

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

EMERGENZA GAS
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)
FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti
ALLACCIAMENTO FSRU DI RAVENNA (Tratto a Mare) DN 650 (26") DP 100 bar

VALUTAZIONE DEL TRAFFICO NAVALE NELL'AREA DI PROGETTO

00	Emissione per Permessi	M. Galmozzi	A. Sola	C. Mordini	06/07/22
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

INDICE

LISTA DELLE TABELLE.....	3
LISTA DELLE FIGURE.....	3
ACRONIMI	4
1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	5
2 METODOLOGIA.....	9
2.1 IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI DI INTERAZIONE	9
2.2 CALCOLO DELLE FREQUENZE DI INTERAZIONE	9
2.2.1 <i>Analisi del traffico marittimo</i>	9
2.2.2 <i>Interazione con l'installazione galleggiante</i>	12
2.2.3 <i>Interazione con le condotte sottomarine</i>	15
3 ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI	20
3.1 FSRU.....	20
3.2 CONDOTTA SOTTOMARINA.....	21
4 RISULTATI	22
4.1 TRAFFICO MARINO	22
4.1.1 <i>Distribuzione rotte in assenza dell'FSRU</i>	22
4.1.2 <i>Distribuzione rotte in seguito all'installazione dell'FSRU</i>	29
4.2 FREQUENZE DI INTERAZIONE	31
4.2.1 <i>FSRU</i>	31
4.2.2 <i>Condotte sottomarina</i>	32
4.3 MISURE MITIGATIVE.....	34
5 RIFERIMENTI.....	35

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2-1: Informazioni relative ad ancora tipiche sulla base della stazza della nave	18
Tabella 4-1: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata	23
Tabella 4-2: Colori identificativi usati per tracciare le rotte appartenenti alle diverse classi GRT	23
Tabella 4-3: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo	33

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1-1: Posizione FSRU	8
Figura 2-1: Passi della routine automatica per l'elaborazione dei dati AIS	11
Figura 2-2: Distribuzione normale della posizione delle rotte all'interno del corridoio	13
Figura 2-3: Probabilità di entrare in rotta di collisione (area in rosso sottesa dalla distribuzione di probabilità)	14
Figura 4-1: Identificazione dell'area di interesse	22
Figura 4-2: Traffico marittimo 2021 - GRT 1	24
Figura 4-3: Traffico marittimo 2021 - GRT 2	25
Figura 4-4: Traffico marittimo 2021 - GRT 3	26
Figura 4-5: Traffico marittimo 2021 - GRT 4	27
Figura 4-6: Traffico marittimo 2021 - GRT 5	28
Figura 4-7: Traffico marittimo 2021 - GRT 6	29
Figura 4-8: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classe GRT 1	30
Figura 4-9: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classi GRT 2, 3, 4, 5, 6	30
Figura 4-10: Schema di separazione del traffico	31
Figura 4-11: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo	33

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

ACRONIMI

AIS	Automatic Identification System
CSV	Comma Separated Value
FSRU	Floating Storage Regassification Unit
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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 5 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), intende sottoporre l'istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) da ormeggiarsi in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (c.d. Progetto FSRU Ravenna) e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

Il progetto di Snam FSRU Italia ricomprende le opere necessarie alla connessione con la Rete Nazionale Gasdotti e che saranno realizzate dalla Società Snam Rete Gas. Tali opere sono considerate, ai fini della presente istanza, opere connesse e funzionali all'esercizio della FSRU.

L'FSRU sarà in grado di stoccare fino a 170 mila metri cubi di Gas Naturale Liquefatto (GNL), rigassificarlo e trasferirlo in una nuova condotta che lo convoglierà nel punto di connessione alla Rete Gasdotti posto a circa 42 km dal punto di ormeggio presso la piattaforma esistente offshore Petra.

L'FSRU sarà rifornita ad intervalli regolari (5/7 giorni) da metaniere di taglia variabile e sarà anche in grado di rifornire a sua volta metaniere di piccola/media taglia (metaniere Small Scale LNG).

L'FSRU assicurerà un flusso annuo di almeno 5 miliardi di standard metri cubi di gas naturale equivalente a circa un sesto della quantità di gas naturale oggi importata dalla Russia.

La qualità del gas liquido gestito dalla FSRU dipenderà dalle fonti di approvvigionamento internazionali, pertanto il gas vaporizzato andrà analizzato ed eventualmente corretto per portarlo alle condizioni di trasporto richieste dalla Rete Nazionale. Le apparecchiature ed i sistemi dedicati a tale gestione (correzione indice di Wobbe) sono stati previsti in un impianto dedicato posto in prossimità dell'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna).

L'ormeggio della FSRU presso la piattaforma Petra prevede l'adeguamento della struttura esistente per tener conto che l'ormeggio della FSRU presso la piattaforma sarà permanente, che i mezzi navali coinvolti hanno degli ingombri maggiori e che quindi occorreranno maggiori spazi per accomodare le nuove parti impiantistiche. In particolare, sono state valutate e presentate due diverse alternative di ormeggio come segue:

- ✓ ALTERNATIVA A, che prevede l'ampliamento della piattaforma Petra con una serie di briccole di ormeggio verso ovest e la protezione della piattaforma con una barriera frangi flutti verso est da realizzarsi con cassoni autoaffondanti;
- ✓ ALTERNATIVA B, che prevede l'inglobamento della piattaforma esistente all'interno di una struttura "ad isola" da realizzarsi con un doppio palancolato metallico rinforzato da

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

tiranti orizzontali, che consentirà sia l'ormeggio lato ovest della FSRU sia la protezione della stessa dal moto ondoso prevalente.

La piattaforma Petra è attualmente collegata al deposito oli costiero con due condotte DN 550(22") che non sono interessate dall'intervento progettuale in quanto non compatibili con le condizioni di trasporto del gas naturale in uscita dalla FSRU.

L'entrata in esercizio del Progetto FSRU Ravenna è previsto non oltre **settembre 2024** con l'obiettivo di anticiparla a luglio 2024.

Il Progetto FSRU Ravenna include le seguenti opere:

Terminale FSRU Ravenna.

Costituito da:

- ✓ n.1 FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità nominale di stoccaggio pari a circa 170.000 m³, una capacità massima di rigassificazione di circa 880.000 Sm³/h e dimensioni pari a circa 292,5 m (lunghezza) 43,5 m (larghezza);
- ✓ gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla piattaforma offshore Petra, opportunamente adeguata, che sono:
 - il sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito tramite bracci di carico ad alta pressione (100 barg),
 - la sostituzione e l'adeguamento del sistema di ormeggio della piattaforma,
 - la parte impiantistica relativa al trasferimento del gas naturale con il piping, le valvole di intercetto e la trappola di lancio/ricevimento pig,
 - gli impianti di alimentazione elettrica e controllo del Terminale,
 - gli impianti di sistema antincendio,
 - il punto di collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU posto convenzionalmente in corrispondenza del giunto isolante a monte della prima valvola di isolamento DN 650 (26") della condotta gas prima che entri in mare;
- ✓ l'impianto di correzione dell'indice di Wobbe posto in un'area adiacente all'impianto di filtraggio e misura fiscale (PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar) ubicato in località Punta Marina (Ravenna)

Opere Connesse

Costituite da:

- ✓ la condotta di collegamento tra il Terminale FSRU e la Rete Nazionale Gasdotti, che include quanto segue:
 - tratto di metanodotto a mare (sealine), e relativo cavo telecomandato, denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a mare) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 8,5 km,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- tratto di metanodotto a terra di collegamento tra l'approdo costiero e l'impianto PDE FSRU di Ravenna denominato Met. Allacciamento FSRU Ravenna (Tratto a terra) DN 650 (26") DP 100 bar, di lunghezza pari a circa 1,9 km,
- impianto PDE FSRU di Ravenna e impianto di regolazione DP 100-75 bar contenente le apparecchiature di filtraggio e misura del gas naturale, nonché la regolazione della pressione da 100 bar a 75 bar, la predisposizione per il preriscaldamento e le due stazioni di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato mare e lato terra);
- ✓ la condotta "Met. Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna" DN 900 (36") DP 75 di lunghezza pari a circa 32 km, che prevede:
 - N.6 Punti di Intercettazione Linea (PIL) ubicati lungo il tracciato per intercettare e sezionare il gasdotto in base alla cadenza prescritta dal D.M. 17/04/2008,
 - N.1 Area Trappola in adiacenza al Nodo di Ravenna (Impianto n. 693) con installazione della stazione di lancio/ricevimento pig per il controllo e pulizia della condotta (lato terra sul Metanodotto Collegamento PDE FSRU Ravenna al Nodo di Ravenna DN 900 (36") DP 75 bar).

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 galleggianti, valutando la frequenza di impatto prevista e, quindi, la possibilità di danno delle strutture interessate.

In particolare, l'analisi ha interessato:

- ✓ Le condotte sottomarine che collegano l'FSRU a terra;
- ✓ La FSRU.

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.

Sono infine indicate all'interno dello studio possibili misure mitigative che, qualora adottate, consentirebbero una ulteriore riduzione della frequenza di interazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

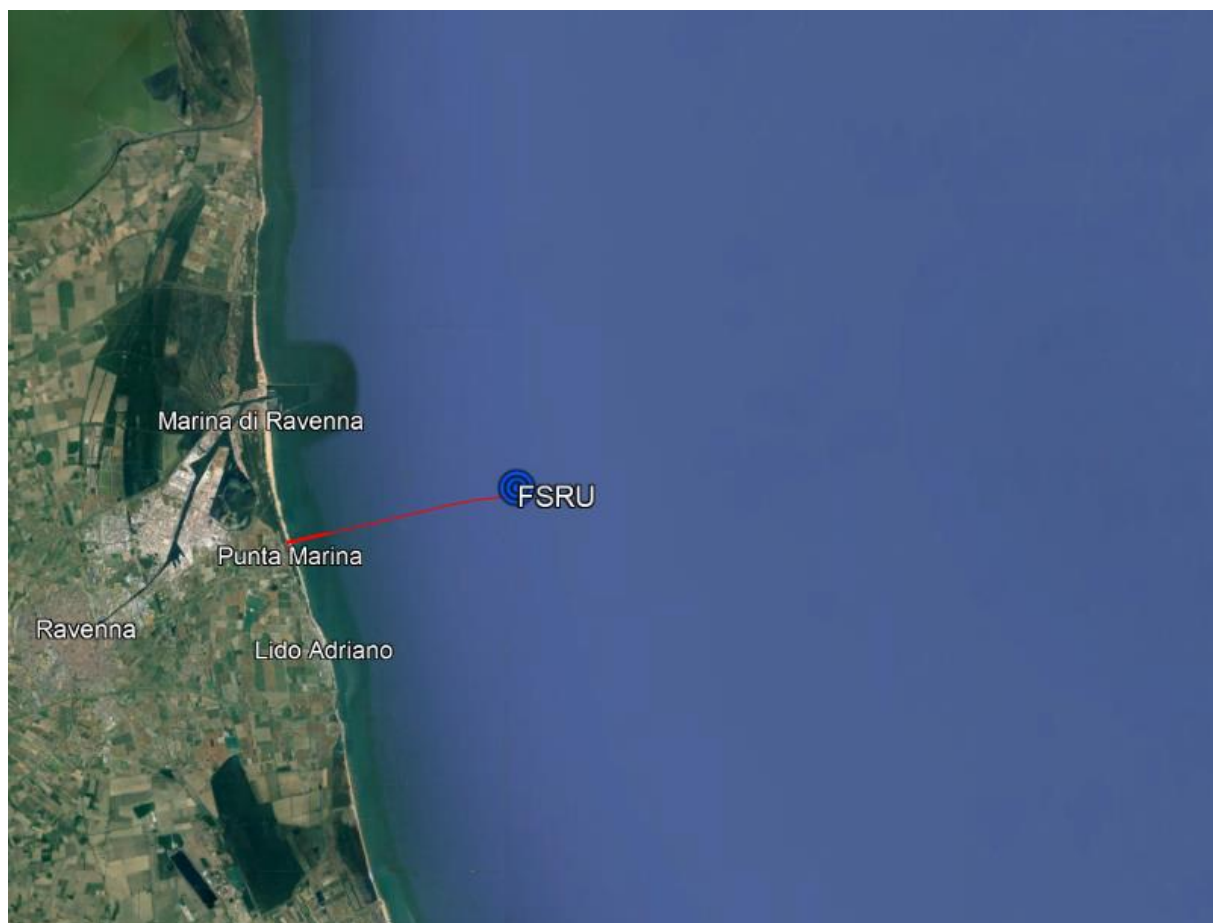


Figura 1-1: Posizione FSRU

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

2 METODOLOGIA

2.1 Identificazione degli scenari di interazione

Nella presente analisi sono stati analizzati tipici scenari incidentali dovuti all'interazione che il traffico marittimo può avere sia con le condotte sottomarine e sia con la FSRU.

In particolare, gli eventi incidentali che possono comportare un danno per FSRU e pontile sono rappresentati da urti di vario tipo con le navi in transito, mentre per le strutture sottomarine tali eventi possono essere legati a:

- ✓ 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.

2.2 Calcolo delle frequenze di interazione

2.2.1 Analisi del traffico marittimo

Il traffico marittimo nella zona è stato definito sulla base di dati AIS (Automatic Identification System). L'AIS 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 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.

Il campione di dati per l'area di interesse per l'anno solare 2021 contiene circa 2.200.000 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 2-1):

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- 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 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 Figura 2-1 riporta il diagramma di flusso completo che descrive la procedura di elaborazione dei dati AIS.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

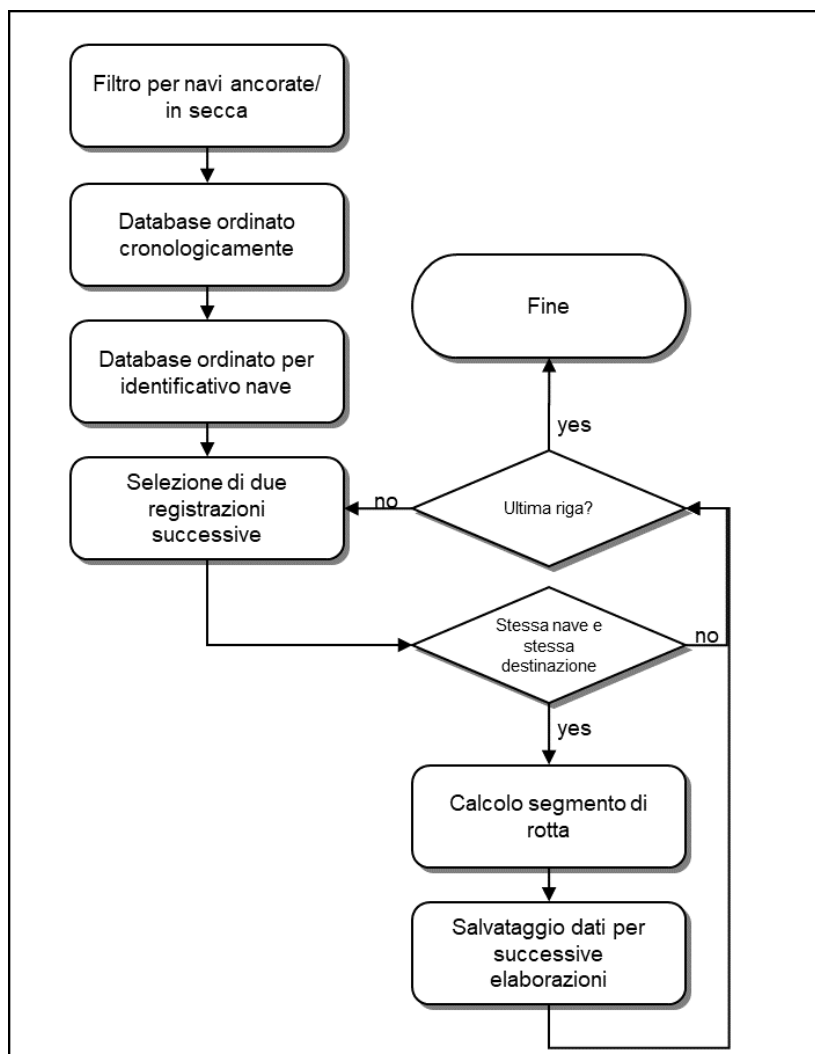


Figura 2-1: Passi della routine automatica per l'elaborazione dei dati AIS

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

2.2.2 Interazione con l'installazione galleggiante

La frequenza di impatto con l'installazione galleggiante si calcola come [01]:

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

Dove:

- ✓ i: indice identificativo di una specifica classe di navi;
- ✓ N_i : frequenza annuale di passaggi nave della i-esima classe nelle vicinanze dell'installazione considerata (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 l'installazione;
- ✓ P_3 : probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative.

Come riportato in [01], danni all'FSRU dovuti ad impatti con navi possono essere dovuti a diverse cause. Di quelle descritte in [01], nella presente analisi si considera la collisione con imbarcazioni che transitano nelle vicinanze (siano essi mercantili, supply vessel o navi per il trasporto di persone).

Di seguito è riportata la stima dei vari termini per il computo della frequenza di impatto per l'installazione.

2.2.2.1 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 2.2.1.

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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

2.2.2.2 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 $2 \cdot 10^{-4}$ [01].

2.2.2.3 Probabilità geometrica di impatto con l'installazione galleggiante (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 sia 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 [01].

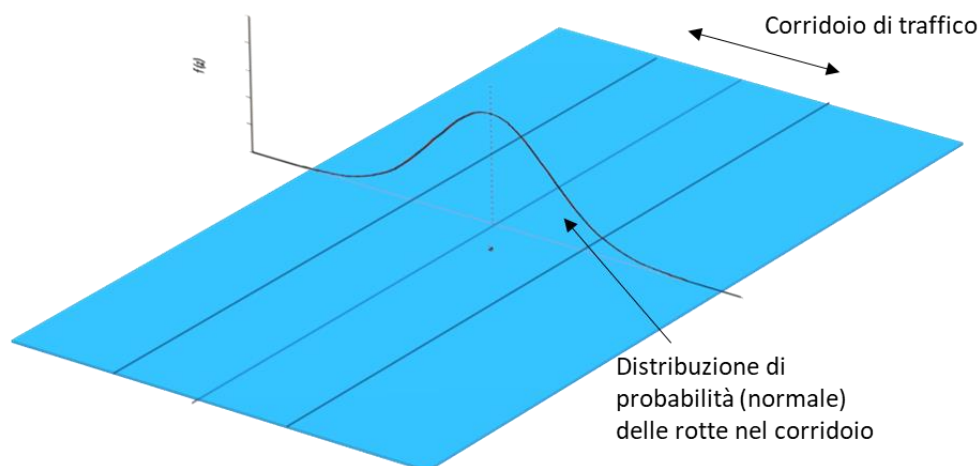


Figura 2-2: Distribuzione normale della posizione delle rotte all'interno del corridoio

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 [01]:

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

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.

La Figura 2-3 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.

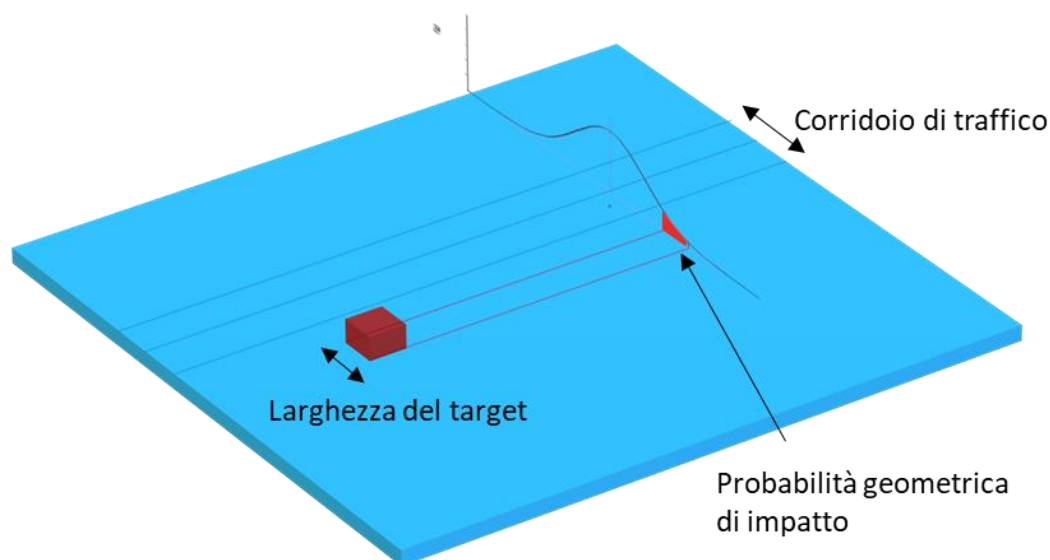


Figura 2-3: Probabilità di entrare in rotta di collisione (area in rosso sottesa dalla distribuzione di probabilità)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

2.2.2.4 Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative

A seconda del caso specifico possono essere presenti dei sistemi (barriere) che contribuiscono ad evitare l'impatto tra nave e target (aereogeneratori). In linea di principio, il termine P_3 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 dell'installazione;
- ✓ L'utilizzo di sistemi di segnalamento marittimo;
- ✓ Zona di interdizione alla navigazione attorno all'installazione.

P_3 è pari ad uno se non sono presenti barriere [01].

2.2.3 Interazione con le condotte sottomarine

2.2.3.1 Dati di input

È opportuno ricordare che gli eventi che possono comportare un danno alla condotta 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 [02].

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 [03]) è stata divisa per il numero medio di giorni di navigazione di una nave porta container (298 giorni [03]). La

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

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 [01] 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 della condotta sottomarina.

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 calcolato come di seguito, mediante il metodo descritto in [04] per la valutazione della probabilità di errore di un operatore in una sala controllo.

Lo standard DNV definisce come errore umano l'esecuzione dell'ancoraggio di emergenza senza aver superato l'area interdetta a tale operazione, la cui probabilità (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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

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.

2.2.3.2 Frequenza di affondamento

La frequenza di impatto tra una eventuale nave in affondamento e la condotta sottomarina si ottiene applicando la relazione seguente [01]:

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

Dove μ è la frequenza di affondamento di una nave (il cui valore è stato definito al paragrafo 2.2.3.1) 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 la condotta sottomarina. La frequenza totale di interazione tra condotta sottomarina e navi in affondamento è quindi pari alla somma dei contributi delle singole navi la cui rotta interseca la condotta sottomarina.

2.2.3.3 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 la condotta sottomarina 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 la condotta sul fondale marino si calcola con l'equazione seguente:

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

2.2.3.4 Frequenza di interazione con ancore

Come sottolineato al paragrafo 2.2.3.1, l'interazione tra ancora e condotta sottomarina 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 la condotta) o per agganciamento (nella fase di trascinamento, l'ancora una volta sul fondale urta e aggancia la condotta).

La frequenza di interazione tra un'ancora e la condotta 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 $L_{trascinamento}/v_k$ definisce la probabilità di interazione geometrica tra ancora e condotta sottomarina. La lunghezza di trascinamento dell'ancora è legata alla stazza (GRT) della nave come riportato nella Tabella seguente.

Tabella 2-1: Informazioni relative ad ancora 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÷1.600	1.440	1,2	50
1.600÷10.000	3.060	1,7	100
10.000÷60.000	8.700	2,4	500
60.000÷100.000	17.800	3,1	1.000
>100.000	26.000	3,4	1.000

2.2.3.5 Frequenza di interazione con navi da pesca

Danni alle condotte 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

La frequenza di interazione tra reti a strascico la condotta è stata valutata sulla base dei risultati dell'analisi del traffico marittimo nelle zone di interesse. Conservativamente ogni evento di crossing con la condotta sottomarina 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 la condotta sottomarina.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

3 ASSUNZIONI E IPOTESI ALLA BASE DEI RISULTATI

3.1 FSRU

Sono state considerate le seguenti assunzioni/ipotesi:

- ✓ 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, ossia 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;
- ✓ Per poter calcolare la frequenza annuale di passaggi nave (N_i), si è reso necessario aggiornare il traffico registrato nell'arco dell'anno 2021 alla situazione ipotetica di presenza dell'installazione; nella pratica, l'aggiornamento è stato effettuato contando il numero di rotte intersecanti la posizione prevista per l'installazione e redistribuendo questi passaggi nave nei tratti dove in futuro sarà effettivamente possibile (e ragionevolmente ipotizzabile) la navigazione;
- ✓ Per la valutazione della frequenza di interazione tra installazione e il traffico marittimo passante esternamente, 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 descritta;
- ✓ 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 valutazioni 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;
- ✓ È stato considerato che attorno all'installazione sia presente una zona interdetta alla navigazione; intorno al perimetro dell'installazione è stata assunta una zona di interdizione alla navigazione di raggio pari a 1 km;
- ✓ Come ingombro per l'FSRU è stata considerata la dimensione massima del pontile di accosto sul pelo dell'acqua, ossia 350 m;
- ✓ I termini che concorrono alla definizione della frequenza di interazione definiti al paragrafo 2.2.2 sono stati assunti come di seguito:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

- a. Probabilità di perdita di controllo della nave (P_1) = $2 \cdot 10^{-4}$ [01];
- b. Probabilità di fallimento di eventuali barriere mitigative (P_3) = 1.

3.2 Condotta sottomarina

Sono state considerate le seguenti assunzioni/ipotesi:

- ✓ Per quanto riguarda l'interazione con strumenti da pesca (reti a strascico), per ogni rotta intersecante la condotta sottomarina, relativa ad imbarcazioni di questa tipologia, è stata assunta per certa l'interazione;
- ✓ Sulla base dell'ipotesi al punto precedente, è quindi possibile stimare in maniera diretta la frequenza di fallimento di ciascuna condotta 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;
- ✓ È stato ricavato il numero di passaggi nave, nonché la relativa distribuzione lungo i corridoi di traffico, che intersecherebbero la condotta nella configurazione di progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

4 RISULTATI

4.1 Traffico marino

4.1.1 Distribuzione rotte in assenza dell'FSRU

L'analisi del traffico marittimo nell'area prevista per l'installazione è stata effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati di traffico navale rilevato dai tracciati AIS e condotta su un'area di circa 1.300 km² intorno alla posizione dell'FSRU.

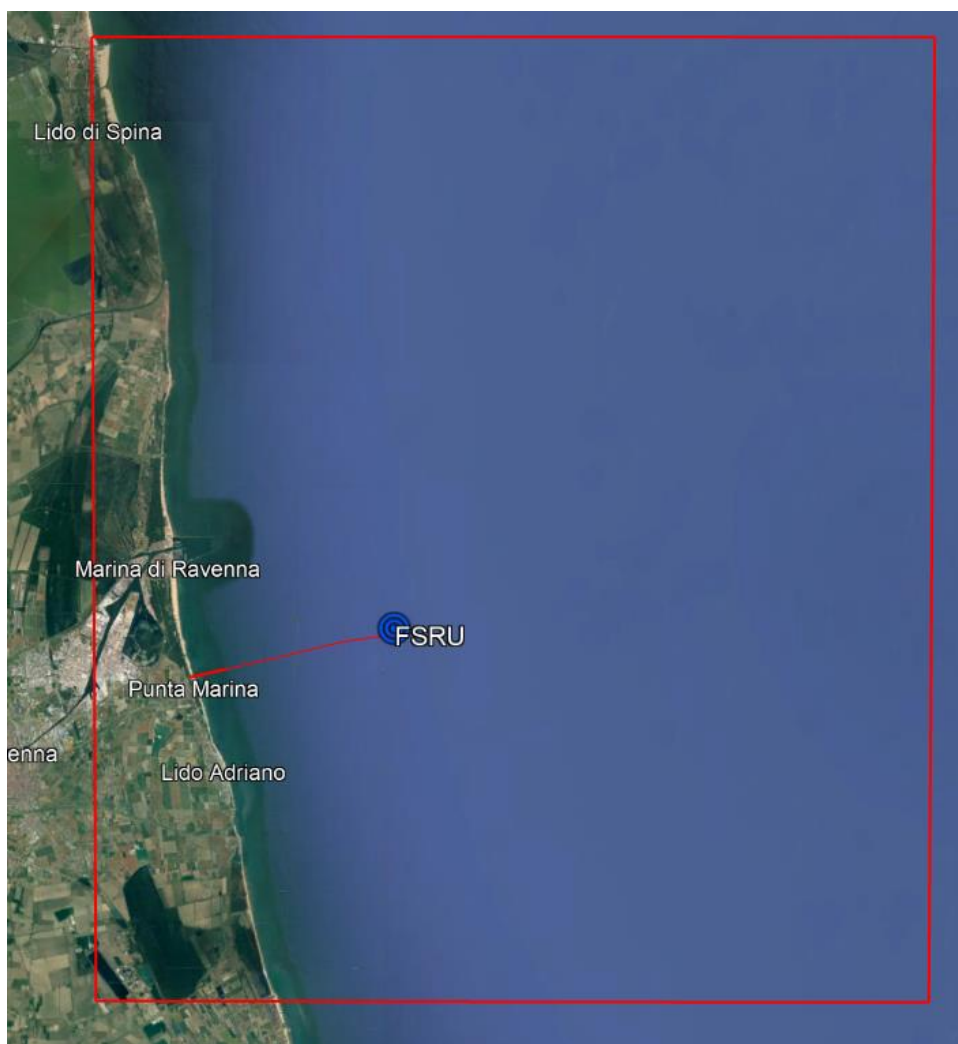


Figura 4-1: Identificazione dell'area di interesse

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 35	Rev. 0







Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

In Tabella 4-1 sono dettagliate le classi di stazza utilizzate per suddividere il traffico marittimo, mentre in Tabella 4-2 sono riportati i colori usati per tracciare le rotte appartenenti alle differenti classi GRT.

Tabella 4-1: Stazza delle navi e corrispondente classe GRT assegnata

GRT (tonn)	Classe GRT
< 1500	1
1.500-5.000	2
5.000-10.000	3
10.000-30.000	4
30.000-60.000	5
> 60.000	6
NULL	NULL

Tabella 4-2: 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 4-2, Figura 4-3, Figura 4-4, Figura 4-5, Figura 4-6, Figura 4-7).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

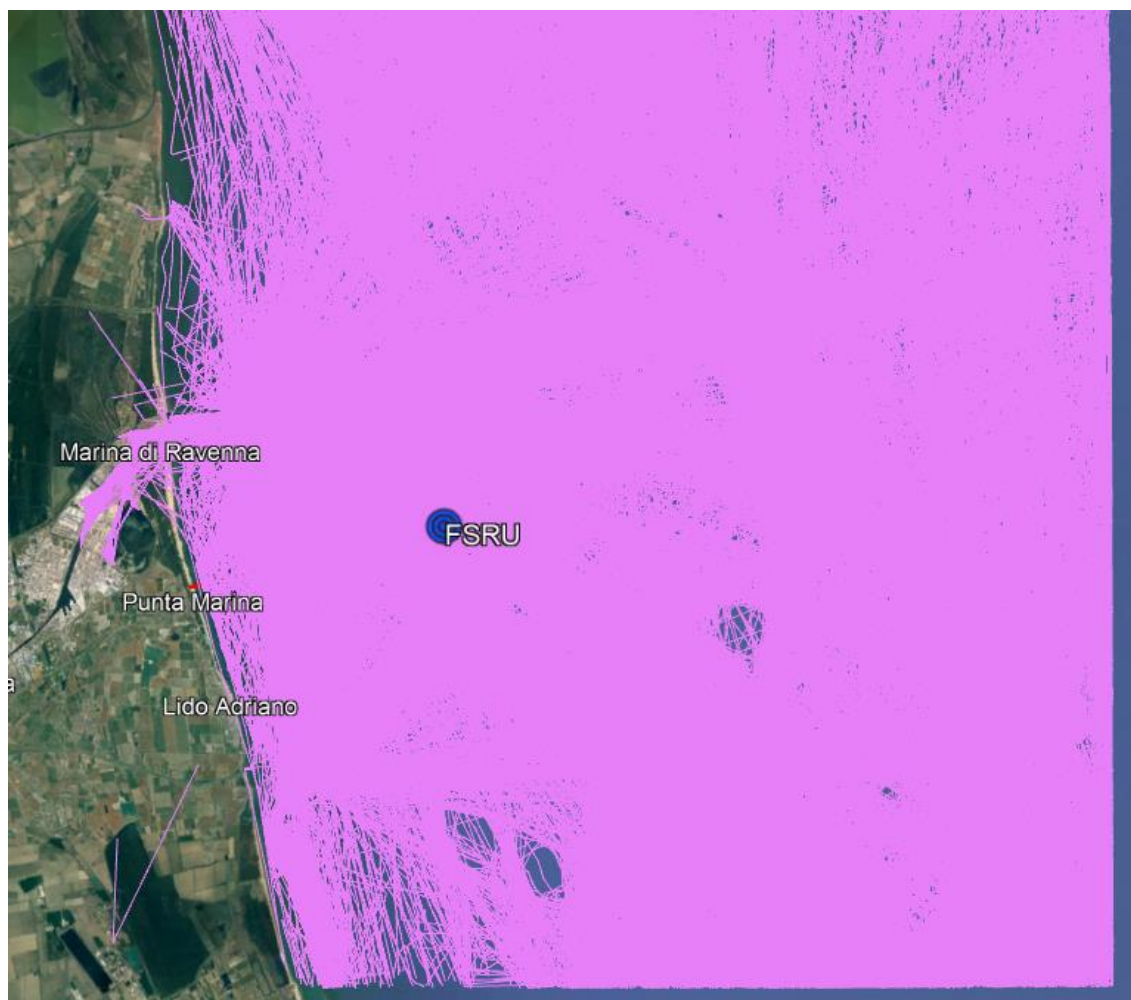


Figura 4-2: Traffico marittimo 2021 - GRT 1

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

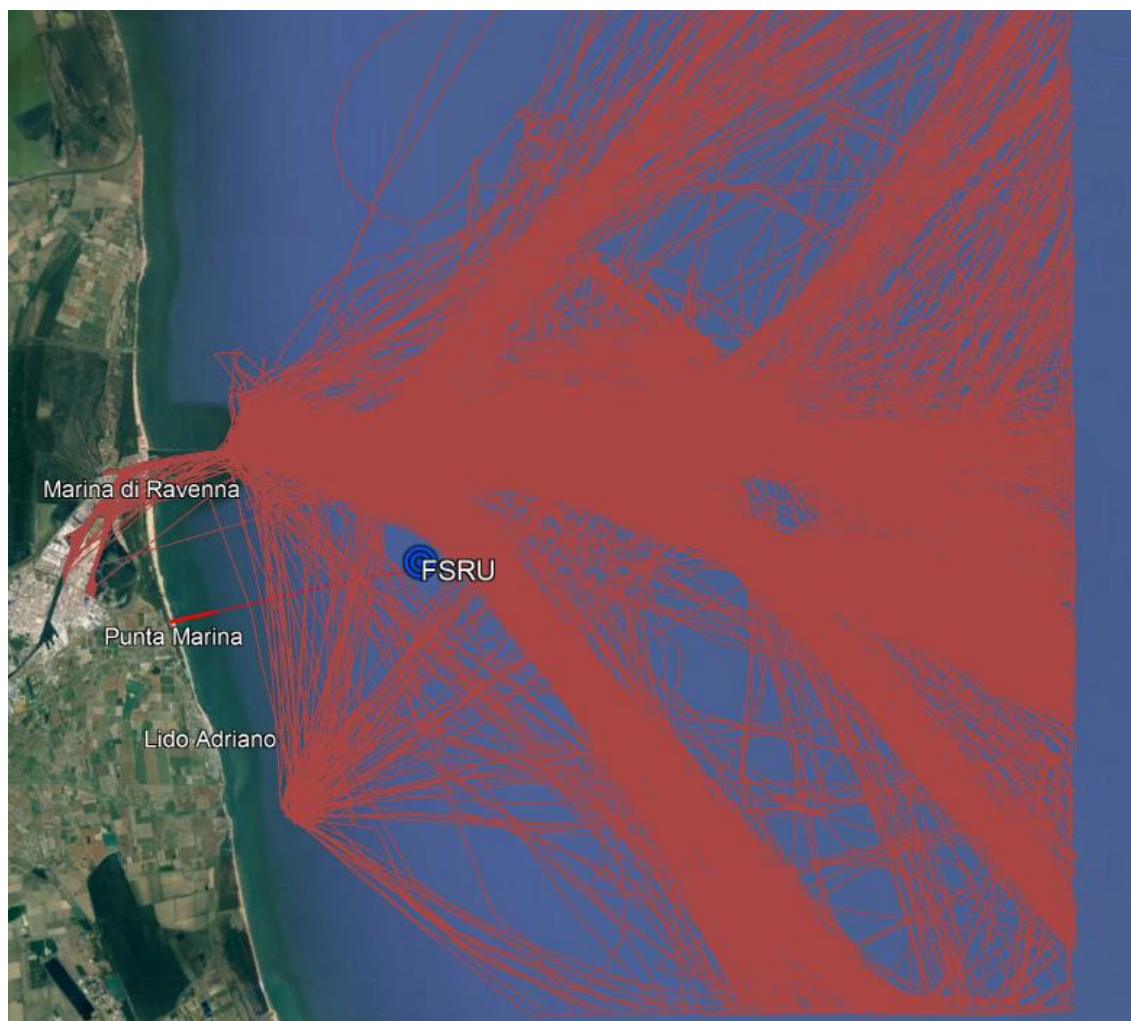


Figura 4-3: Traffico marittimo 2021 - GRT 2

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

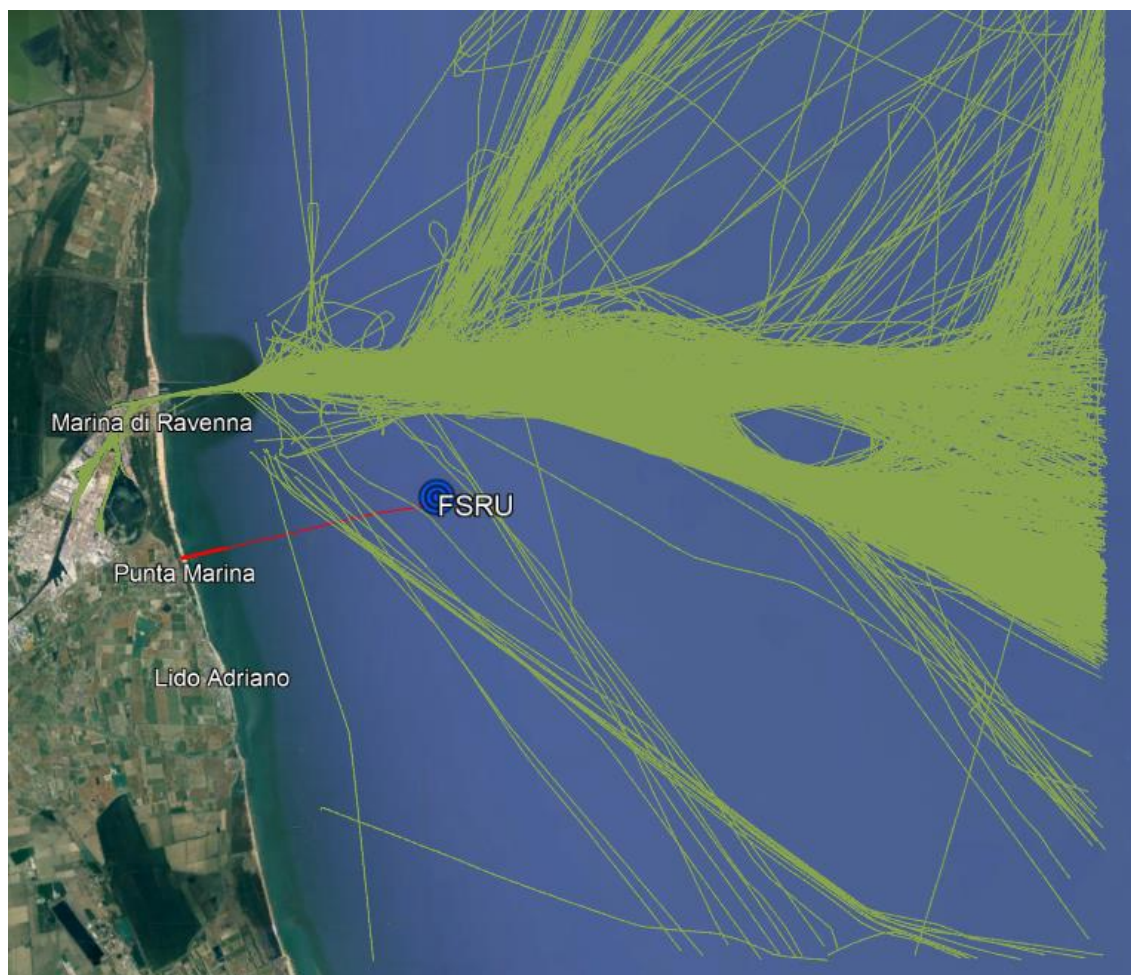


Figura 4-4: Traffico marittimo 2021 - GRT 3

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

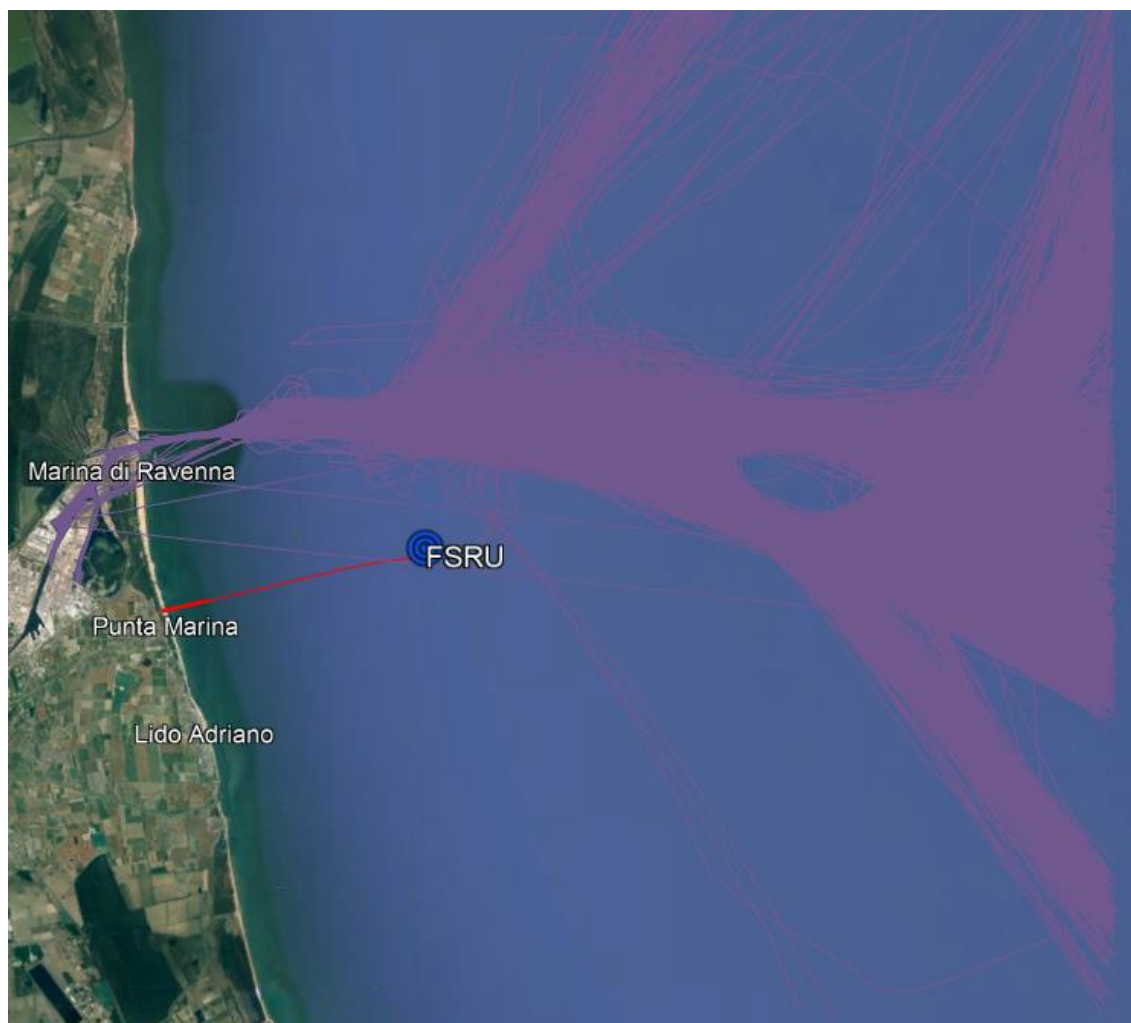


Figura 4-5: Traffico marittimo 2021 - GRT 4

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

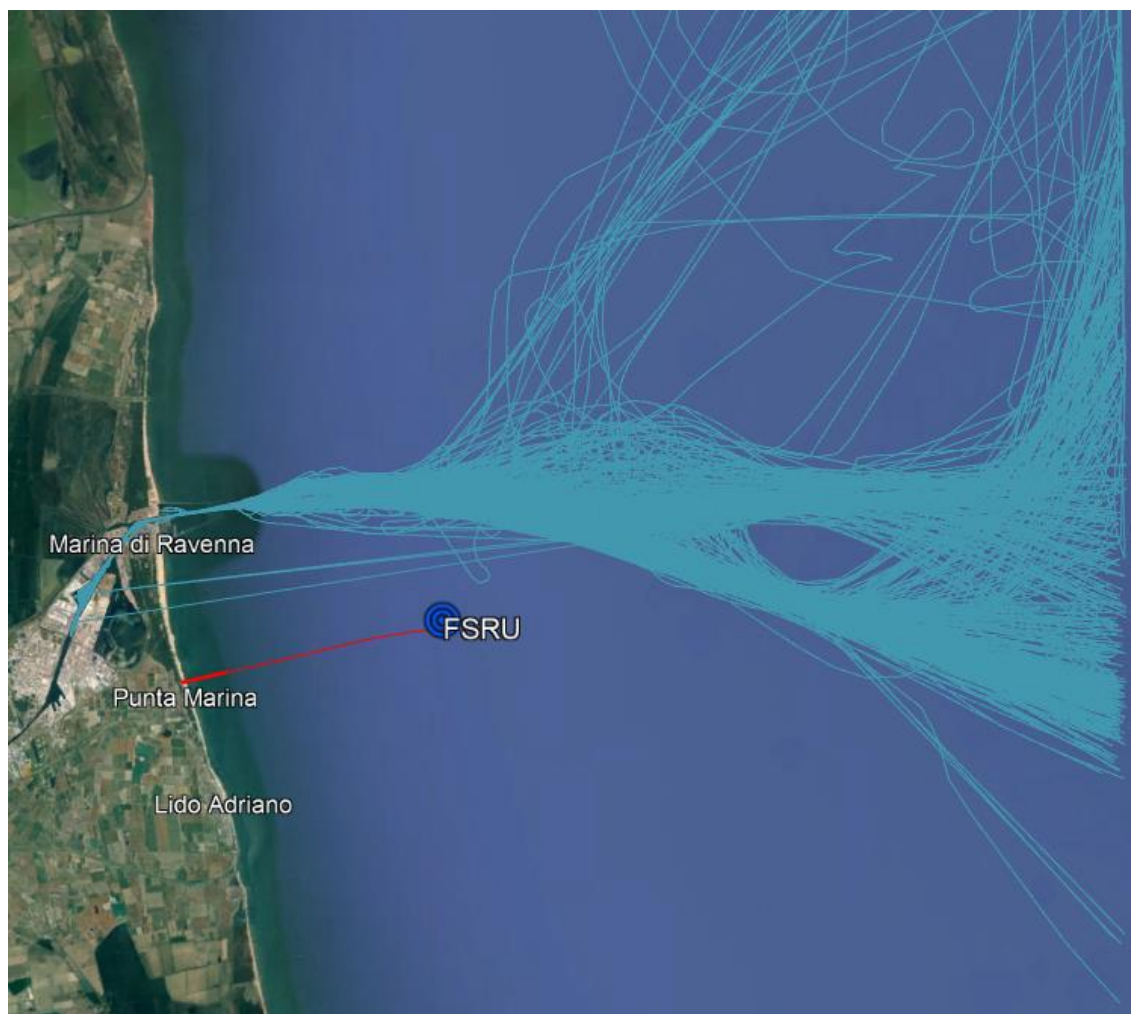


Figura 4-6: Traffico marittimo 2021 - GRT 5

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

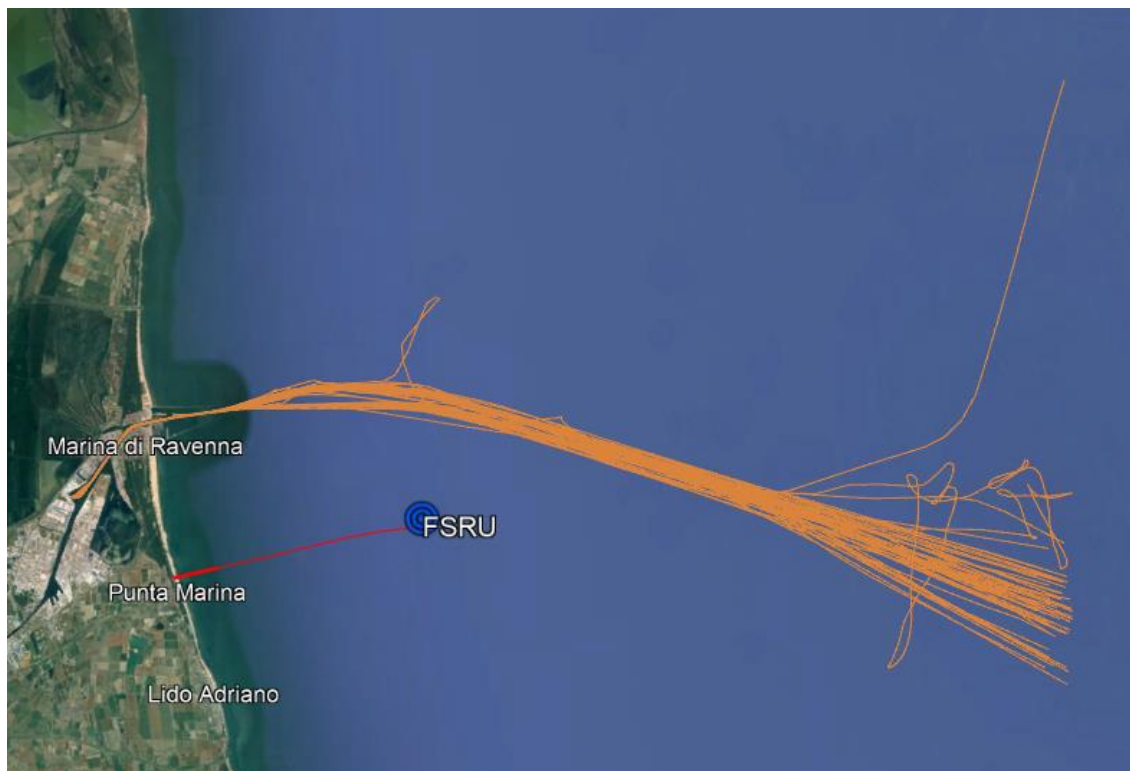


Figura 4-7: Traffico marittimo 2021 - GRT 6

Osservando le figure riportate sopra si può notare che per quanto riguarda la classe GRT 1 è difficile identificare dei corridoi principali, ma le rotte sono distribuite in tutta l'area considerata senza apparenti corridoi o direzioni principali.

Per quanto riguarda invece le altre classi GRT, il corridoio principale più trafficato è la direttrice di ingresso e uscita dal porto di Ravenna che passa a Nord della posizione dell'FSRU, attualmente in vigore nell'area a mare antistante il Porto di Ravenna.

4.1.2 Distribuzione rotte in seguito all'installazione dell'FSRU

In seguito all'installazione dell'FSRU sono stati ipotizzati 9 corridoi di traffico (Figura 4-8, Figura 4-9):

- ✓ Corridoi 1, 2, 3, 4: Corridoi a Nord, Est, Sud e Ovest dell'FSRU per la sola classe GRT 1;
- ✓ Corridoi 5, 6, 7, 8: Corridoi a Nord, Est, Sud e Ovest dell'FSRU per la sola classe GRT 2;
- ✓ Corridoio 9: ingresso e uscita dal porto di Ravenna (classi GRT 2, 3, 4, 5, 6).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8



Figura 4-8: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classe GRT
1



Figura 4-9: Corridoi di traffico in seguito all'installazione dell'FSRU per la classi GRT
2, 3, 4, 5, 6

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

4.2 Frequenze di interazione

4.2.1 FSRU

4.2.1.1 Volumi di Traffico al 2021

Sulla base delle ipotesi fatte al paragrafo precedente, la frequenza di interazione del traffico marittimo con l'FSRU è stata calcolata rispetto ai principali corridoi di traffico lungo cui le rotte sono state assunte disporsi una volta che l'FSRU sarà installata.

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

La frequenza totale di interazione con l'FSRU è pari a $1,9E-04$ eventi/anno.

Questo contributo di frequenza è dato per il 99% dalle navi di piccola stazza (GRT 1) in quanto, il corridoio di entrata e uscita dal porto di Ravenna non interferisce con la posizione dell'FSRU.

4.2.1.2 Entrata in vigore Ordinanza n. 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna

Si evidenzia che è stata recentemente approvata l'Ordinanza n. 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna, la quale prevedrà un nuovo schema di regolamentazione del traffico da/verso il Porto di Ravenna a partire dalla seconda metà del 2022; in particolare l'Ordinanza prevede la definizione di corridoi di ingresso e di uscita dal porto per tutte le navi con stazza lorda superiore a 300 GT come definito nel seguente schema di separazione del traffico.

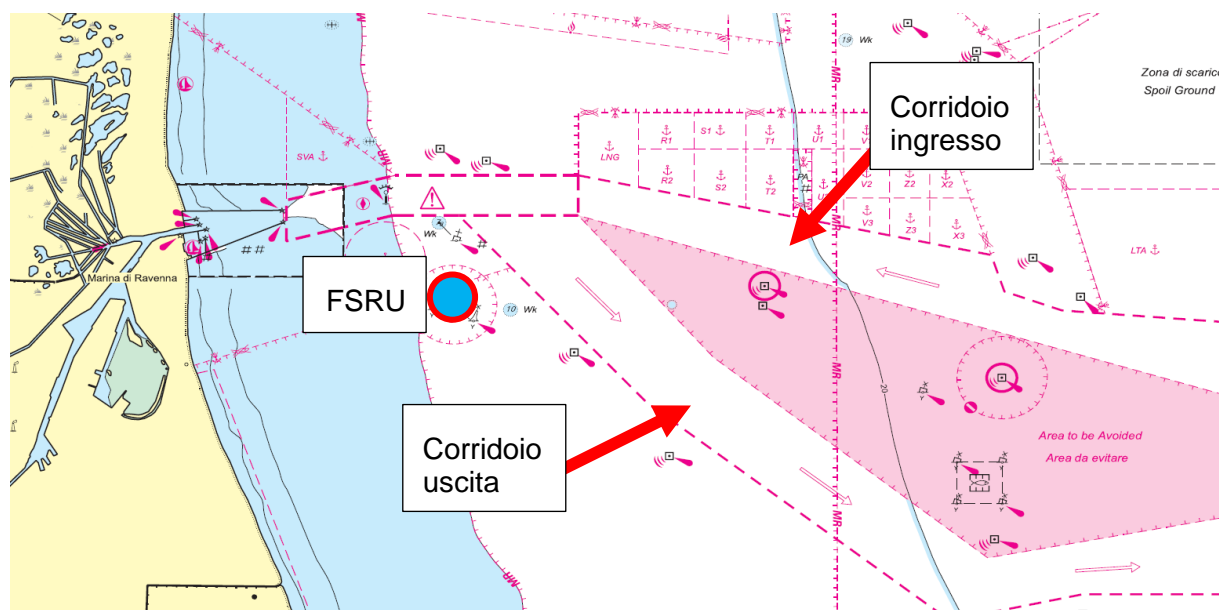


Figura 4-10: Schema di separazione del traffico

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

Con l'entrata in vigore dell'Ordinanza il traffico marittimo si disporrebbe in maniera leggermente diversa da quanto avviene attualmente (e riportato nella presente relazione). In particolare:

- ✓ Classe GRT 1: il traffico rimane invariato in quanto è talmente diffuso che non si è in grado di identificare dei corridoi principali;
- ✓ Classe GRT 2: il traffico rimane invariato in quanto le rotte sono già disposte in questa configurazione;
- ✓ Classi GRT 3, 4, 5, 6: il traffico che inizialmente è stato disposto nel corridoio n. 9 è stato ricollocato suddividendo le navi in ingresso da quelle in uscita dal porto di Ravenna. In dettaglio, le navi in ingresso al porto di Ravenna sono state lasciate nel corridoio n. 9, mentre le navi in uscita sono state ricollocate nel corridoio n. 6 (inizialmente adibito solo alle navi di classe GRT 2)

Considerando il ricollocamento del traffico appena descritto la frequenza di interazione dell'FSRU rimane pari a $1,9E-04$.

Nonostante alcune rotte siano state avvicinate alla posizione dell'FSRU, non si ottiene un innalzamento della frequenza di impatto in quanto, come specificato nel capitolo precedente, il contributo totale della frequenza di impatto era dato per il 99% dalle navi di classe GRT 1 che non vengono ricollocate in seguito alla possibile entrata in vigore dell'ordinanza 32/2022.

4.2.2 Condotta sottomarina

Sulla base dell'elaborazione dei dati AIS, per la condotta sottomarina oggetto del presente studio è stata calcolata la frequenza di interazione con attività esterne legate al traffico marittimo nelle zone interessate.

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

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

- ✓ Frequenza di interazione, per KP di condotta, con navi in affondamento, caduta di ancore o caduta di container (Tabella 4-3, Figura 4-11);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

Tabella 4-3: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo

KP	Frequenza interazione con navi in affondamento [ev / km / anno]	Frequenza interazione con caduta container [ev / km / anno]	Frequenza interazione con ancoraggi [ev / km / anno]
0 (FSRU)	7,03E-08	2,01E-09	2,78E-08
1	5,45E-07	8,54E-09	1,67E-07
2	1,58E-06	5,43E-09	3,73E-07
3	7,57E-07	8,57E-09	2,53E-07
4	3,88E-07	2,42E-08	2,53E-07
5	7,82E-07	6,22E-09	3,67E-07
6	6,86E-07	6,13E-08	2,67E-07
7	1,19E-07	1,80E-09	1,41E-07
8 (TERRA)	1,37E-07	5,90E-19	2,55E-07

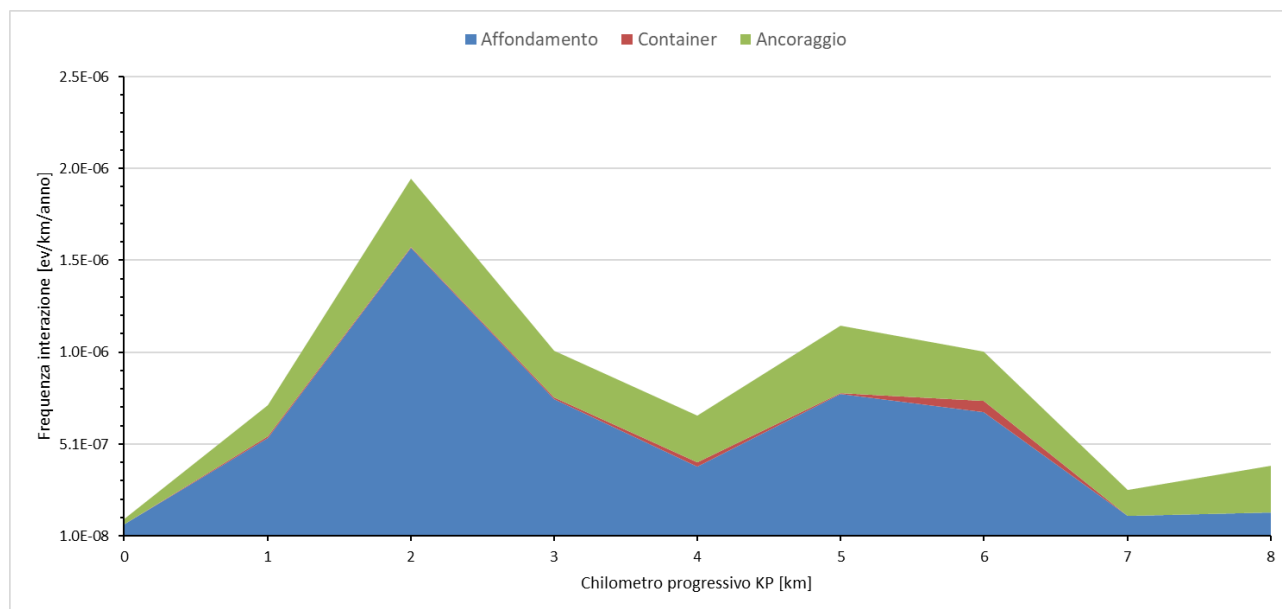


Figura 4-11: Frequenza di interazione con condotta per ciascun contributo legato al traffico marittimo

Tutto il percorso della condotta si trova in acque con profondità inferiori ai 50 m e, visto che, come da Reg. (CE) 1967/2006 art. 13, è vietata la pesca a strascico a profondità inferiori ai

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITÀ RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 34 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

50 m, tutti i passaggi di navi adibite alla pesca a strascico lungo l'intera condotta non sono state considerate possibili le interazioni tra reti a strascico e la condotta sottomarina.

Dall'analisi dei dati è possibile osservare che:

- ✓ Per tutti i KP di condotta, le cause di maggiore interazione sono l'affondamento della nave e l'ancoraggio accidentale;
- ✓ Il chilometro 2 (KP 2) è quello caratterizzato dalla maggior frequenza di rottura complessiva (7E-07 eventi / anno);
- ✓ La frequenza di rottura media della condotta è pari a 8E-09 eventi/anno.

4.3 Misure Mitigative

Sebbene gli standard internazionali non identifichino un valore limite per la frequenza di interazione, si precisa che le valutazioni di cui sopra sono state conservativamente condotte prevedendo l'assenza di misure mitigative che, se attuate, porterebbero ad una ulteriore riduzione della frequenza di interazione.

Per quanto concerne la FSRU, ad esempio, non sono state considerate ai fini dell'analisi:

- ✓ l'adozione di un limite di velocità delle navi in transito in prossimità dell'installazione. A riguardo, sarà definita una zona di interdizione alla navigazione, di concerto con le Autorità;
- ✓ L'utilizzo di sistemi di segnalazione marittima. In tal senso, la struttura di accosto risulta già esistente e sarà comunque dotata degli opportuni sistemi di segnalazione.

Relativamente alla condotta, secondo quanto riportato nel documento DNV ST-F101, è necessario prevedere una protezione aggiuntiva o un interrimento solo nel caso in cui la frequenza di rottura sia superiore a 1E-05 eventi all'anno. La presente condotta ha una frequenza di interazione massima pari a 7E-07 e pertanto tale protezione aggiuntiva non è richiesta.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22178	UNITÀ -
	LOCALITA' RAVENNA	REL-BAS-E-09006	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 35 di 35	Rev. 0

Rif. RINA: P0031312-7-2-H8

5 RIFERIMENTI

- [01] Risk Assessment of Pipeline Protection, Recommended Practice No. DNV-RP-F107
- [02] COST 301, 1988 – Shore Based marine navigation aid system
- [03] Review of maritime transport, 2010 - United Nations Conference on trade and development
- [04] Bello G.C., Colombari V., “The human factor in risk analysis of process plants: the control room operator model ‘Teseo’”, Reliability Engineering, 1980
- [05] <http://www.maersk.com/>