1E-06	B2.4	2.6E-06
C1.1	1.5E-06	B2.5	1.3E-06
C1.2	2.2E-05	C2.1	4.5E-05
C1.3	2.2E-05	C2.2	2.4E-05
C1.4	1.5E-06	C2.3	2.3E-05
C1.5	9.7E-08	C2.4	4.5E-05
D1.1	2.3E-05	C2.5	5.2E-06
D1.2	4.5E-05	OSS1	1.8E-07
D1.3	5.2E-06	OSS2	2.7E-07
D1.4	6.4E-07		

Infine, un'ulteriore informazione utile è il contributo alla frequenza di interazione complessiva di ciascuna classe di navi che sono state calcolate transitare nei corridoi identificati. Questa specifica è riportata in Tabella 0-. In Tabella, i colori indicano:

- Bianco: % rotte pari a zero
- Blu: % rotte comprese tra 0 e 25 %
- Verde scuro: % rotte comprese tra 25 e 50 %
- Verde chiaro: % rotte comprese tra 50 e 75 %
- Giallo: % rotte comprese tra 75 e 100 %

Tabella 0-6: Contributo delle singole classi di navi alla frequenza di interazione complessiva per ciascun aerogeneratore e sottostazione

Target	% frequenza interazione complessiva GRT 1	% frequenza interazione complessiva GRT 2	% frequenza interazione complessiva GRT 3	% frequenza interazione complessiva GRT 4	% frequenza interazione complessiva GRT 5	% frequenza interazione complessiva GRT 6
A1.1	63%	7%	16%	8%	6%	1%
A1.2	45%	8%	14%	13%	12%	8%
A1.3	26%	10%	13%	18%	18%	15%
A1.4	42%	8%	14%	14%	13%	9%
A1.5	63%	7%	16%	8%	6%	1%
B1.1	65%	6%	16%	7%	5%	<1%
B1.2	65%	6%	16%	7%	5%	<1%
B1.3	65%	6%	16%	7%	5%	<1%
B1.4	63%	7%	16%	9%	5%	<1%
B1.5	65%	6%	16%	7%	5%	<1%
C1.1	24%	10%	13%	19%	19%	16%
C1.2	24%	10%	13%	19%	19%	16%
C1.3	25%	10%	13%	19%	19%	16%
C1.4	25%	10%	13%	18%	18%	16%
C1.5	38%	9%	14%	15%	14%	11%
D1.1	64%	7%	16%	8%	5%	<1%
D1.2	45%	11%	14%	20%	10%	<1%
D1.3	33%	14%	13%	27%	13%	<1%
D1.4	26%	15%	13%	32%	14%	<1%
D1.5	56%	8%	15%	13%	7%	1%
A2.1	24%	16%	13%	33%	15%	<1%
A2.2	24%	16%	13%	32%	15%	<1%
A2.3	25%	10%	13%	19%	18%	15%
A2.4	32%	12%	12%	18%	16%	10%
A2.5	25%	16%	13%	32%	14%	<1%
B2.1	25%	10%	13%	19%	18%	16%
B2.2	25%	10%	13%	19%	19%	16%

Target	% frequenza interazione complessiva GRT 1	% frequenza interazione complessiva GRT 2	% frequenza interazione complessiva GRT 3	% frequenza interazione complessiva GRT 4	% frequenza interazione complessiva GRT 5	% frequenza interazione complessiva GRT 6
B2.3	26%	10%	13%	18%	18%	15%
B2.4	35%	12%	12%	17%	15%	9%
B2.5	46%	15%	12%	15%	11%	1%
C2.1	36%	13%	12%	16%	14%	8%
C2.2	47%	15%	12%	14%	11%	1%
C2.3	48%	16%	12%	14%	10%	<1%
C2.4	36%	16%	12%	23%	12%	<1%
C2.5	29%	16%	13%	29%	14%	<1%
OSS1	56%	11%	14%	11%	8%	<1%
OSS2	24%	16%	13%	33%	15%	<1%

Dall'analisi dei risultati presentati è possibile osservare che:

- Per 4 aerogeneratori (11 % del totale), la frequenza di impatto è $<10^{-7}$ interazioni/anno e quindi trascurabile
- Per 3 aerogeneratori (9 % del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di 10^{-7} interazioni/anno
- Per 12 aerogeneratori (34 % del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di 10^{-6} interazioni/anno
- Per 16 aerogeneratori (46 % del totale), la frequenza di interazione è nell'ordine di 10^{-5} interazioni/anno
- Per le 2 sottostazioni, la frequenza di interazione è nell'ordine di 10^{-7} interazioni/anno
- Quasi nella totalità dei casi, la classe GRT che ha la maggior frequenza di interazione con aerogeneratori e sottostazioni è la GRT 1

5.2.2. Cavidotti

Sulla base dell'elaborazione dei dati AIS, per i cavidotti oggetto del presente studio è stata calcolata la frequenza di interazione con attività esterne legate al traffico marittimo nelle zone interessate. I cavidotti per cui è stata condotta l'analisi sono quelli che collegano il campo a terra.

Si ricorda che le rotte intersecanti i cavidotti appartenenti a navi per cui non sono disponibili le caratteristiche dimensionali non sono state considerate contribuire alla frequenza di interazione.

Il cavidotto non è stato considerato esposto al rischio di interazione con il traffico marittimo nella sua interezza, infatti, verso il parco è presente una zona di interdizione alla navigazione e pertanto la porzione di cavidotto all'interno della zona di interdizione non è stata considerata esposta al rischio di interazione.

I principali risultati sono forniti in forma grafica e tabellare. In particolare, di seguito sono riportati:

- Frequenza di interazione, per KP di cavidotto, con navi in affondamento, caduta di ancore o caduta di container (**Error! Reference source not found.**, Figura 0-13);
- Frequenza di interazione, per KP di cavidotto, con navi da pesca, specificatamente per l'attività di pesca a strascico (**Error! Reference source not found.**7, Figura 0-4).

Tabella 0-7: Frequenza interazione con cavidotti per ciascun contributo legato al traffico marittimo, caratterizzato per KP di cavidotto

KP	Frequenza interazione con navi in affondamento [Interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con caduta container [interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con ancoraggi [Interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con navi da pesca a strascico [Interazioni / km / anno]
0 (Ovest)	7.86E-07	1.00E-07	6.76E-07	12
1	6.68E-07	1.07E-07	6.26E-07	6
2	6.06E-07	7.73E-08	5.33E-07	4
3	2.92E-07	4.58E-08	2.55E-07	5
4	5.72E-07	9.34E-08	4.74E-07	10
5	5.34E-07	9.83E-08	4.31E-07	2
6	9.60E-07	1.42E-07	6.86E-07	7
7	5.64E-07	1.20E-07	4.03E-07	6
8	1.20E-06	2.78E-07	8.63E-07	2
9	1.04E-06	2.29E-07	7.88E-07	6
10	5.21E-07	8.87E-08	4.24E-07	10
11	1.12E-06	1.28E-07	1.03E-06	11
12	1.62E-06	2.53E-07	1.44E-06	12
13	4.15E-07	3.06E-08	3.60E-07	17
14	3.36E-07	3.23E-08	2.74E-07	7
15	3.53E-07	5.21E-08	2.50E-07	14
16	3.54E-07	3.12E-08	2.99E-07	22
17	5.63E-07	6.44E-08	4.54E-07	16
18	3.97E-07	7.81E-08	2.54E-07	21
19	4.42E-07	7.24E-08	2.82E-07	14
20	4.25E-07	1.51E-07	4.61E-07	2
21	2.35E-07	7.33E-08	1.15E-07	6
22	2.62E-07	4.05E-08	2.90E-07	1
23	2.56E-07	4.75E-08	3.19E-07	9
24	1.72E-07	1.19E-07	2.09E-07	5
25	1.86E-07	4.00E-09	1.81E-06	4
26	8.47E-08	7.32E-09	6.46E-08	6
27	1.15E-07	4.43E-08	1.65E-07	11
28	2.20E-07	2.48E-08	5.55E-07	17
29	2.75E-07	4.03E-08	2.83E-07	26
30	3.97E-07	8.72E-08	5.56E-07	46
31	3.44E-07	8.46E-08	4.89E-07	36
32	3.21E-07	7.28E-08	2.98E-07	-
33	2.51E-07	4.53E-08	2.43E-07	-
34	4.43E-07	1.19E-07	4.19E-07	-
35	2.31E-06	4.52E-07	2.11E-06	-

KP	Frequenza interazione con navi in affondamento [Interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con caduta container [interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con ancoraggi [Interazioni / km / anno]	Frequenza interazione con navi da pesca a strascico [Interazioni / km / anno]
36	2.02E-07	3.10E-08	1.82E-07	-
37 (Est)	2.37E-08	2.87E-19	2.57E-08	-

Figura 0-13: Frequenza interazione con cavidotti per ciascun contributo legato al traffico marittimo, caratterizzato per KP di cavidotto

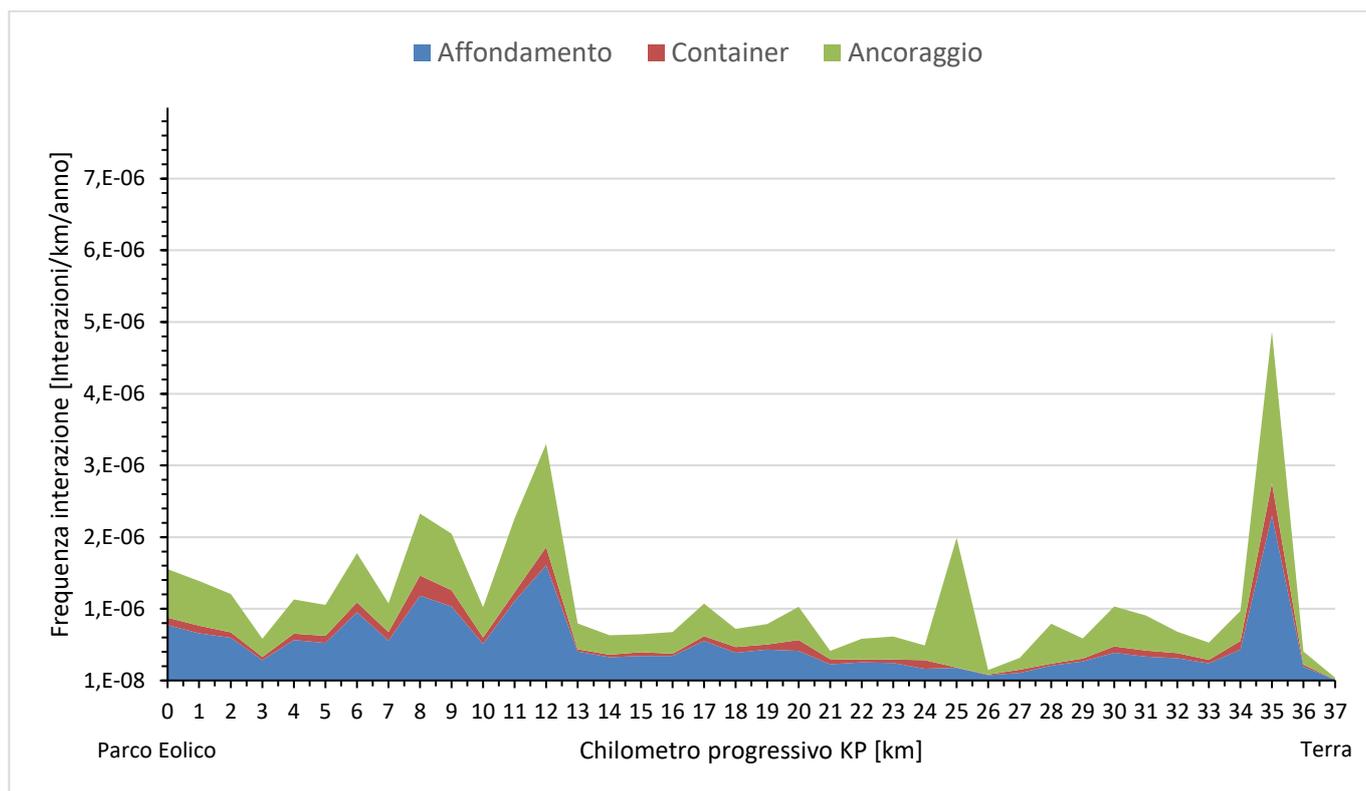
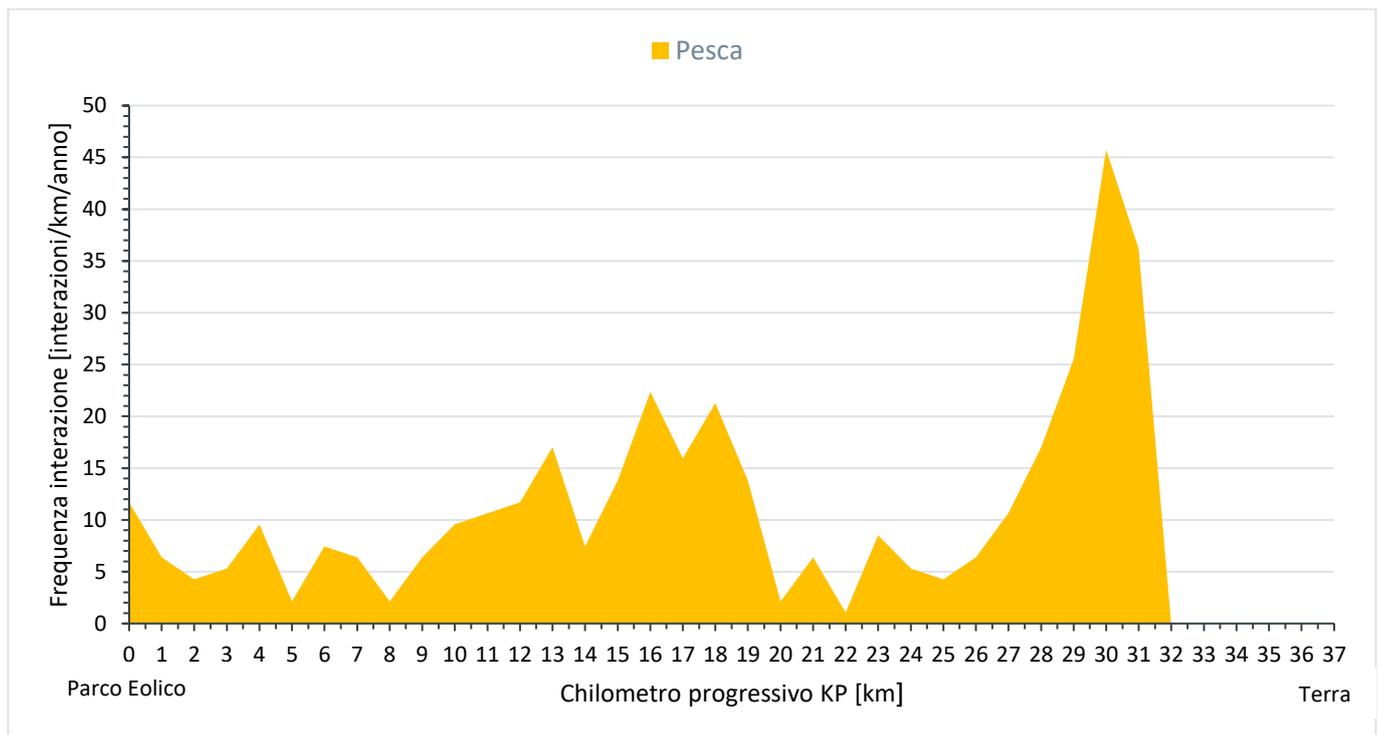


Figura 0-14: Frequenza interazione con cavidotti per imbarcazioni adibite alla pesca a strascico, caratterizzato per KP di cavidotto



Dall'analisi dei dati è possibile osservare che:

- Per tutti i KP di cavidotto, le cause di maggiore interazione sono l'ancoraggio accidentale e l'affondamento della nave;
- Gli ultimi 6 km del cavidotto verso terra hanno una profondità inferiore ai 50 metri e pertanto le interazioni con la pesca a strascico sono 0 (pesca a strascico illegale). Per tutti gli altri KP del cavidotto, la pesca a strascico potrebbe costituire un potenziale problema; tuttavia, è bene ricordare che i risultati relativi alla pesca a strascico sono stati calcolati considerando cautelativamente che:
 - tutti i passaggi di navi da pesca appartengono a imbarcazioni adibite alla pesca a strascico (informazione non specificata nei dati AIS)
 - che tutti i passaggi corrispondono ad attività di pesca in corso
 pertanto, l'informazione riportata in **Error! Reference source not found.** e Figura 0- rappresenta più correttamente il numero di passaggi annuali di navi da pesca per ogni KP di cavidotto; infatti, per ottenere la reale frequenza di interazione con i cavidotti occorre conoscere la reale tipologia di pesca condotta e il dato di probabilità di pesca in corso nel momento in cui avviene l'imbarcazione interseca il percorso dei cavidotti.
- Il KP 35 (situato a 2 km dalla terra) è il chilometro di cavidotto con una maggior frequenza di rottura complessiva (4.88E-06 eventi all'anno)
- La frequenza di rottura del cavidotto è:
 - Dell'ordine 10^{-8} per 1 km
 - Dell'ordine 10^{-7} per 20 km

 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 35 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

- Dell'ordine 10^{-6} per 17 km

5.3. Misure mitigative

Possibili misure che se attuate possono portare ad una riduzione della frequenza di interazione sono elencate di seguito.

5.3.1. Aerogeneratori e sottostazioni

Esempi di misure che possono portare ad una riduzione della frequenza di interazione sono:

- L'adozione di un limite di velocità delle navi che transitano in prossimità del parco eolico;
- L'utilizzo di sistemi di segnalamento marittimo;
- Zona di interdizione alla navigazione attorno al parco eolico.

5.3.2. Cavidotti

Come misura di mitigazione, una possibile soluzione potrebbe essere quella di prevedere l'interramento dei cavi, ove fattibile. Per interazioni dovute alla pesca a strascico, questa soluzione mitigativa è un'efficace soluzione di protezione. È opportuno osservare anche che, se la profondità di interrimento è sufficiente da isolare i cavi da eventuali impatti con ancore, si otterrebbe una riduzione della frequenza di interazione significativa (in quanto l'ancoraggio accidentale costituisce un'importante causa di interazione).



Relazione di valutazione del rischio legato alla
navigazione

N° Doc.

IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01

Rev 0

Pagina
36 di 37

 	Relazione di valutazione del rischio legato alla navigazione	Rev 0	Pagina 37 di 37
	N° Doc. IT-OFF-VesTha-RN-HSE-SM01		

REFERENZE

- [1] Risk Assessment of Pipeline Protection, Recommended Practice No. DNV-RP-F107;
- [2] COST 301, 1988 – Shore Based marine navigation aid system
- [3] Review of maritime transport, 2010 - United Nations Conference on trade and development
- [4] Bello G.C., Colombari V., “The human factor in risk analysis of process plants: the control room operator model ‘Teseo’”, Reliability Engineering, 1980
- [5] <http://www.maersk.com/>
- [6] <https://www.guardiacostiera.gov.it/mezzi-e-tecnologie/Documents/manualiVTS/Brindisi-ita-ed02.pdf>