

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 1 di 24	Rev. 00

Rif.Saipem:022932T_001-T-R-0004

Terminale di PORTO TORRES

Valutazione Incremento Traffico Navale nell'Area di Progetto

00	Emissione per commenti	M. Galmozzi	M. Pontiggia	F. Quondamatteo	03/11/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 2 di 24	Rev. 00

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	Inquadramento generale	3
1.2	Scopo e contenuti del documento	3
1.3	Informazioni in sospeso	4
1.4	Acronimi e Abbreviazione	4
1.5	Riferimenti	4
1.6	Normative	4
2	DEFINIZIONE	5
3	METODOLOGIA	6
3.1	Identificazione degli scenari di interazione	6
3.2	Analisi del traffico marittimo	6
3.3	Calcolo delle frequenze di interazione	8
3.3.1	Impatti con navi di passaggio (passing vessels)	8
3.3.2	Impatti con navi che si ormeggiano all'installazione o che navigano nelle vicinanze (in-field vessel)	11
4	ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI	12
5	VALUTAZIONE DEL TRAFFICO NAVALE NEL PORTO DI PORTO TORRES	14
5.1	Elaborazione dati AIS	14
5.2	Analisi del traffico marittimo esistente nel porto industriale di Porto Torres	18
5.3	Valutazione dell'incremento del traffico navale	20
5.4	Valutazione della frequenza di impatto	22
6	CONCLUSIONI	24

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 3 di 24	Rev. 00

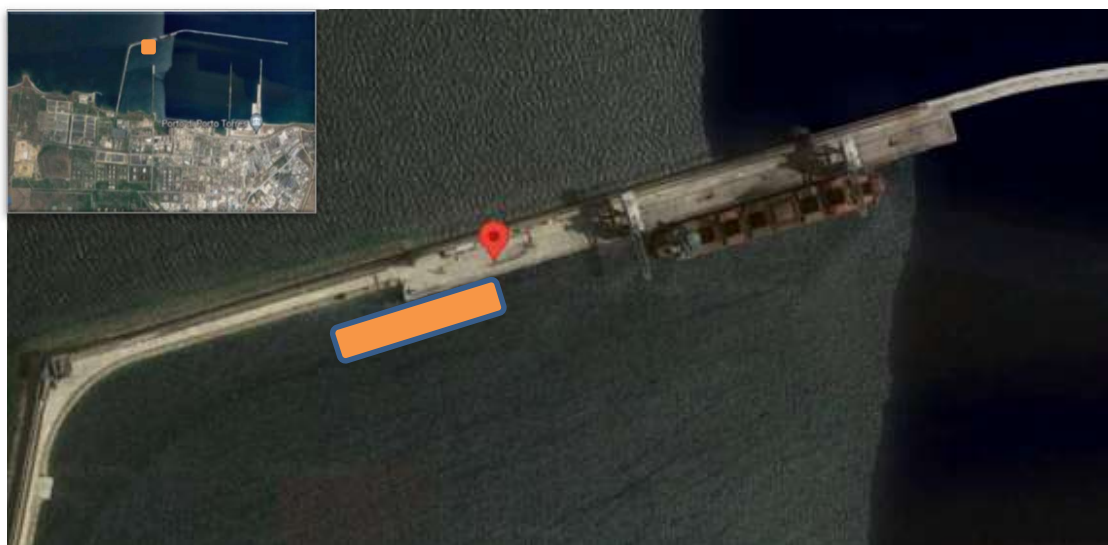
1 GENERALITA'

1.1 Inquadramento generale

Snam Rete Gas sta sviluppando un progetto per l'approvvigionamento di gas naturale nel Nord della Regione Sardegna che prevede l'ormeggio a lungo termine (25 anni) di una unità di stoccaggio e rigassificazione (FSRU) di Gas Naturale Liquefatto (GNL) all'interno del porto industriale di Porto Torres nonché i lavori impiantistici, civili e marittimi di adeguamento della relativa banchina di ormeggio fino al limite di batteria con la condotta di distribuzione di gas naturale che porterà il gas alle utenze industriali e civili del nord Sardegna.

La condotta di collegamento con la Dorsale Sardegna Nord per il trasporto del gas naturale avrà un diametro DN 650 ed una pressione di progetto (DP) di 75 barg.

La posizione selezionata per l'ormeggio della FSRU è indicativamente rappresentata nella immagine sottostante e corrisponde all'attuale molo carbonifero (Banchina E-ON) a cui attraccano le navi che approvvigionano la vicina centrale elettrica di Fiume Santo di proprietà di EPH.



Il porto industriale di Porto Torres è classificato in Categoria II e Classe I secondo la legge italiana n. 84 (del 28 gennaio 1994)

L'FSRU avrà una capacità di stoccaggio di circa 25.000 m³ ed una capacità di rigassificazione massima di LNG (send out) di 170.000 Sm³/h. Si prevede di utilizzare acqua di mare per il sistema di vaporizzazione.

1.2 Scopo e contenuti del documento

Lo scopo del presente documento è quello di analizzare l'impatto del traffico marittimo nel porto di Porto Torres in seguito all'installazione dell'FSRU. Verrà inizialmente

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 4 di 24	Rev. 00

valutato l'incremento del traffico navale nell'area di interesse. L'analisi comprenderà l'analisi e l'elaborazione dei dati AIS per fornire un quadro generale delle condizioni di traffico marittimo nell'area di interesse, nonché una valutazione dell'incremento associato all'operatività della FSRU.

Verrà inoltre calcolata la frequenza di impatto tra l'FSRU e le navi che si ormeggiano alla stessa o che transiteranno nei corridoi di mare adiacenti alla posizione dell'FSRU.

1.3 Informazioni in sospeso

Tag	Sezione	Descrizione

1.4 Acronimi e Abbreviazione

AIS	Automatic Identification System
CSV	Comma Separated Value
GIS	Geographic Information System
GRT	Gross Register Tonnage
ODG	Ordine di Grandezza
VTS	Vessel Traffic Service

1.5 Riferimenti

Per i documenti di Progetto riferimento alla lista Documenti N. 001-ZX-E-09800

1.6 Normative

Standard:

- [1] Risk Assessment of Pipeline Protection, Recommended Practice No. DNV-RP-F107
- [2] COST 301, 1988 – Shore Based marine navigation aid system

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 5 di 24	Rev. 00

2 DEFINIZIONE

COMMITTENTE	Snam Rete Gas SpA
PROGETTO	Esecuzione delle attività di ingegneria relative alla progettazione del FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) di Porto Torres ed opere connesse
SITO	Porto Torres
IMPIANTO DI RICEZIONE	Impianto in Banchina
TERMINALE	La FSRU e l'impianto di ricezione
NAVE SPOLA	Nave metaniera "shuttle carrier" necessaria a garantire la fornitura di gas naturale alla FSRU
BUNKERING VESSEL	Nave metaniera necessaria per la distribuzione del GNL stoccato nei serbatoi della FSRU
FSRU	Floating Storage Regasification Units

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 6 di 24	Rev. 00

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 l'FSRU.

Gli eventi incidentali che possono comportare un danno per le strutture sulla superficie del mare sono urti di vario tipo che possono essere causati da:

- navi passanti nella zona dell'installazione (passing vessel)
- navi operanti nella zona dell'installazione (in-field vessel)

3.2 Analisi del traffico marittimo

Il traffico marittimo nella zona di interesse 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 verranno acquisiti i dati AIS relativi all'ultimo anno solare.

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 successive 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.

I campioni di dati che vengono acquistati contengono 100.000÷2.000.000 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 3-1):

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;
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

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 7 di 24	Rev. 00

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.

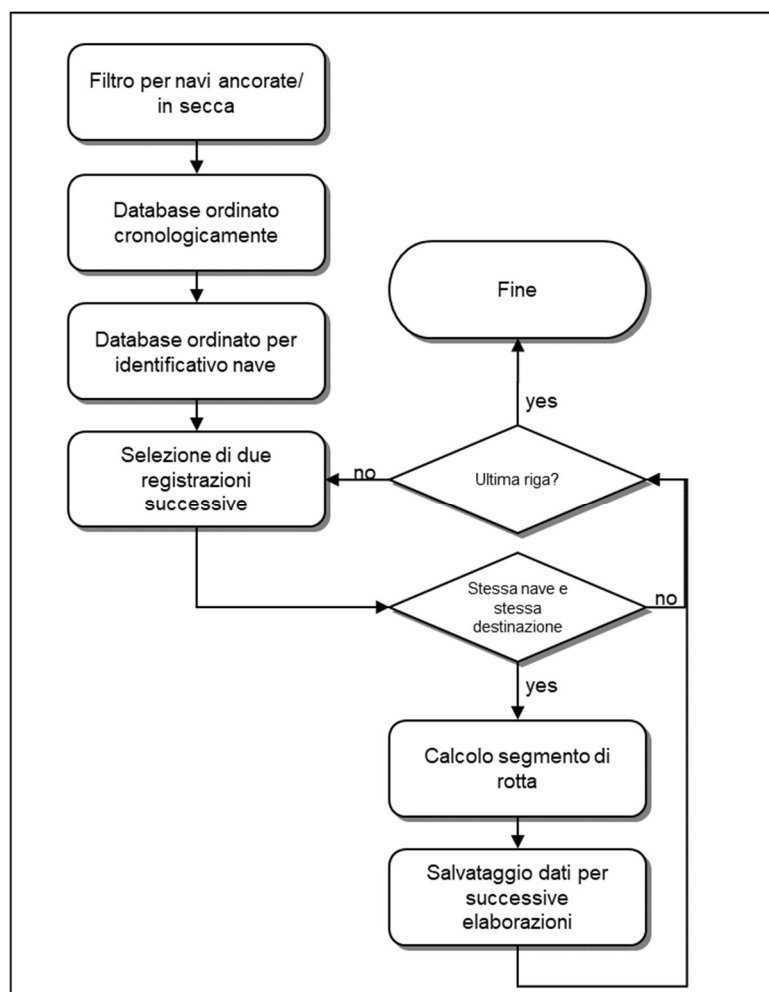


Figura 3-1: Passi della routine automatica per l'elaborazione

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.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 8 di 24	Rev. 00

3.3 Calcolo delle frequenze di interazione

3.3.1 Impatti con navi di passaggio (passing vessels)

Qualora le navi passanti intorno all'installazione siano distribuite su corridoi di traffico, la frequenza di impatto per il target si calcola come [1]:

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

Dove:

- i : indice identificativo di una specifica classe di navi;
- N_i : frequenza annuale di passaggi nave della i -esima classe nelle vicinanze del target (espressa in numero passaggi/anno);
- 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 il target considerato;
- P_3 : probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative.

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

3.3.1.1 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 precedentemente.

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 verrà presentata nei risultati. 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.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 9 di 24	Rev. 00

3.3.1.2 Perdita di controllo nave (P1)

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 P1 stimata in $2 \cdot 10^{-4}$ per le navi di passaggio [1].

3.3.1.3 Probabilità geometrica di impatto con il target considerato (P2)

P2 viene definita “probabilità geometrica di collisione”, ossia la probabilità che la nave sia in rotta di collisione con il target considerato quando avviene la perdita di controllo. Per il calcolo della P2 si considera che, la traiettoria della nave non subisce variazioni successivamente alla perdita di controllo, ossia, la nave manterrà per sempre la traiettoria che aveva nel momento in cui è stato perso il controllo.

Come osservato in precedenza, il traffico marittimo di mercantili o navi passeggeri generalmente si colloca lungo specifici corridoi. Lo standard DNVGL-RP-F107 [1] riporta che la posizione delle navi all’interno di questi corridoi è descrivibile attraverso una distribuzione normale (centrata nel corridoio), come illustrato nella seguente figura.

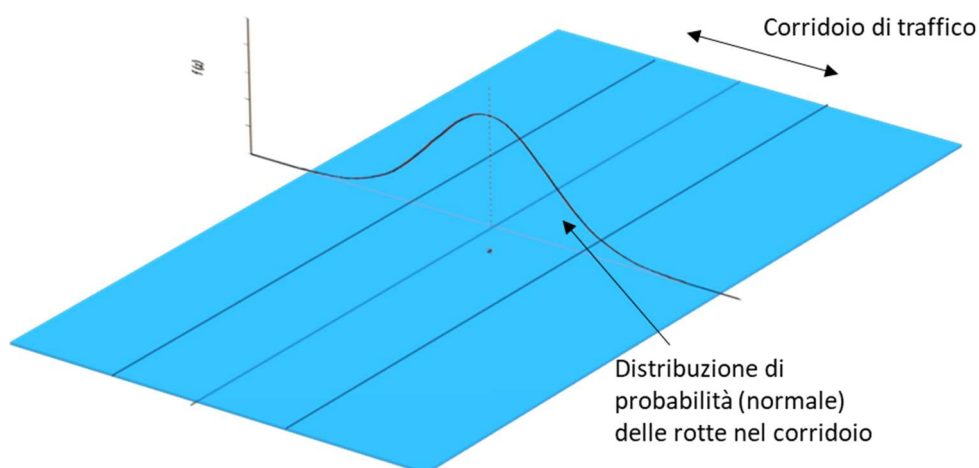


Figura 3-2: Distribuzione normale della posizione delle rotte all’interno del corridoio di traffico

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]:

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

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 10 di 24	Rev. 00

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

Per calcolare la deviazione standard (δ) si assume che la percentuale di navi che sarà effettivamente disposta all'interno del corridoio è pari al 99.7%. In questo modo è possibile calcolare la gaussiana corrispondente e il relativo valore di δ .

La seguente figura mostra graficamente come viene calcolata la probabilità geometrica di impatto.

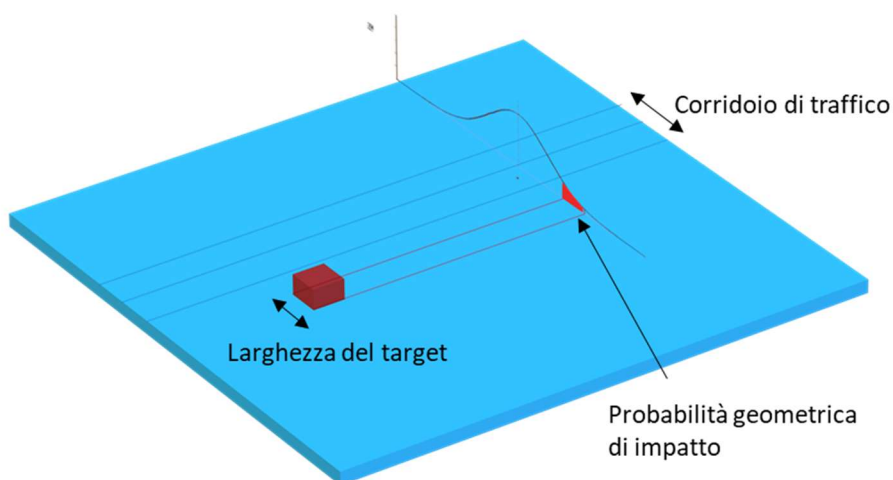


Figura 3-3: Probabilità di entrare in rotta di collisione con il target

3.3.1.4 Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P3)

A seconda del caso specifico possono essere presenti dei sistemi (barriere) che contribuiscono ad evitare l'impatto tra nave passante e target. In linea di principio, il termine P3 sarà dato dalla combinazione delle probabilità di fallimento di tutte le barriere individuate.

Esempi di barriere potrebbero essere:

- 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.
- Presenza di standby vessel in corrispondenza del parco eolico
- Sirena antinebbia installata, ad esempio, in corrispondenza degli aerogeneratori perimetrali
- RACON (ovvero il faro radar)

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 11 di 24	Rev. 00

P3 è solitamente considerata pari ad uno se non sono presenti barriere. Viceversa, P3 decresce in funzione delle barriere presenti: 0.9 se presente il RACON, 0.14 se presente una standby vessel, 0.13 se presenti sia RACON che standby vessel [1].

3.3.2 Impatti con navi che si ormeggiano all'installazione o che navigano nelle vicinanze (in-field vessel)

La collisione con una nave che si ormeggia all'installazione o che naviga nelle immediate vicinanze è considerato uno scenario ad alta energia di impatto [1] per i quali la frequenza di impatto per il target si calcola come:

$$f_{\text{impatto}} = N \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

Dove:

- N: frequenza annuale di navi che si attraccano al target (espressa in numero navi/anno);
- P1: probabilità di perdita di controllo della nave; valore indipendente dalla classe della nave che si considera aver perso il controllo;
- P2: probabilità geometrica di impatto con il target considerato;
- P3: probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative.

La probabilità di perdita di controllo di una nave operante nell'installazione è pari a $P_1 = 2.7E-06$. Questo valore è inferiore a quello utilizzato per le navi di passaggio in quanto si considera che l'equipaggio a bordo della nave sia a conoscenza che l'installazione esista e quindi si assume che siano più attenti di una nave mercantile di passaggio.

Qualora la nave dovesse essere movimentata da rimorchiatori bisogna considerare che, affinché si perda il controllo della nave è necessario che si verifichi la perdita di controllo sia di uno dei rimorchiatori, sia della nave stessa; pertanto, in questo caso la probabilità di perdita di controllo della nave P_1 è pari alla moltiplicazione di P_{tug} e P_{nave} . Entrambe le probabilità di perdita di controllo P_{tug} e P_{nave} vengono considerate pari a $2.7E-06$.

I sistemi di navigazione moderni e l'utilizzo di adeguate procedure assicurano che l'installazione non viene utilizzata come il target finale di navigazione, pertanto, la probabilità di essere in rotta di collisione con l'installazione è limitata e si considera $P_2 = 0.1$. Se diversamente l'installazione dovesse venire utilizzata come target finale di navigazione si considera $P_2 = 1$.

La probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative P_3 viene considerata uguale a quanto riportato nel capitolo 3.3.1.4 per le navi che non si ormeggiano all'installazione e pari ad 1 per le navi che si ormeggiano in quanto, vista la vicinanza all'installazione, le misure mitigative non sarebbero in grado di evitare l'impatto.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 12 di 24	Rev. 00

4 ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI

Di seguito si riportano le assunzioni effettuate per la presente analisi:

1. Nel calcolo della frequenza di interazione tra navi e installazione 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'installazione 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 la valutazione della frequenza di interazione tra installazione e il traffico marittimo passante esternamente, è stato considerato che le rotte calcolate lungo i corridoi di traffico sono distribuite normalmente all'interno dell'estensione del corridoio; questa ipotesi si è resa necessaria per poter ridistribuire il traffico marittimo in maniera ragionevole e quindi poter applicare la metodologia descritta;
3. 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 dell'installazione 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 l'installazione;
4. Come ingombro per l'FSRU è stato considerata la dimensione massima della stessa, ossia 120 m;
5. Si assume che il 50% delle rotte identificate sia in ingresso al porto e che il 50% sia in uscita dal porto;
6. I termini che concorrono alla definizione della frequenza di interazione definiti al paragrafo 3.3 sono stati assunti come di seguito:
 - a. Navi di passaggio nelle vicinanze dell'FSRU
 - i. Probabilità di perdita di controllo della nave (P1) = 2.7E-06
 - ii. Probabilità geometrica di impatto con il target considerato (P2) = 1
 - iii. Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P3) = 1 (nessuna barriera mitigativa)
 - b. Navi che si ormeggiano
 - i. Probabilità di perdita di controllo della nave (P1) = 2.7E-06

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 13 di 24	Rev. 00

- ii. Probabilità geometrica di impatto con il target considerato (P2) = 1
- iii. Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P3) = 1 (nessuna barriera mitigativa).

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 14 di 24	Rev. 00

5 VALUTAZIONE DEL TRAFFICO NAVALE NEL PORTO DI PORTO TORRES

5.1 Elaborazione dati AIS

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 150 km² come mostrato nella seguente Figura 5-1.



Figura 5-1: Identificazione dell'area di interesse

In Tabella 5-1 sono dettagliate le classi di stazza utilizzate per suddividere il traffico marittimo, mentre in Tabella 5-2 sono riportati i colori usati per tracciare le rotte appartenenti alle differenti classi GRT.

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

Tabella 5-1: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 15 di 24	Rev. 00







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

Tabella 5-2: Colori identificativi usati per tracciare le rotte appartenenti alle diverse classi GRT

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 5-2, Figura 5-3, Figura 5-4, Figura 5-5, Figura 5-6):

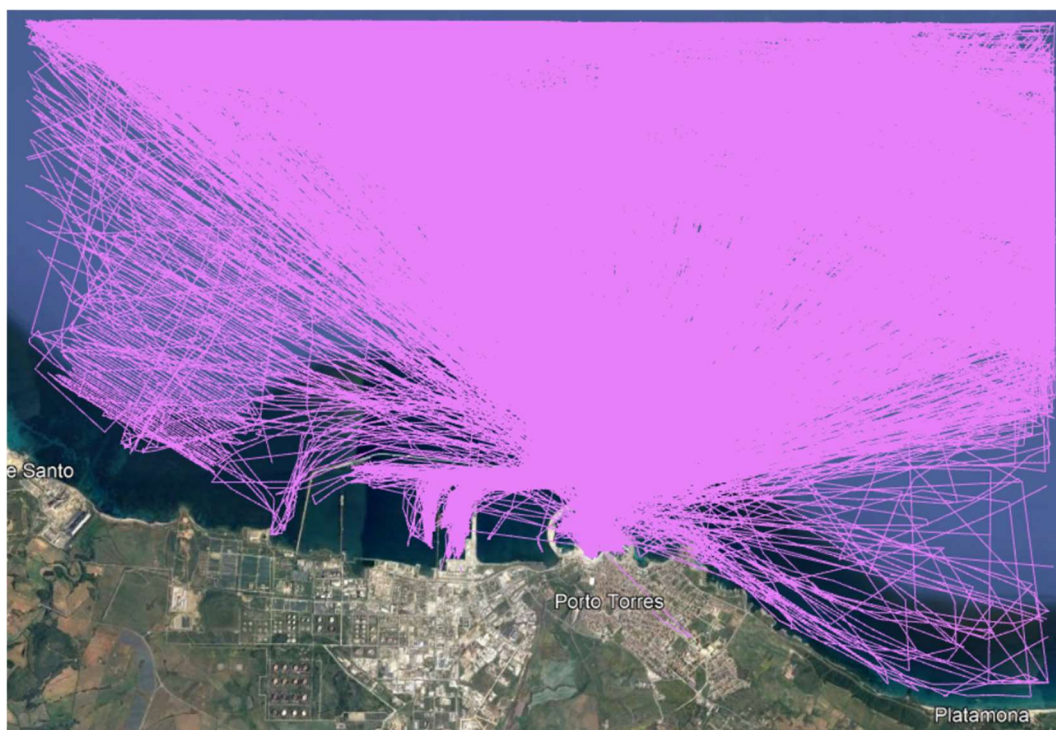


Figura 5-2: Traffico marittimo 2021 – GRT1

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 16 di 24	Rev. 00



Figura 5-3: Traffico marittimo 2021 – GRT2



Figura 5-4: Traffico marittimo 2021 – GRT3

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 17 di 24	Rev. 00



Figura 5-5: Traffico marittimo 2021 – GRT4



Figura 5-6: Traffico marittimo 2021 – GRT5

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 18 di 24	Rev. 00

Non sono presenti rotte di traffico per la classe GRT6

È 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.

5.2 Analisi del traffico marittimo esistente nel porto industriale di Porto Torres

La Tabella 5-3 riporta quantitativamente la distribuzione delle rotte entranti nel porto industriale di Porto Torres secondo la classe GRT. Dai dati in Tabella, si può osservare come la maggior parte del traffico marittimo sia costituito da rotte di navi di classe GRT 5 (46%). Le navi di classe GRT 1 sono presenti per il 25.5% mentre le navi di classe GRT 4 sono pari al 14.5% delle rotte calcolate. Infine, le navi di classe GRT 2 e 3 costituiscono la quota parte inferiore del traffico marittimo nell'area di interesse. Non sono presenti rotte per le navi di classe GRT 6

In totale sono state calcolate 1418 rotte. Per indicare il peso relativo di ciascuna classe di stazza, in Tabella 5-3, il colore verde indica un numero di rotte inferiore al 10 %, l'arancione un numero di rotte calcolate tra 10 % e 30 % e il rosso un numero di rotte superiore al 30%.

Classe GRT	# rotte	# rotte [%]
GRT 1	362	25.5%
GRT 2	138	9.7%
GRT 3	63	4.4%
GRT 4	206	14.5%
GRT 5	648	46%
GRT 6	0	0.0%
NULL	1	0.1%
Totale	1418	100%

Tabella 5-3: Numero di rotte calcolate per ciascuna classe GRT

Per dare un'ulteriore rappresentazione del traffico marittimo nel porto industriale di Porto Torres, la Tabella 5-4 riporta la distribuzione del traffico rispetto alla tipologia di imbarcazioni. Come si può osservare, la percentuale massima del traffico è costituita da rotte relative a navi di tipo Ro-Ro/Passenger ship (52.5%) che, da un'analisi con i dati di stazza risultano essere per la maggior parte relative a navi di grande stazza (GRT 5). Le navi di tipo tug rimorchiatori sono presenti per il 21.8% e sono prevalentemente navi di classe GRT 1

Il restante 25%% delle rotte è distribuito tra le altre tipologie di imbarcazione.

Per indicare il peso relativo di ciascuna tipologia di nave tra quelle rilevate, in Tabella 5-4, il colore verde indica una percentuale di rotte inferiore al 10%, l'arancione una percentuale di rotte calcolate tra 10% e 30% e il rosso una percentuale di rotte calcolate superiore al 30%.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 19 di 24	Rev. 00

Tipologia di Imbarcazione	# rotte	# rotte [%]
Bulk Carrier	25	1.8%
Cargo/Containership	14	1.0%
Cement Carrier	2	0.1%
Chemical Tanker	5	0.4%
General Cargo	124	8.7%
Law Enforce	5	0.4%
LPG Tanker	52	3.7%
Oil/Chemical Tanker	67	4.7%
Other	30	2.1%
Passenger	3	0.2%
Pleasure Craft	7	0.5%
Ro-Ro Cargo	2	0.1%
Ro-Ro/Container Carrier	25	1.8%
Ro-Ro/Passenger Ship	745	52.5%
Sailing Vessel	3	0.2%
Tug	309	21.8%

Tabella 5-4: Numero di rotte calcolate per ciascuna tipologia di nave

L'ultima analisi effettuata sul traffico esistente nel porto industriale di Porto Torres riguarda la distribuzione delle rotte nell'arco dell'intero anno solare.

Come si può osservare nella seguente Tabella 5-5 e nella seguente Figura 5-7, la maggior parte delle rotte è concentrata nei mesi primaverili.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)		001-ZA-E-09303
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base		Fg. 20 di 24

	GRT_1	GRT_2	GRT_3	GRT_4	GRT_5	NULL	# rotte totali	# rotte totali [%]
gen	29	15	6	7	39		96	7%
feb	45	15	4	5	57		126	9%
mar	68	14	2	11	60		155	11%
apr	62	10	8	25	36		141	10%
mag	66	12	7	6	70		161	11%
giu	36	11	5	5	81	1	139	10%
lug	18	9	2	28	80		137	10%
ago	3	12	10	23	76		124	9%
set	8	9	2	30	61		110	8%
ott	8	11	6	22	37		84	6%
nov	3	14	2	26	23		68	5%
dic	16	6	9	18	28		77	5%

Tabella 5-5: Distribuzione delle rotte nell'arco dell'anno

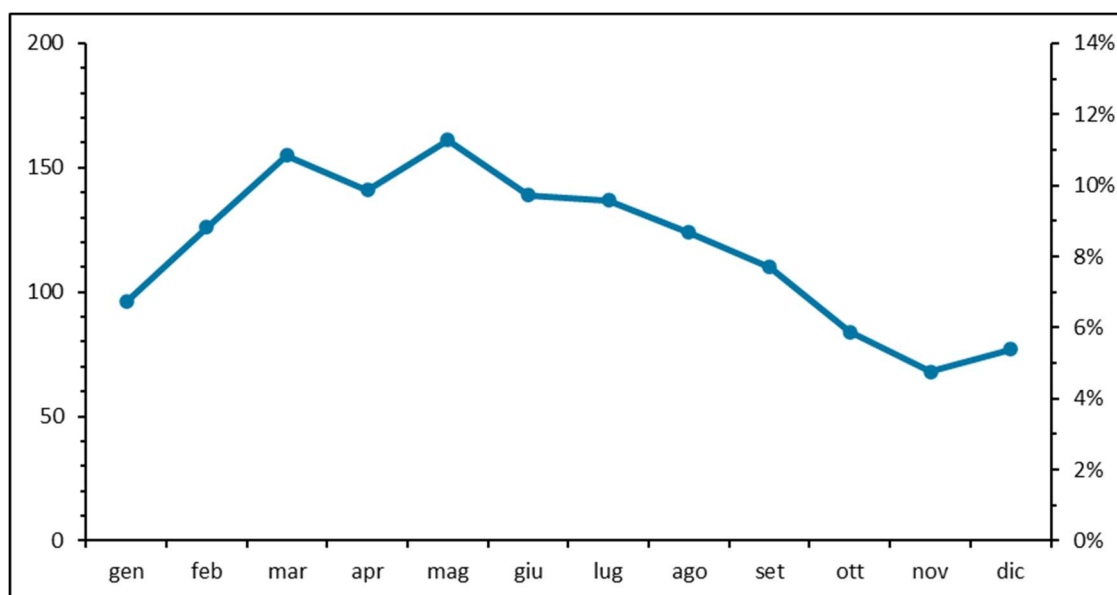


Figura 5-7: Distribuzione delle rotte nell'arco dell'anno

5.3 Valutazione dell'incremento del traffico navale

A seguito dell'installazione dell'FSRU, la frequenza di navi metaniere dedicate alle attività di approvvigionamento dell'FSRU attese al porto di Porto Torres è pari a 46 navi all'anno. Le nuove navi metaniere avranno una stazza variabile come riportato nella seguente tabella.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 21 di 24	Rev. 00

Tipologia di Navi	Numero navi attese	Tonnellate di Stazza Lorda tipiche	Dislocamento atteso massimo [ton]	Classe GRT
Navi spola di capacità 7.500 m ³ di GNL	44	6.500	11.000	4
Navi spola di capacità 30.000 m ³ di GNL	2	28.000	33.000	5
Navi spola di capacità 75.000 m ³ di GNL	2**	53.000	60.000	5

**in casi eccezionali dovuti a picchi di domanda gas delle utenze termoelettriche, condizioni meteo avverse o indisponibilità delle suddette unità navali (7.500 m³ e 30.000 m³) si considera di poter effettuare circa 2 scariche parziali da navi spola di capacità 75.000 m³.

Tabella 5-6: Caratteristiche navi spola per il rifornimento dell'FSRU

In maniera conservativa verrà considerato il seguente numero di navi in attracco all'FSRU:

- 42 Navi spola di capacità 7.500 m³ di GNL
- 2 Navi spola di capacità 30.000 m³ di GNL
- 2 Navi spola di capacità 75.000 m³ di GNL

Nell'arco dell'intero anno solare, ci saranno in totale 46 navi metaniere in aggiunta al presente traffico navale, ossia 92 rotte di traffico (46 rotte in ingresso al porto e 46 rotte in uscita dal porto).

Inoltre, saranno presenti anche delle navi bettoline che si riforniranno in attracco all'FSRU. In particolare, sono attese 46 bettoline (46 rotte in ingresso al porto e 46 rotte in uscita al porto) all'anno di stazza massima pari a 6000 ton.

Nella seguente Tabella 5-7 è riportato il confronto tra il traffico attuale e il traffico atteso in futuro:

Classe GRT	# rotte attuali	# rotte future	Incremento percentuale rotte
GRT 1	362	362	0%
GRT 2	138	138	0%
GRT 3	63	155	146%
GRT 4	206	290	41%
GRT 5	648	656	1%
GRT 6	0	0	0%
NULL	1	1	0%
Totale	1418	1602	13%

Tabella 5-7: Controllo traffico attuale e traffico atteso in futuro

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 22 di 24	Rev. 00

Come si può osservare nella tabella soprastante, il totale delle rotte di traffico subirà un aumento del 13% a seguito dell'installazione dell'FSRU.

Le rotte delle navi di classe GRT 1, 2 e 6 non subiranno variazioni, mentre, le rotte delle navi di classe GRT 3 aumenteranno del 146%, quelle di classe GRT 4 aumenteranno del 41% mentre quelle di classe GRT 5 aumenteranno solamente dell'1%.

La presenza delle navi metaniere non sarà un problema in quanto il porto è già predisposto per ricevere navi di queste dimensioni.

5.4 Valutazione della frequenza di impatto

Vista la distribuzione delle rotte nessuna rotta identificata verrà considerata come nave di passaggio ma verranno tutte considerate come in-field vessel in quanto si considera che nel momento in cui una nave entra nel porto il livello di attenzione sia maggiore rispetto alla normale navigazione e che la velocità sia molto ridotta.

Il numero totale attuale di rotte entranti e uscenti dal porto è pari a 1418 (709 in ingresso e 709 in uscita).

Le rotte in uscita dal porto non entreranno mai in rotta di collisione con l'FSRU perché saranno dirette verso la direzione opposta e pertanto la probabilità geometrica di impatto sarà sempre 0; non viene quindi considerata alcuna frequenza di impatto per queste navi.

Per quanto riguarda invece le rotte delle navi in ingresso al porto, per come sono posizionati i corridoi di traffico, la probabilità geometrica di impatto P2 viene conservativamente assunta pari a 1 per tutte le rotte in quanto nel tratto orizzontale (Est-Ovest) tutte le navi sono in rotta di collisione con la posizione dell'FSRU.

Nella seguente Figura 5-8, è evidenziato in verde il tratto in cui le navi sono in rotta di collisione con l'FSRU:

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 23 di 24	Rev. 00



Figura 5-8: Tratto orizzontale in cui le navi sono in rotta di collisione con la posizione dell'FSRU (rappresentata sulle rotte di classe GRT 5)

Solitamente, le navi di grandi dimensioni vengono movimentate tramite rimorchiatori quando si trovano all'interno del porto. È stato quindi assunto che tutte le navi di classe GRT 3, 4, 5, 6 vengono movimentate tramite rimorchiatori.

Per quanto riguarda le navi di passaggio nel porto e che non si ormeggiano all'FSRU, sono presenti 250 rotte in ingresso al porto per le classi GRT 1-2 che non utilizzeranno i rimorchiatori e 459 rotte in ingresso al porto per le classi GRT 3-4-5-6 che utilizzeranno i rimorchiatori. Considerate le assunzioni appena descritte, la frequenza di impatto con l'FSRU per le navi di passaggio nel porto e che non si ormeggiano all'FSRU stessa è pari a $6.75E-04$ eventi/anno.

Per quanto riguarda invece le navi in ormeggio all'FSRU, sono presenti in totale 92 rotte in ingresso al porto e utilizzeranno tutte dei rimorchiatori per attraccarsi all'FSRU. Seguendo la metodologia descritta al paragrafo 3.3.2, la frequenza di impatto è risultata pari a $6.71E-10$ eventi/anno.

La frequenza totale di impatti per l'FSRU risulta quindi pari a $6.75E-04$ eventi/anno.

CLIENTE: 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 7200189500	UNITÀ 001
	LOCALITÀ: Porto Torres (SS)	001-ZA-E-09303	
	PROGETTO: Terminale di Porto Torres Ingegneria di Base	Fg. 24 di 24	Rev. 00

6 CONCLUSIONI

Il traffico marittimo nella zona del porto industriale di Porto Torres è ricavato tramite la rielaborazione dai dati AIS dell'intero anno solare 2021.

Il traffico marittimo è stato suddiviso in 6 differenti classi in base alla stazza delle navi e, per ogni classe GRT sono state calcolate tutte le rotte di navigazioni presenti nello specchio di mare considerato. Le mappe del traffico marittimo sono riportate nel report al capitolo 5.2.

È stato valutato l'incremento del traffico navale dovuto all'installazione dell'FSRU e quindi di quelle navi che si ormeggeranno all'FSRU stessa. Sono state riscontrate in totale 184 nuove rotte di traffico che hanno incrementato il traffico nel porto del 13%. La presenza delle nuove navi metaniere non sarà un problema in quanto il porto è già predisposto per ricevere navi di queste dimensioni.

Infine, è stata calcolata la frequenza di impatto tra l'FSRU e le imbarcazioni presenti nel porto, sia quelle che si ormeggeranno alla stessa sia quelle che transiteranno solamente all'interno del porto. La frequenza di impatto con l'FSRU per le navi di passaggio nel porto è pari a $6.75E-04$ eventi/anno; per le navi in ormeggio all'FSRU la frequenza di impatto è trascurabile (inferiore a $E-0.7$) e pertanto la frequenza totale di impatto può essere ritenuta uguale alla frequenza di interazione con navi di passaggio.