

TERMINALE GNL DI TARANTO
STUDIO DELLE MANOVRE, DEI RISCHI E
DELLA OPERATIVITA' DELL'ACCESSO
MARITTIMO

INTRODUZIONE

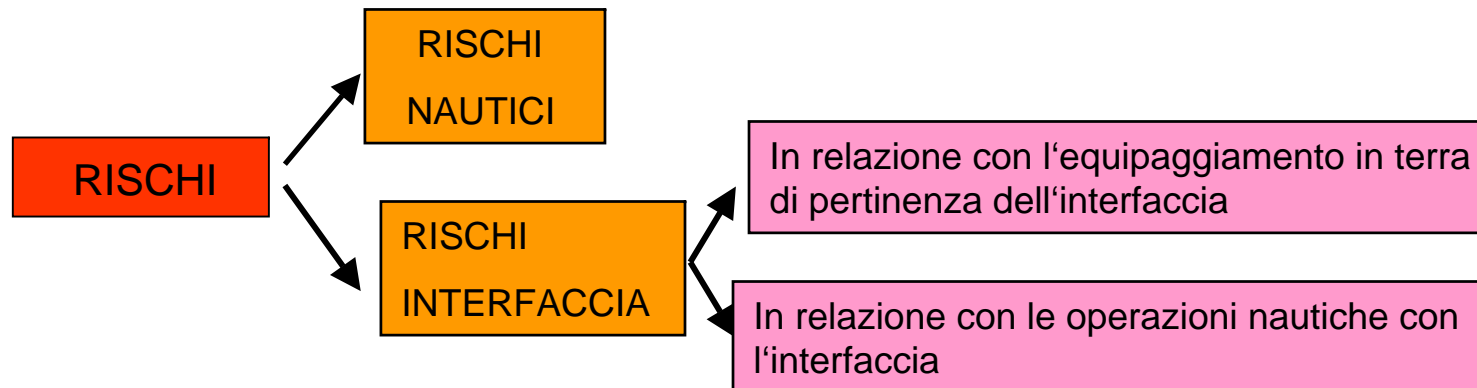
L'oggetto della seguente presentazione è quello di esporre e descrivere gli studi necessari per determinare la configurazione dell'area di navigazione e manovra in corrispondenza del nuovo terminale GNL nel porto di Taranto, Italia

SCOPO E CONTENUTI

- Valutare gli spazi d'acqua occupati dalle navi di progetto durante lo svolgimento delle manovre di avvicinamento e operative nel terminale, in accordo con i criteri di SICUREZZA definiti dalle principali normative e raccomandazioni in materia (PIANC / ROM 3.1 / EN 1532 / EN 1474 / EN 1473).
- Analizzare e determinare i periodi di operatività per quanto riguarda le manovre di avvicinamento attracco-ormeggio e funzionamento dell'interfaccia, verificando che risultino adeguate per l'UTILIZZAZIONE del terminale in accordo con i criteri raccolti nella ROM 3.1 e nella norma EN 1532.

SCOPO E CONTENUTI

- Effettuare uno studio dei Rischi accidentali, distinguendo quelli relativi all'interfaccia e quelli associati alle operazioni nautiche secondo le norme EN 1474 y EN 1532.

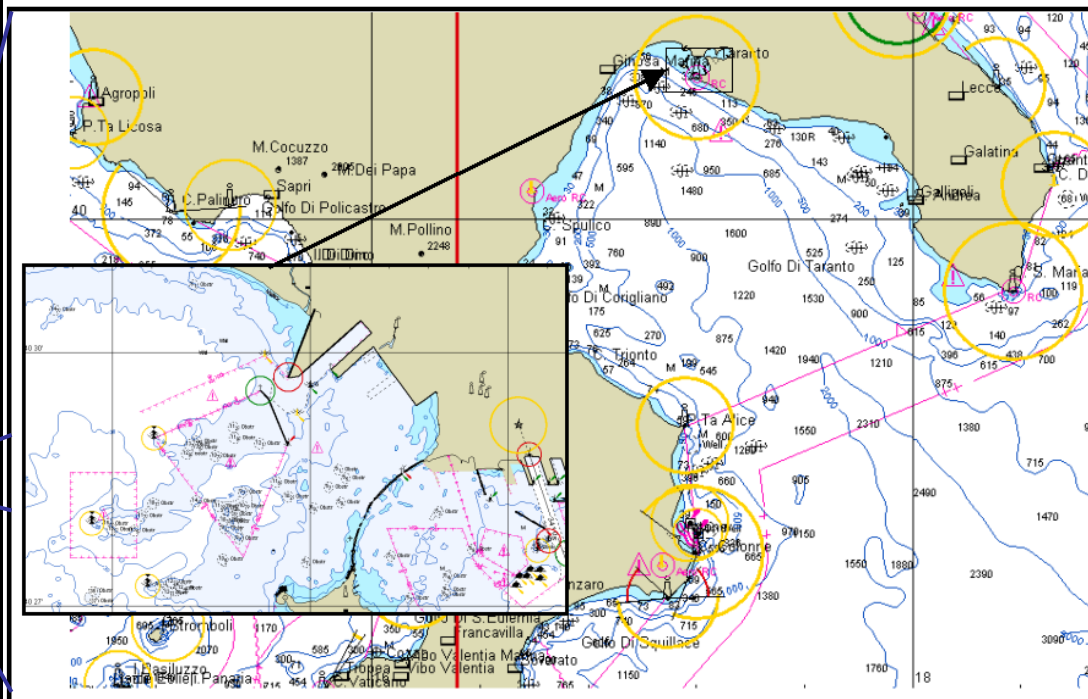


SCOPO E CONTENUTI

Il corretto dimensionamento di un area di navigazione e manovra determina , a partire dagli studi menzionati, i seguenti elementi:

- Configurazione geométrica degli spazi di acqua e aerei e la profondità che determinano.
- Determinazione della Vita Utile e del Rischio massimo ammissibile
- Condizioni Climatiche Limite idonee per la navigazione, operatività e permanenza dlla nave attraccata.
- Definizione delle zone di rischio, comportamenti e misure preventive
- Sistemi di segnalazione e gavitelli
- Requisiti di base del rimorchio
- Livelli di operatività dell'Accesso Marittimo

SITUAZIONE



East	17° 10' E
North	40° 10' N

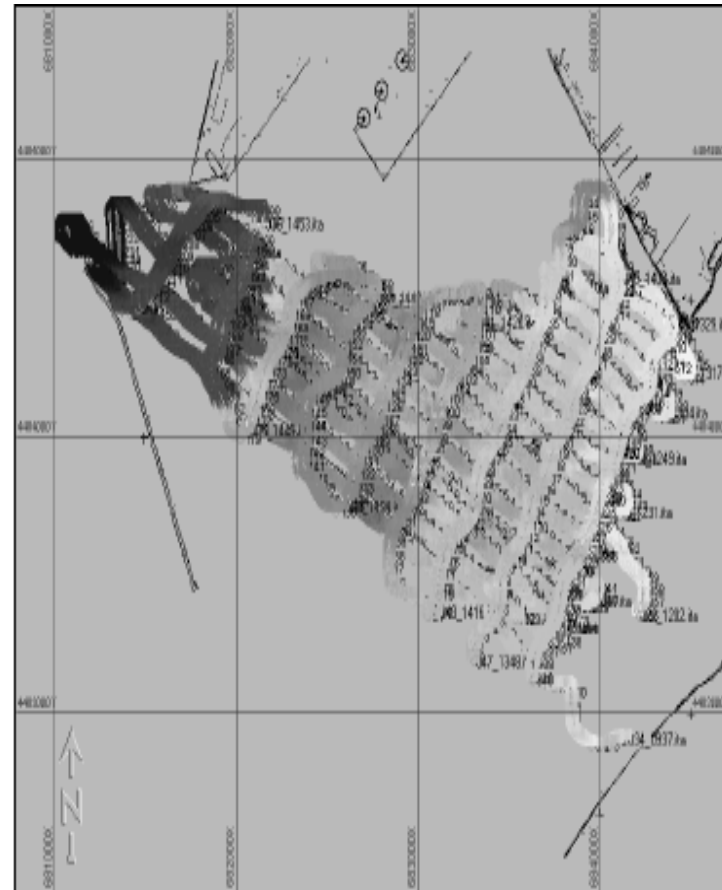
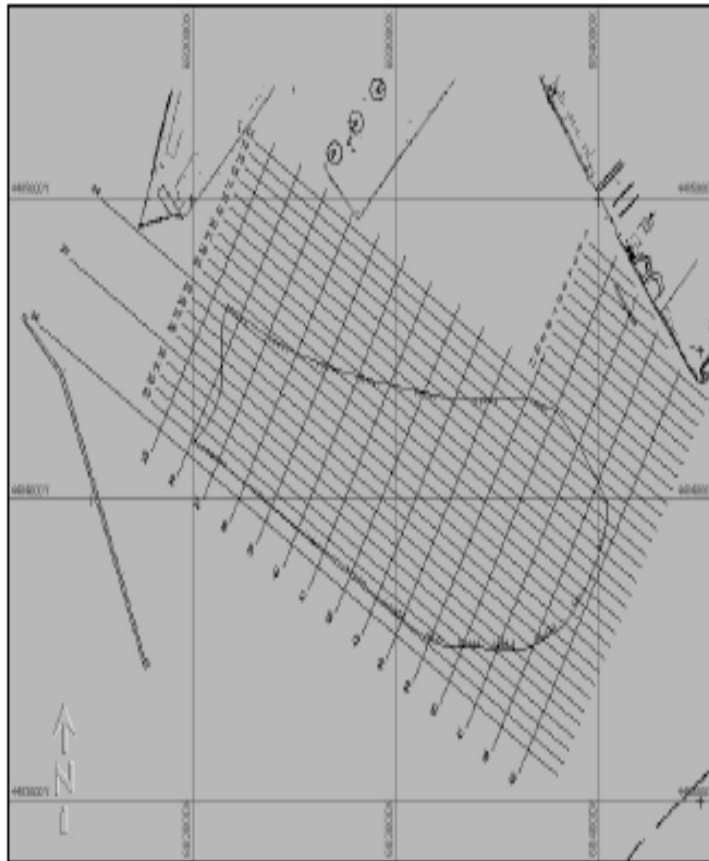
BATIMETRIA

Per conoscere le profondità e le caratteristiche morfologiche del suolo dove il terminale di rigassificazione e le aree di accesso marittimo saranno situate, lo svolgimento del progetto include uno studio batimetrico.

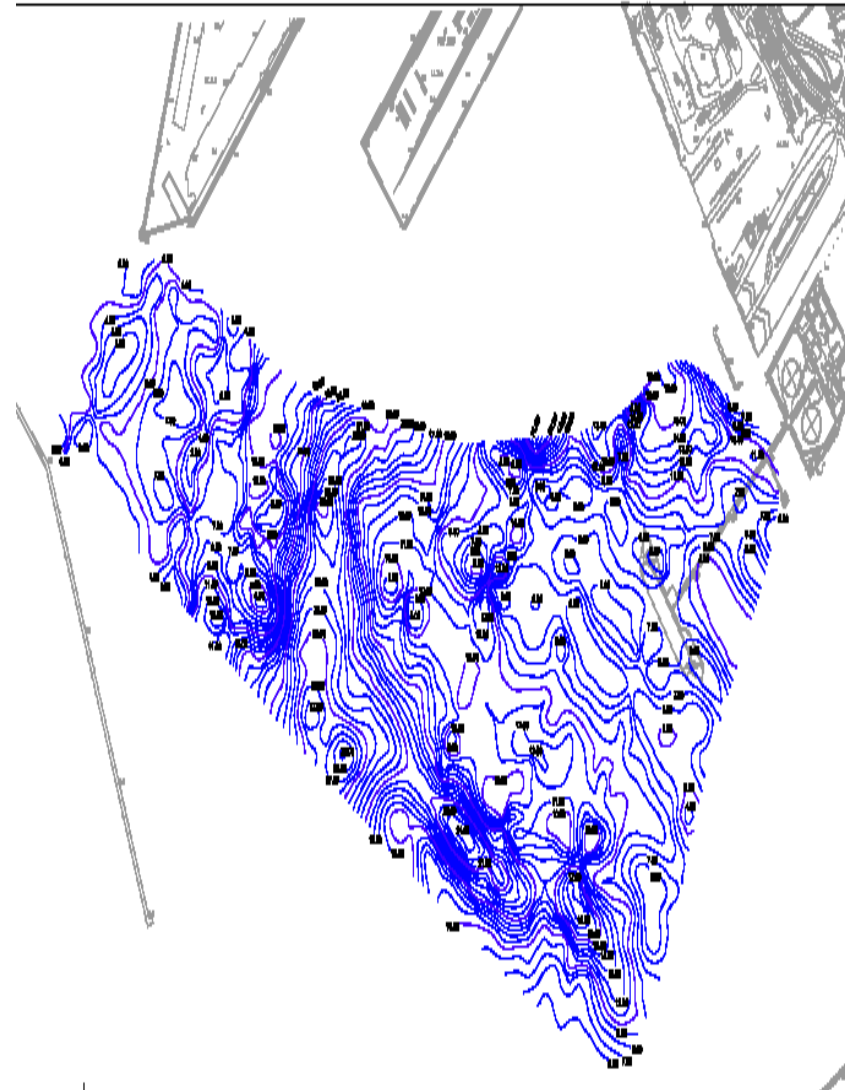
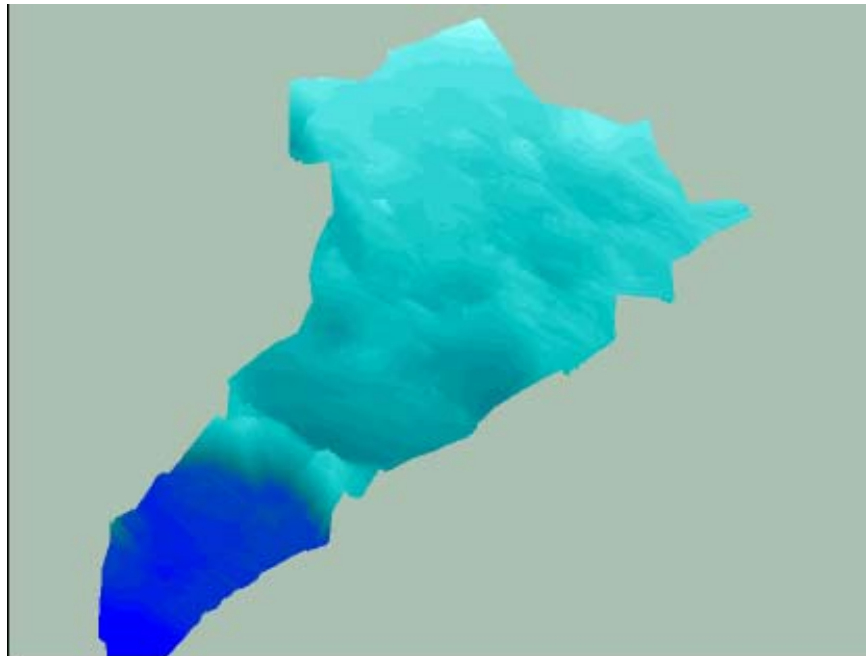
Gli elementi utilizzati per lo sviluppo di questo studio sono i seguenti:

- Riferimento topografico(Instituto Geografico Militare).
- Acquisizione e trattamento dei dati (Software Hypac Max)
- Attrezzature idrografiche
- Edizione cartografica

BATIMETRIA



BATIMETRIA



CLIMA MARITTIMO

FONTE DEI DATI

- Studio Meteo-Marino realizzato dalla Soc. Medea Engineering S.A. per il “Progetto Preliminare Terminale di Ricezione e Rigassificazione Gas Naturale Liquefatto (GNL). Taranto”
- United of Kindom Meteorological Office (UKMO). Registri continui delle direzioni del vento e delle onde per il periodo 2001-2004.

CLIMA MARITTIMO

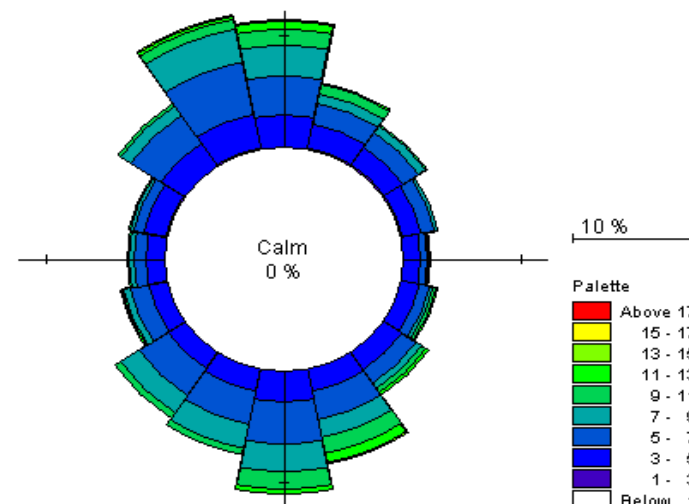
VENTO:

Questa zona si caratterizza per non avere una direzione del vento predominante, per quanto i venti provenienti da E e O siano molto poco frequenti. Per quanto riguarda la velocità del vento, si può osservare che nel 65% del tempo la sua velocità è nell'intervallo da 1 a 5 m/s.



coordinate geografiche : 40° N, 17,54° E

Rosa de viento, punto de medición U.K.M.



CLIMA MARITTIMO

ONDE

Acque profonde:

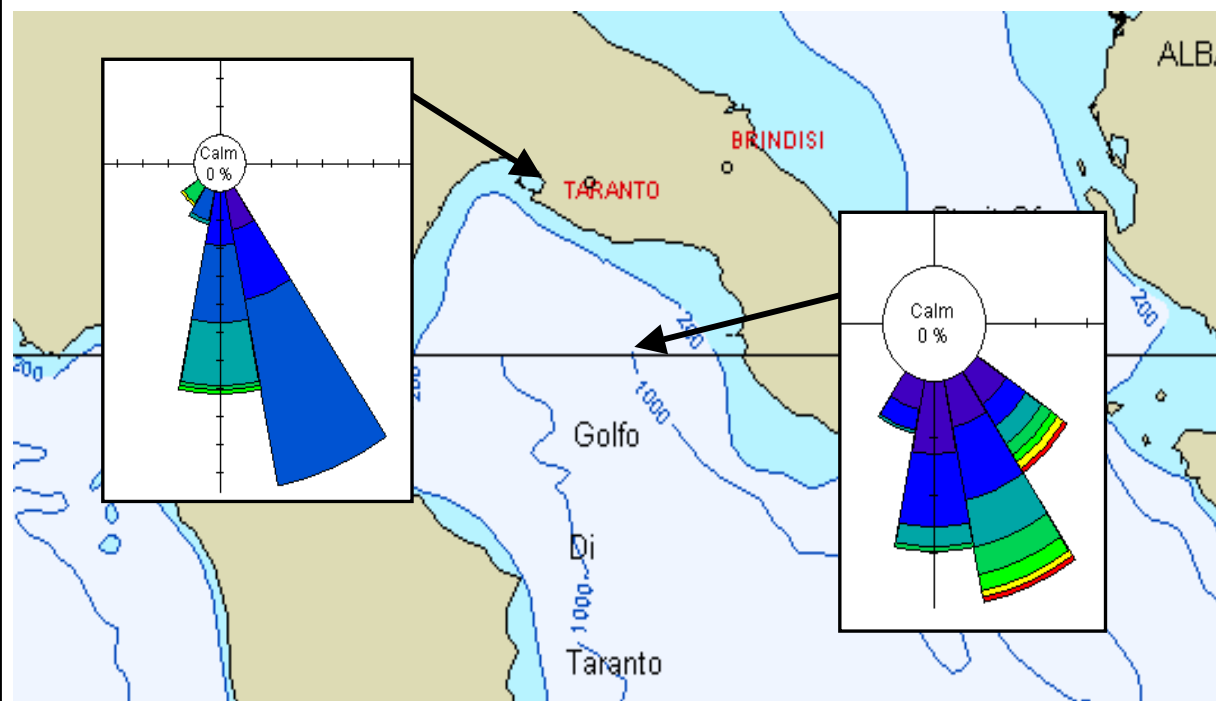
Per la caratterizzazione del regime medio dell'onda in acque profonde si parte da una registrazione continua (ogni 6 o 3 ore) di onda (mare e frangenti) in acque profonde durante gli ultimi anni (dal 200 al 2004) nella stessa posizione del punto di misurazione del vento, le cui coordinate geografiche sono : 40° N, 17,54° E.

CLIMA MARITTIMO

Propagazione e Agitazione:

➤ Il clima medio dell'onda in acque profonde, presenta con maggior frequenza onde proveniente dal settore SSE, per un tempo pari al 20.41% del tempo totale. Questo settore è quello dominante giacché in esso si concentra la maggior quantità di energia d'onda, raggiungendo altezze d'onda fino a 5 m.

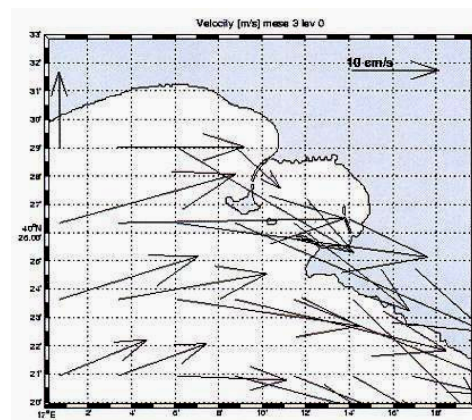
➤ Le onde dominanti nel Terminale sono quelle che arrivano da SSE, e la massima altezza d'onda che si raggiunge è di 0,9 m, mentre la sua frequenza di presenza è molto bassa, approssimativamente pari a 0,8 giorni all'anno.



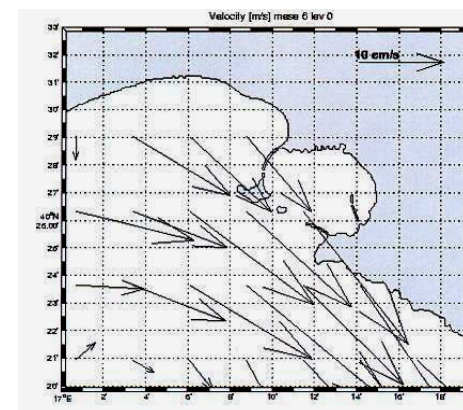
CLIMA MARITTIMO

CORRENTI

➤ Rispetto ai flussi di correnti prevedibili nell'ubicazione del Terminale, sono da attendersi velocità di corrente superficiale di un certo rilievo associate a venti forti dal settore S,N e NE. Questi venti producono nell'area dello studio correnti con senso E e SE con un ordine di grandezza di approssimativamente 0.05 a 0.20 m/s.



Corrente meteorologica superficiale mese di Marzo



Corrente meteorologica superficiale mese di Giugno

CLIMA MARITTIMO

NEBBIA

In accordo al numero medio di giorni di nebbia rilevato per Taranto, si ha nell'ubicazione una media di 10 giorni all'anno con visibilità inferiore a 1000 m . Questo suppone una percentuale bruta del 2% annuo. Se si tiene conto di una persistenza media della nebbia del 50% nelle ore diurne ,la percentuale media nelle ore diurne con visibilità inferiore a 1000 m sarà di 1.0% annuo. Il numero massimo prevedibile di giorni di nebbia è di 16 giorni, il che presuppone ,applicando la percentuale di persistenza durante le ore diurne, una percentuale del 4.5%.

Stazione	Media	Max	Anno
Bari	3.5	8	1990
Brindisi	15.2	30	1990
S.M.Leuca	10.6	17	1995
Potenza	11.7	16	1990/91
Crotone	8.9	20	1986
VALORE MEDIO APLICABILE A TARANTO	10	16	

CLIMA MARITTIMO

MAREA

I valori estremi del livello del mare sono la combinazione della marea astronomica con la variazione delle condizioni meteorologiche :

–La marea astronomica a Taranto è del tipo semidiurna (período di 12 h 20min) con due alte maree e due basse maree al giorno , con altezze diverse. IL massimo disivello positivo-negativo si verifica nella fase di sigizia e raggiungendo un valore di 0,13 m e -0,11m rispetto al livello medio del mare (ampiezza di marea di 24cm).

–La differenza del livello dovuto alla variazione della pressione atmosferica si stima in +0,33 m e -0,27 m rispetto al livello medio del mare.

–Il contributo del vento alla elevazione del livello è di $\pm 0,04$. Di conseguenza si prevedono incrementi e decrementi massimi di +0,50 y -0,42 m rispetto al livello medio del mare, con una grandezza massima di variazione dei livelli di 0,92 m.

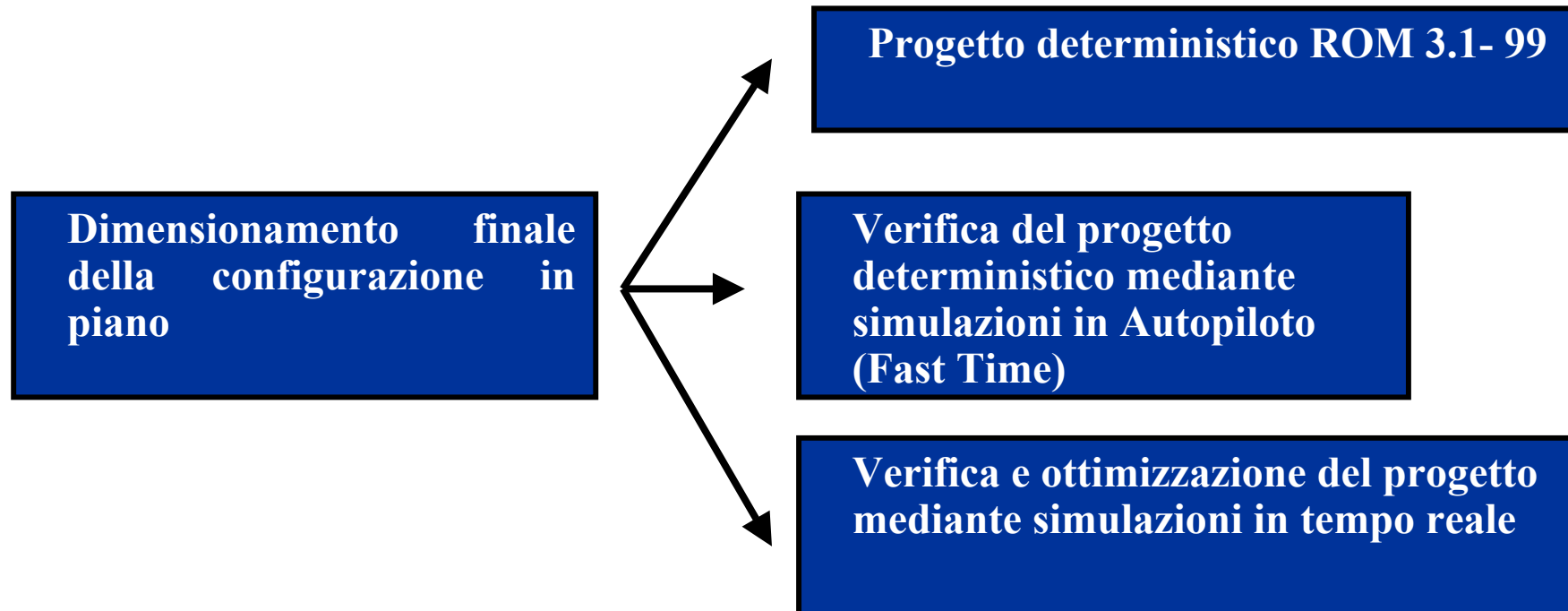
CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

INTRODUZIONE

Al momento non esiste traffico di navi metaniere nel Porto di Taranto, per cui per l'analisi e il dimensionamento in piano e in profondità delle vie di navigazione e manovra di accesso al terminale si dovranno considerare i seguenti aspetti :

- Necessità di definire:
- Flotta di navi e condizioni di carico
 - Sistemi di gavitelli
 - Assistenza di Rimorchiatori
 - Condizioni di operatività in base al Rischio ammissibile

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA



CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

PARAMETRI DI PROGETTO

VITA UTILE: La vita utile secondo l'analisi effettuata seguendo le raccomandazioni ROM 0.0 é di 50 anni.

RISCHIO: Il rischio associato a una vita utile di 50 anni, secondo ROM 0.0 é di $E = 0.10$

Rischio: Si definisce il rischio massimo ammissibile in una zona di manovra come la probabilità che si verifichi almeno un incidente (contatto, incaglio, impatto o collisione) di almeno una nave durante la vita utile della fase di progetto analizzata.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

FLOTTA DI NAVI: La flotta di progetto sarà composta da navi metaniere da 140.000 m³, 75.000 m³ e 40.000 m³. Queste navi possono inquadrarsi nelle serie di dimensione grande, media e piccola della flotta di navi metaniere che navigano nel mondo.

OPERATIVITA':

Tipo di Nave (Capacità m ³)	Op/anno	Op/ Vita utile
140.000	74	3725
75.000	35	1739
Total		5464

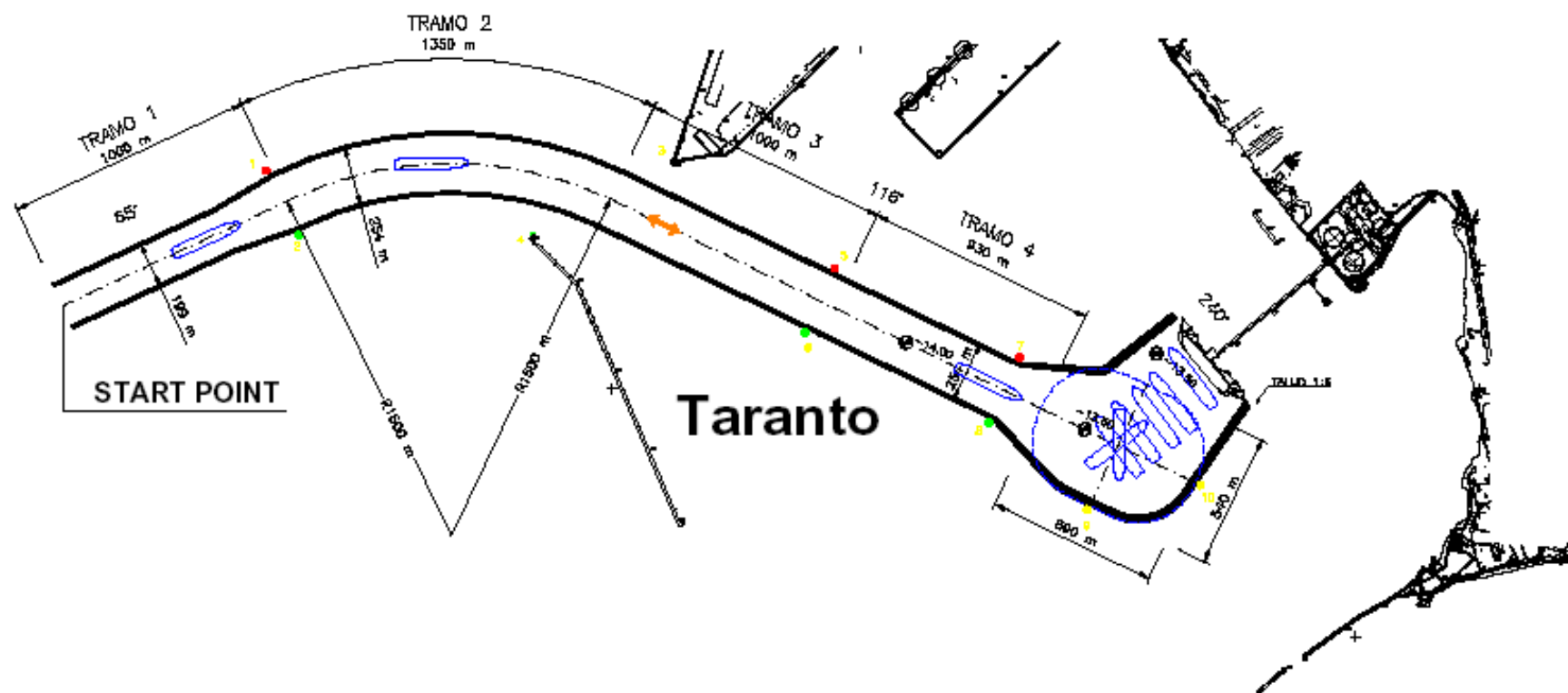
CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CARATTERISTICHE DI MANOVRABILTA' DELLA FLOTTA DI PROGETTO				
NAVE	GNL1 massimo Cisterne sferiche	GNL1 massimo Cisterne prismatiche	GNL3 intermedio Cisterne prismatiche	GNL2 mínimo Cisterne prismatiche
Capacità(m ³)	140.000	140.000	75.000	40.000
TPM	70.000	70.000	53.100	22.000
Lunghezza ft L (m)	292	292	250	203
Lpp (m)	277	277	241	193
larghezza B (m)	46.9	46.1	38	29.4
puntal (m)	28.4	26.6	21	19.7
Δ (t.) max.	101588	97574	74000	34735
Δ (t.) las.	84088	71324	56150	21535
D max (m)	11.7	11.6	10	9.0
D las (m)	9.4	8.6	6	6.1
Tipo de prua	bulbo	bulbo	bulbo	bulbo
superstruttura	poppa	poppa	poppa	poppa
Velocità di servizio (nodi)	19.0	19.0	19.0	19.0

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

- **TRATTO 1:** tratto retto della rotta ha una lunghezza di circa 1000 m e é orientato ay está orientado alla rotta di 65°.
- **TRATTO 2:** tratto curvo della rotta che inizia a 950 m dall'imboccatura della diga separata e che definisce la bocca di accesso. L'inizio sarà segnalato da una coppia di marcatori laterali , gavitello di tribordo all'imboccatura della diga (**luce verde**) e gavitello di babordo (**luce rossa**) dal lato del Terminal dei Containers. La larghezza della navigazione al passaggio dela diga è di 670 m. Il raggio di curvatura è di 1500 m, 5 volte la larghezza della nave metaniera di dimensione massima, e la lunghezza del tratto curvo è di 1350 m. Le profondità in questi tratti variano tra 24 e 21 m, con fondi generalmente di fango.
- **TRATTI 3 e 4:** una volta oltrepassata l'imboccatura della diga separata , la rotta scorre in due tratti retti seguendo rotta di 116° fino all'area di manovra delle navi GNL. La rotta di navigazione, per questi tratti sarà anch segnalata mediante coppie di boe luminose.
- La profondità attuale nei tratti varia tra 20 e 10 m. La profondità mínima di navigazione che deve raggiungere è di 13,50 m rispetto a BMVE. Pertanto , si dovranno effettuare i dragaggi relativi per raggiungere la profondità sufficiente.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA



CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CONDIZIONI LÍMITE DI OPERATIVITA' (ROM 3.1 - 99)

	Condizioni climatiche trasversali	Condizioni climatiche longitudinali	Condizioni climatiche nell' Area di manovra c/rimorchiatori	Condizioni limite di permanenza	
				Trasversali	Longitudinali
Velocità vento V_v (m/s)	≤ 10	≤ 16	≤ 10	≤ 25	≤ 30
Velocità Corrente V_c (m/s)	≤ 0.50	≤ 2	≤ 0.10	≤ 1.0	≤ 2.0
Altezza dell'onda H_s (m)	≤ 3	≤ 5	$\leq 1.5 / 2.0$	≤ 2	≤ 3

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

DEFINIZIONE DEGLI SCENARI CLIMATICI

- Scenario 1: direzioni rappresentative 0.5 NNW, N e 0.5 NE (azioni trasversali, fiancata di babordo). Questi venti provengono da terra e non comportano onde significative nel canale di accesso.
- Scenario 2: direzioni 0.5 WNW, NW e 0.5 NNW. Si prenderà la direzione NW come rappresentativa di tutto l' arco direzionale.
- Scenario 3: direzioni rappresentative W, 0.5 WSW e 0.5 WNW (azioni long. per il quartiere di poppa della nave).
- Scenario 4: direzioni rappresentative 0.5 WSW-SW-0.5 SSW (azioni nella fiancata di tribordo della via di navigazione)
- Scenario 5: direzioni rappresentative 0.5 SSW-S-SE-0.5 ESE (azioni trasversali per la fiancata di tribordo).
- Scenario 6: direzioni rappresentative 0.50 ESE, E, ENE (azioni per i quartieri di poppa della nave. Si prenderà la direzione E come rappresentativa di tutto l' arco direzionale).

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

SCENARI CLIMATICI (entrata/uscita)			
	ONDE	VENTI	CORRENTI
SCENARIO 1	NNW	N	a SSE
	Hs= 0,3 m	Vv = 10 m/s	Vc= 0,10 m/s
SCENARIO 2	NW	NW	a SE
	Hs=0,4 m	Vv = 10 m/s	Vc= 0,10 m/s
SCENARIO 3	W	W	a E
	Hs= 1 m	Vv =12 m/s	Vc= 0,15 m/s
SCENARIO 4	SW	SW	a ENE
	Hs= 2 m	Vv = 14 m/s	Vc= 0,15 m/s
SCENARIO 5	S	S	a NNE
	Hs= 2 m	Vv = 10m/s	Vc= 0,2 m/s
SCENARIO 6	SSE	E	a NNW
	Hs= 1.5 m	Vv =14 m/s	Vc= 0,10 m/s

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

ASSEGNAZIONE DEI RIMORCHIATORI

La mínima trazione a punto fisso che deve essere assegnata al Terminale, in condizioni limite di permanenza raggiungea 196 t. che fa supporre una potenza di 16.600 CV, distribuita su 2 rimorchiatori Schottel da 3800 Cv ciascuno, due rimorchiatori timón Kort, con potenza mínima de 3000 CV ciascuno e un rimorchiatore convenzionale di 3000 CV.

Questa potenza di rimorchio non dispone del fattore di sicurezza 125% sopra quella realmente necessaria, per cui la sua disponibilità dovrà essere assicurata durante tutta permanenza della nave nel Terminale.

Flotta di rimorchiatori nel Terminale di rigassificazione di Taranto, con una trazione a punto fisso totale di 196 t

POTENZA (CV)	TIRO A PTO. FISSO (T)	PROPULSIONE
3805	44	Schottel
3805	44	Schottel
3129	42	Timon Kort
2844	36	Timon Kort
3000	30	convenzionale

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO PER IL PROCEDIMENTO DETERMINISTICO

RESULTATI FINALI IN PROFONDITA' PER TUTTA LA FLOTTA DI PROGETTO		RESULTATI FINALI IN PROFONDITA' PER TUTTA LA FLOTTA DI PROGETTO				
ENVOLVENTE DI ENTRATA E USCITA		ENVOLVENTE DE ENTRATA E USCITA				
PROFONDITA' FINALI NECESSARIE RISPETTO AL LIVELLO DI RIFERIMENTO (m)		Larghezza totale della via		Spazi di manovra compresi nella larghezza totale		* lunghezza addizionale (m)
		spazio di acqua (m)	spazio aereo (m)	$rh_{sm} + rh_{sd} + Br$ izquierdo (m)	$rh_{sm} + rh_{sd} + Br$ derecho (m)	
TRATTO 1	14.41	199	202	14	14	0
TRATTO 2	14.37	254	258	14	14	0
TRATTO 3	13.72	184	186	14	14	0
TRATTO 4	13.46	197	199	14	14	0

* longitud adicional de seguridad aguas arriba y aguas abajo del tramo variable

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

➤ **Distanza di fermata:** In condizioni di emergenza, la distanza di fermata minima di cui ha bisogno la nave per estinguere l'abbrivio nel caso in cui, navigando ad una velocità massima di 8 nodi incontri un ostacolo imprevisto, e metta la macchina a indietro tutta, senza l'aiuto dei rimorchiatori, sarebbe di 950 m.

➤ **Area di manovra:**

La profondità minima in BME, per la nave più grande della flotta di progetto, è di 13.46 m.

➤ **Area di attracco:**

L'area di attracco avrà una larghezza a sezione trasversale di 4 **larghezze**, La profondità minima in BME è di 12.97 m.

DIMENSIONAMENTO IN PIANTA DELL'AREA DI MANOVRA CON AIUTO DEI RIMORCHIATORI	
NAVE DI PROGETTO	GNL140.000
TPM	70000
con effetto simulato di $H_s = 2$ m, $V_v = 10$ m/s; $V_c = 0,5$ m/s	
lunghezza totale(m)	292
larghezza(m)	46.9
$2B_G + 1.6L$ (m)	525
$2L_G + 1.6L$ (m)	671
R_{CR} (m)	233

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

SELEZIONE DEGLI SCENARI PER GLI STUDI AL SIMULATORE CON AUTOPILOTA

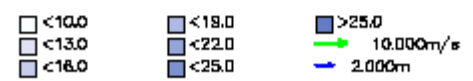
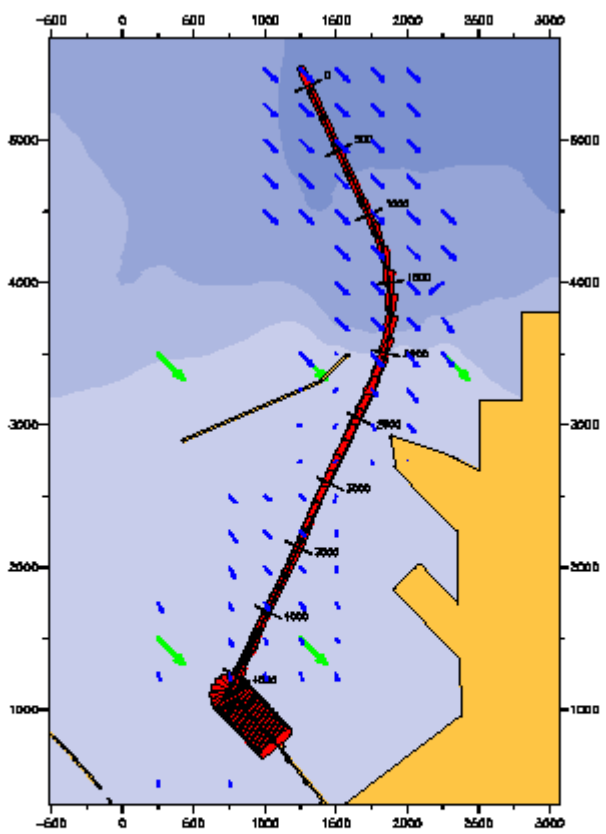
SCENARI METEOROLOGICI SELEZIONATI PER GLI STUDI AL SIMULATORE			
	ONDE	VENTI	CORRENTI
SCENARIO 4	SW	0.5 WSW –SW - 0.5SSW	a ENE
	Hs= 2 m	Vv = 14 m/s	Vc= 0,15 m/s
SCENARIO 5	S	0.5SSW-S-SE-0.5ESEy NW-N-NE	a NNE
	Hs= 2.0 m	Vv =10 m/s	Vc= 0,2 m/s
SCENARIO 6	ENE	0.5ESE-E- ENE y 0.50 WSW-W-WNW	a SE
	Hs= 1.5 m	Vv =12-14 m/s	Vc= 0,1 m/s

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

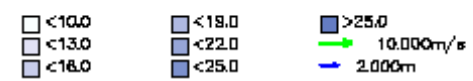
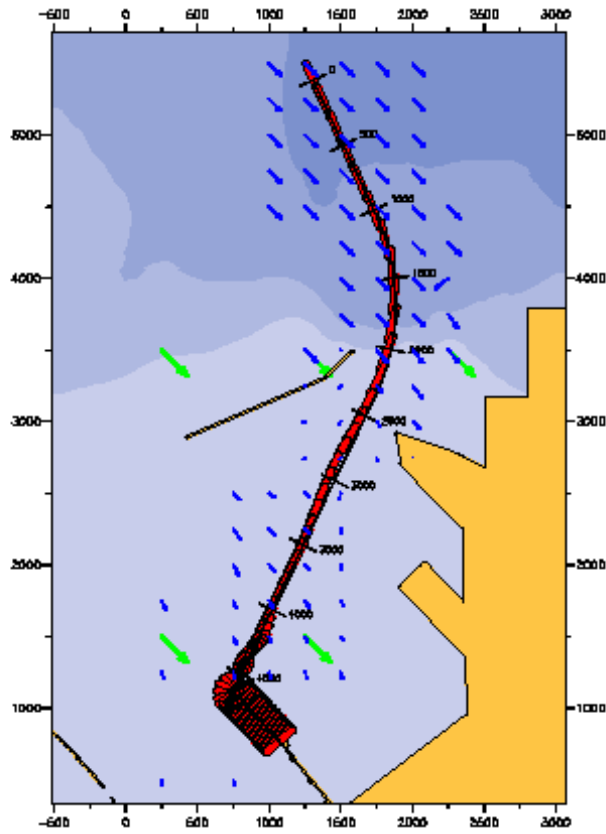
SIMULAZIONI ACCETTABILI

Di seguito si mostrano alcune manovre accettabili in condizioni estreme di vento ed onde nei
distinti scenari selezionati.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

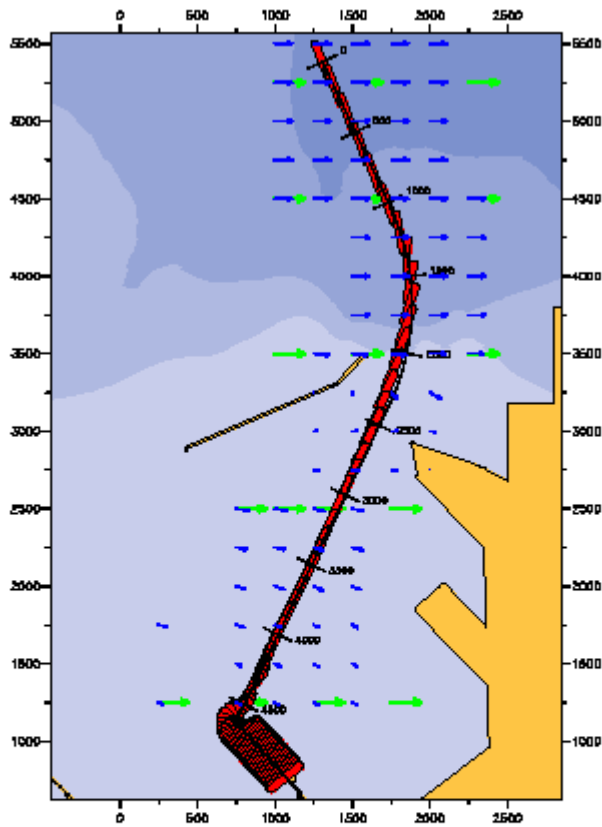


TARANTO TERMINAL CNI 140000 M3 (sfericea) 1 SCI N 1 (0.5WSW- SW- 0.5SSW) 1 remolcadora desde inicio ACIPIAIII	FIG 1	
vectors viento y ole		
Al ATIC S.A. Vv 21 nudos lls 2m		



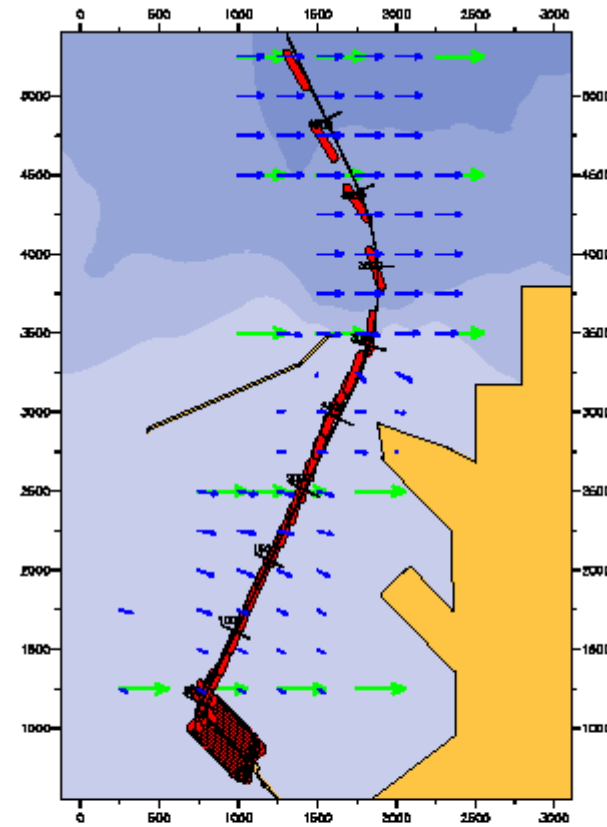
TARANTO TERMINAL CNI 140000 M3 (sfericea) 1 SCI N 1 (0.5WSW- SW- 0.5SSW) Sin remolcadora desde inicio ACIPIAIII	FIG 3	
vectors viento y ole		
Al ATIC S.A. Vv 21 nudos lls 2m		

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA



- <10.0 □ <19.0 □ >25.0
- <13.0 □ <22.0 → 10.000m/s
- <16.0 □ <25.0 → 2.000m

TARANTO TERMINAL CNI 140000 M3 (esforces) I SCI N S (0.5SSW - S - SI - 0.5I SI y NW - N - NI - 0.5I NI) 4 remolcadores desde inicio ACI P'IAI B I	FIG 11 vectores viento y ola Vv 20 nudos lls 2m
ALATI C S.A.	



- <10.0 □ <19.0 □ >25.0
- <13.0 □ <22.0 → 10.000m/s
- <16.0 □ <25.0 → 2.000m

TARANTO TERMINAL CNI 140000 M3 (esforces) I SCI N S (0.5SSW - S - SI - 0.5I SI y NW - N - NI - 0.5I NI) Sin remolcadores desde bacana ACI P'IAI B I	FIG 35, 16 vectores viento y ola Vv 37 nudos lls 3m
ALATI C S.A.	

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

RIASSUNTO DEI RISULTATI

FIGURA	Scenario	Vento Vv	Onde Hs	Connessione dei rimorchiatori	Risultato della manovra
FIG 1 entrata	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW12 m/s	2m	Dall'inizio	Accettabile
FIG 3 entrata	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW12 m/s	2m	Da PK 2.4	Accettabile
FIG 5 entrata	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW12 m/s	2.5m	Dall'inizio	Errore
FIG 7 entrata	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW14 m/s	2m	Dall'inizio	Accettabile
FIG 9 entrata	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW14 m/s	2.5m	Da PK 2.4	Errore
FIG 11 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S10 m/s	2m	Dall'inizio	Accettabile
FIG 13 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S10 m/s	2m	Da PK 2.4	Accettabile
FIG 15 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S12 m/s	2m	Dall'inizio	Accettabile
FIG 17 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S12 m/s	2m	Da PK 2.4	Critica
FIG 19 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S12 m/s	2.5m	Dall'inizio	Errore
FIG 21 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S14 m/s	2m	Dall'inizio	Accettabile
FIG 23 entrata	5(0.5SSW-0.5ESE)	S14 m/s	2.5m	Dall'inizio	Errore
FIG 25 entrata	6(0.5ESE-ENE)	ENE10 m/s	-	Dall'inizio	Accettabile
FIG 27 entrata	6(0.5ESE-ENE)	ENE14 m/s	-	Dall'inizio	Accettabile
FIG 29 entrata	6(0.5ESE-ENE)	ENE16 m/s	-	Dall'inizio	Accettabile
FIG 31 entrata	6(0.5ESE-ENE)	ENE18 m/s	-	Dall'inizio	Errore di ancoraggio
FIG 33 uscita	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW14 m/s	2.5m	Fino a PK 2.8	Accettabile
FIG 33-16 uscita	4(0.5WSW-0.5SSW)	SW16 m/s	2.5m	Fino a PK 2.8	Accettabile
FIG 35 uscita	5(0.5SSW-0.5ESE)	S12 m/s	2.5m	Fino a PK 2.8	Accettabile
FIG 35-16 uscita	5(0.5SSW-0.5ESE)	S16 m/s	2.5m	Fino a PK 2.8	Accettabile
FIG 37 uscita	6(0.5ESE-ENE)	ENE18 m/s	-	Fino a PK 2.8	Accettabile

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

PRIMA STIMA DEL TEMPO DI CHIUSURA DEL PORTO PER CONDIZIONI METEOROLOGICHE SU BASE ANNUALE

Chiusura per nebbia: il tempo di chiusura per visibilità inferiore a 1000 m é del 2.75%, vale a dire 241 ore.

Chiusura per vento ed onde: il tempo di chiusura per superamento del limite delle condizioni climatiche é del 4.2%, vale a dire 368 ore.

Chiusura totale: tenendo conto che la frequenza di presenza della nave metaniera, inclusa la permanenza al Terminale, é del 18%, la chiusura annuale del Terminale si stima in $(4.2\%+2.75\%) * 0.18 = \mathbf{109 \text{ ore/anno}}$.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CONCLUSIONI (I)

- Si stabilirà la chiusura del Terminale per le manovre di entrata ed uscita quando si presenterà una delle seguenti condizioni :
 - Vento $V_{10, 1 \text{ min}} \geq 14 \text{ m/s}$ proveniente da qualsiasi direzione simultaneamente con moto ondoso $H_s \geq 2,0 \text{ m}$ in prossimità del Porto durante le operazioni di entrata.
 - Vento $V_{10, 1 \text{ min}} \geq 16 \text{ m/s}$ proveniente da qualsiasi direzione simultaneamente con moto ondoso $H_s \geq 2,0 \text{ m}$ in prossimità del Porto durante le operazioni di uscita.
 - Visibilità $< 1.000 \text{ m}$

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CONCLUSIONI (II)

- Le navi metaniere dovranno abbandonare il Terminale quando permangono le seguenti condizioni climatiche limite :
 - Vento V10, 1 min =18 m/s proveniente da direzioni trasversali all'attracco,(asse SW-NE) con moto ondoso simultaneo di Hs=1.50 m all'esterno del Porto.
 - Vento V10, 1 min =30 m/s proveniente da direzioni longitudinali all'attracco(asse NNW-SSE), senza moto ondoso significativo.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CONCLUSIONI (II)

➤ In nessuna delle manovre valutate la deviazione trasversale rispetto all'asse della via di navigazione ha superato una distanza equivalente a 1.5 larghezze (70 m), preservando pertanto gli spazi di manovra di sicurezza previsti e necessari per tenere in conto aspetti come gli errori di posizionamento, l'effetto banchi di sabbia, ed il margine generale di manovra indispensabile.

➤ In base ai risultati delle simulazioni si può considerare che gli scenari 4 (0.5WSW-SW-0.5SSW), 5 (0.5SSW- S-SE-0.5ESE-NW-N-NE) e 6 (0.5ESE-E-ENE-0.5WSW-W-WNW) saranno rappresentativi del resto delle combinazioni climatiche che possono presentarsi nella zona.

La distanza minima di arresto della nave metaniera in condizioni di emergenza, supponendo una velocità di navigazione di 8 nodi e l'estinzione dell'abbrivio unicamente con macchine "indietro tutta", è di 950 m.

➤ La forza massima totale di rimorchio (trazione statica) con un valore di 166 t (4 rimorchiatori) risulta sufficiente per lo svolgimento delle manovre di virata ed avvicinamento all'attracco in condizioni normali di operatività. In condizioni limite di permanenza la forza di rimorchio necessaria per il distacco raggiunge un valore di 196 t, incluso un rimorchiatore in più di riserva con disponibilità permanente.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

CONCLUSIONI (II)

- La profondità minima necessaria per la navigazione nell'ultimo tratto di avvicinamento al Terminale é di 14.0 m rispetto alla bassa marea media equinoziale (BME), o 14.50 m rispetto allo zero IGM. Nell'area di manovra ed attracco la profondità minima sarà di 13.50 m rispetto a BME o 14 m rispetto allo zero IGM. Le profondità medie rispetto allo zero IGM nell'ultimo tratto di avvicinamento all'area di manovra ed attracco sono di 10 e 8.50 m rispettivamente, pertanto sarà necessario effettuare dei dragaggi in quest'area.
- Il tempo di chiusura dell'area di navigazione e fluttuazione del Terminale per superare le condizioni limite di operatività definite in questo studio é di 109 ore l'anno, in accordo ai criteri di operatività dei terminali stabiliti nella normativa ROM 3.1-99 .

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

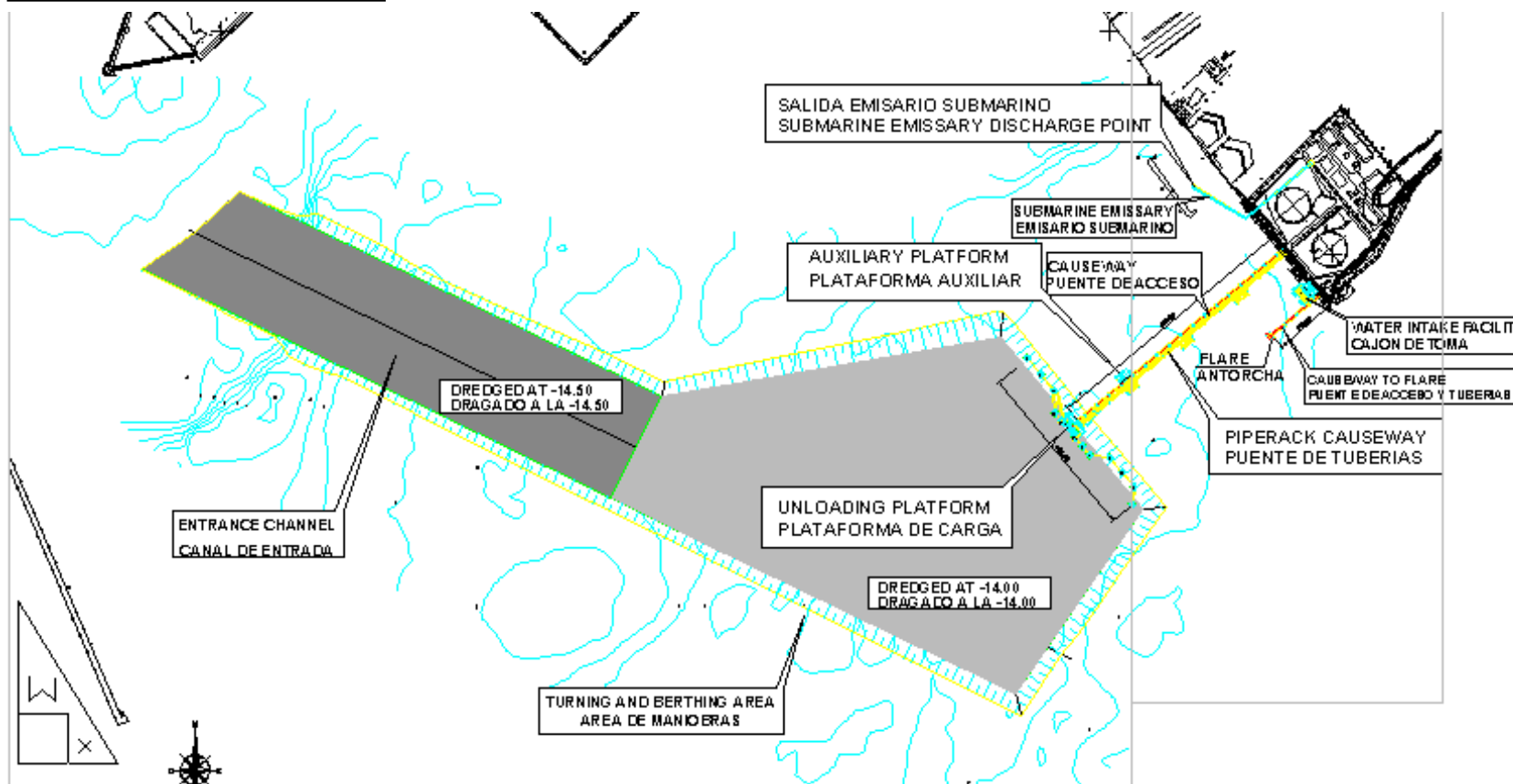
DRAGAGGI

Le profondità medie rispetto allo zero IGM nell'ultimo tratto di avvicinamento all'area di manovra ed attracco sono di 10 e 8.50 m rispettivamente, pertanto sarà necessario effettuare dei dragaggi, fino al PK 2850 m della via di navigazione (in tutta la sua larghezza), fino all'area di manovra ed attracco.

- Tratti 3 e 4 dragaggio fino alla quota -14.5 m
- Area di manovra ed attracco dragaggio fino alla quota -14 m.
- Si ottiene un volume di dragaggio di 4.450.000 m³

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

DRAGAGGI



CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

DRAGAGGI

Tipo di materiale: esistono tre strati principali di terreno

- Un primo strato superiore di limo argilloso morbido
- Uno strato di sabbia limosa sciolta con densità media con copertura di abbondanti frammenti.
- Base di limi argillosi morbidi.

Analisi chimica del materiale: Da un totale di 15 sondaggi di 3 m di profondità distribuiti uniformemente nell'area da dragare si sono ottenuti 135 campioni sottoposti ad analisi chimica di laboratorio; da questi risultati si verifica che nessun campione eccede i limiti standard imposti dalla delibera DM 471/99 per terreni ed aree commerciali ed industriali. In accordo al Protocollo di Venezia il materiale da dragare si classifica come "Tipo B". Secondo questa classificazione il materiale è leggermente contaminato ed è comunque compatibile con il riutilizzo come materiale di colmata, confinato in un barrieramento appositamente progettato.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

STUDIO MEDIANTE SIMULAZIONI IN TEMPO REALE

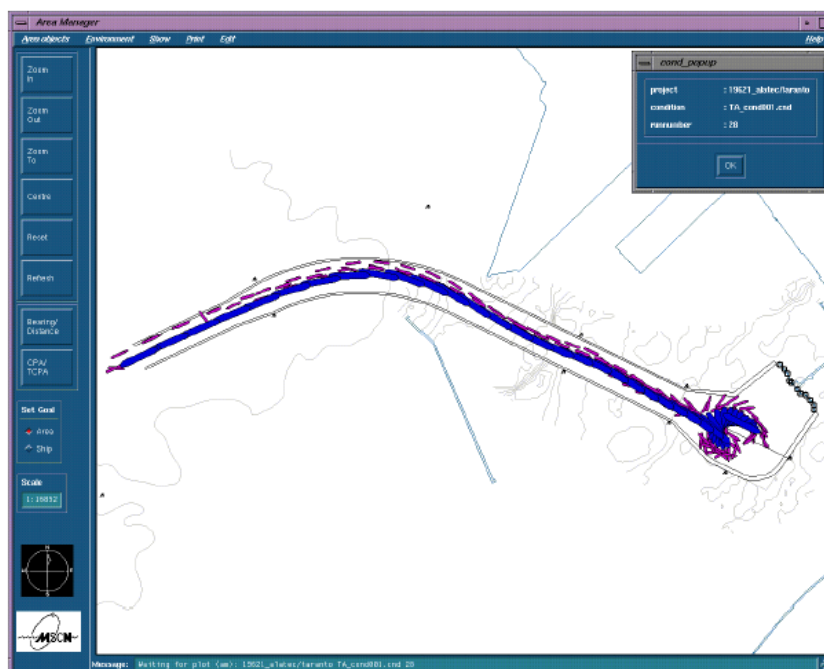
Le simulazioni di manovra in tempo reale sono state condotte presso le installazioni della MARIN's, Centro Nautico MSCN, di Delft (Olanda).



Gli studi sono stati eseguiti mediante un simulatore Full-Mission Bridge I, con equipaggiamento completo del ponte nave e visuale di 360°.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

STUDIO MEDIANTE SIMULAZIONI IN TEMPO REALE



Interattivo Tempo Reale

Il sistema riproduce il comportamento di una nave metaniera governata da un Comandante durante la manovra.



CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

STUDIO MEDIANTE SIMULAZIONI IN TEMPO REALE

I dati assunti per la realizzazione delle simulazioni sono i seguenti :

Scenari rappresentativi di tutte le condizioni meteorologiche nella zona considerata

Taranto	Wind	Wave	Current (towards)
scene 4	SW 14	SW 2.0m	ESE 0.15m/s
scene 5	S 14	S 2.0m	NNE 0.2m/s
scene 6	ENE 16	no	no

Caratteristiche della nave considerata nello studio

LNG carrier	Unit	Loaded	Ballast
Length over all	[m]	290.0	290.0
Length between perpendiculars	[m]	276.0	276.0
Beam	[m]	46.0	46.0
Depth	[m]	25.0	25.0
Draught	[m]	11.67	9.5
Displacement	[tons]	114.800	85.000
Cargo capacity	[m ³]	135.000	135.000
Power	[kW]	33120.	33120.
Number of revolutions	[rpm]	80	80
Service speed	[kts]	20.0	20.0
Number of propellers	[-]	1	1
Number of rudders	[-]	1	1
Frontal wind area	[m ²]	1490.	1620.
Lateral wind area	[m ²]	7885.	8150.

CONFIGURAZIONE MARITTIMA E STUDI DI ACCESSIBILITA' NAUTICA

STUDIO MEDIANTE SIMULAZIONI IN TEMPO REALE- CONCLUSIONI

Conclusioni:

- Il limite massimo del vento in direzione Sud-Ovest per le manovre di avvicinamento si stabilirà in 14 m/s
- La larghezza del canale di navigazione é sufficientemente sicura per le manovre di avvicinamento.

Raccomandazioni:

- Per le manovre di attracco in condizioni normali e distacco in condizioni limite di permanenza saranno necessarie 90 t di forza di rimorchio a prua e 90 t a poppa.
- Saranno necessari 3 rimorchiatori per la nave metaniera:
 - Due rimorchiatori identici di forma simmetrica dovranno assistere a poppa.
 - Un rimorchiatore dovrà assistere a prua, e secondo le condizioni del vento anche all'attracco.
- Per un posizionamento corretto della nave si raccomanda l'istallazione sulla nave metaniera dell'equipaggiamento "Leading line" e sistemi ECDIS.
- Per istruire il personale coinvolto nelle operazioni nautiche di avvicinamento ed attracco, si raccomanda di addestrare i piloti ed i maestri dei rimorchiatori, nei simulatori.

STUDIO DI OPERATIVITÀ DELL'ACCESSO MARITTIMO NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

INTRODUZIONE

Lo studio di operatività é fondato sull'impiego del metodo di verifica dello stato del progetto corrispondente al livello III, in accordo alla ROM 0.0 "Procedimento Generale e Basi di Calcolo nel Progetto di Opere Marittime e Portuali" dei Porti Pubblici (Spagna). Attraverso questa metodologia si determina l'inoperatività (o percentuale di tempo di chiusura) prodotta da qualunque dei fattori che limitano le manovre di entrata al Porto e le operazione di trasferimento del carico all'attracco.

L'oggetto specifico dell'utilizzazione del metodo di verifica di livello III é determinare, mediante metodi di **simulazione numerica** (Tecnica di Monte Carlo) la densità di accadimento e probabilità di fattori che possono simultaneamente provocare un errore.

STUDIO DI OPERATIVITÀ DELL'ACCESSO MARITTIMO NELL' INTERFACCIA NAVE-TERRA

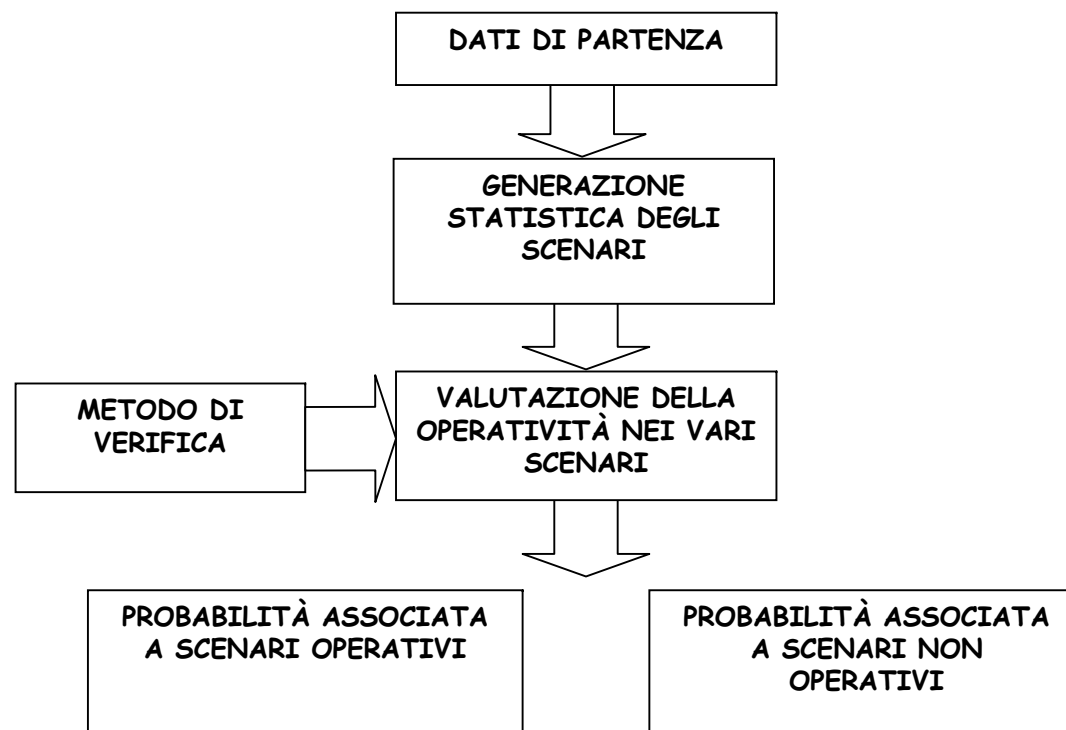
DETERMINAZIONE DELLE CONDIZIONI LIMITE

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GNL A TARANTO ANALISI DELLA OPERATIVITÀ NAUTICA NELL'ACCESSO AL TERMINALE									
CONDIZIONI LIMITE PER RESTRIZIONI DI SPAZIO IN PIANTA									
		ONDA Hs in m							
		0.0	1.0	1.5	2.0	0.0	1.0	2.0	2.5
		SW				S			
VENTO velocità limite ammisibile (nodi)	N	32	32	32	32	32	32	32	32
	SW	28	28	28	32	28	28	24	12
	S	28	28	28	28	22	32	24	12
	ENE	28	28	28	28	28	28	28	28
CONDIZIONI LIMITE PER RESTRIZIONI DI SPAZIO IN SEZIONE									
Non presenta restrizioni									
CONDIZIONI LIMITE PER MANCANZA DI VISIBILITÀ									
Visibilità minima necessaria 1000 m									

	Velocità assoluta del vento (v_w 10,1 min)	Velocità assoluta di corrente (v_c 10,1 min)	Altezza dell'onda Hs
Azioni trasversali al molo	16 m/s	0.5 m/s	1.0 m
Azioni longitudinali al molo	22 m/s	1.5 m/s	1.5 m

STUDIO DI OPERATIVITÀ DELL'ACCESSO MARITTIMO NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

METODOLOGIA APPLICATA



STUDIO DI OPERATIVITÀ DELL'ACCESSO MARITTIMO NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

RESULTATI

- Infine, la inoperatività si determina come la percentuale dei casi non operativi nel totale di quelli simulati mediante la tecnica di Monte Carlo, tenendo in considerazione che perché si producano gli eventi di “inoperatività per vento e moto ondoso” o di “inoperatività per nebbia” deve anche presentarsi simultaneamente l’evento di “operatività della nave”.
- La percentuale del tempo di inoperabilità ottenuto rappresenta la probabilità che la nave non possa transitare né manovrare nella via di navigazione, ovvero che debba arrestare le operazioni di trasferimento del carico.

FERMATE OPERATIVE E LIVELLO DI OPERATIVITÀ ANNUALE	
<i>Ore di fermata per l'accesso e l'attracco</i>	22.5
<i>Durata media di ogni fermata</i>	4.3
<i>Numero medio delle fermate per anno</i>	5.2
<i>Livello di operatività annuale</i>	99.74 %

AMPIEZZE DEL CANALE DI NAVIGAZIONE ASSOCIATE AL RISCHIO MASSIMO ACCETTABILE

INTRODUZIONE

La determinazione del rischio associato ai dimensionamenti in pianta del canale di navigazione si realizzerà in accordo ai criteri della Norma 3.1-99. Questo rischio deve essere uguale od inferiore al valore $E=0,10$ che è il rischio massimo accettabile, ovvero la probabilità di errore determinata dallo studio della configurazione marittima.

Come conseguenza le dimensioni in pianta della via di navigazione che risultano statisticamente associate al rischio massimo accettabile non debbono superare le ampiezze della via marittima adottate nel Progetto che sono state ottenute dagli studi nautici già svolti.

AMPIEZZE DEL CANALE DI NAVIGAZIONE ASSOCIATE AL RISCHIO MASSIMO ACCETTABILE

DATI NECESSARI

- Vita utile del Progetto. $L_f=50$ anni
- Numero delle operazioni/scenario durante la vita utile – Partendo dalle registrazioni del moto ondoso e del vento si ottengono le probabilità di accadimento dei vari scenari; tali probabilità, applicate al numero delle operazioni della nave metaniera da 140.000 mc (3725 op/anno), forniscono il numero di operazioni per scenario.
- Probabilità di errore per ogni scenario, riflesse nello studio in tempo reale (si considererà come errore una manovra nella quale la metaniera supera i limiti calcolati del canale di navigazione).
- Determinazione della percentuale di tempo durante la quale possono essere effettuate operazioni di entrata e di uscita di navi nelle condizioni meteorologiche limite per l'operatività.

AMPIEZZE DEL CANALE DI NAVIGAZIONE ASSOCIATE AL RISCHIO MASSIMO ACCETTABILE

METODOLOGIA APPLICATA

Una volta ottenuti i dati di cui sopra é possibile calcolare il rischio associato alle dimensioni in pianta del canale di accesso mediante l'espressione seguente:

$$E = 1 - \prod_i (1 - E_i)$$

Dove i rappresenta i vari scenari utilizzati nello studio di simulazione in tempo reale.

Poiché lo scopo di questa analisi é la verifica dell'ampiezza del canale, fissando il rischio nella espressione di cui sopra si otterranno le dimensioni corrispondenti al valore massimo ammissibile di $E=0,10$, in accordo ai vari scenari considerati.

AMPIEZZE DEL CANALE DI NAVIGAZIONE ASSOCIATE AL RISCHIO MASSIMO ACCETTABILE

RESULTATI

Come é stato dimostrato, in nessun tratto del canale di navigazione si superano i dimensionamenti in pianta ottenuti dagli studi nautici precedenti.

Come conseguenza i dimensionamenti in pianta della via di navigazione, definiti nello studio nautico, saranno adottati come dimensionamenti di progetto, tenendo in considerazione che presentano un livello di sicurezza superiore al 90%.

AMPIEZZA TOTALE DELLA VIA DI NAVIGAZIONE IN FUNZIONE DEL RISCHIO MASSIMO AMMISSIBILE (E _{max})				
E _{max} = 0.10		Navi metaniere da 140000 mc		
		Ampiezza rispetto all'asse della via di navigazione		
TRATTO		BABORDO	TRIBORDO	TOTALE
0	PK500	67	34	102
1	PK1000	93	72	165
3	PK1500	101	101	202
4	PK2000	107	94	200
5	PK2500	94	100	194
6	PK3000	85	105	190
7	PK3500	92	118	209
8	PK4000	61	95	157

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

INTRODUZIONE

Si definiscono come *Rischi Accidentali* quegli eventi di carattere fortuito od anomalo che non provengono dalle semplici difficoltà di manovra della nave metaniera nelle condizioni operative normali, bensì da eventi eccezionali e con poche probabilità di accadimento nel corso della vita utile del Progetto, tali che, se verificati, possono produrre effetti significativi sulla sicurezza.

L'approccio dello Studio dei *Rischi Accidentali* risponde ai criteri sopra esposti e, pertanto, si è proceduto a studiare le conseguenze per ognuno degli eventi di rischio, per poi analizzare le manovre necessarie per eliminare o migliorare nella maggiore misura possibile i rischi collegati all'evento esaminato.

Successivamente viene qualificato ogni evento secondo una *Matrice di Valutazione*, che prende in considerazione le probabilità di accadimento e la gravità delle conseguenze dell'errore, dopo aver applicato le manovre ed i procedimenti alternativi per l'eliminazione o la minimizzazione degli effetti del rischio considerato.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

IPOTESI DI RISCHIO

- Errori risultanti dai sistemi di propulsione e di governo della nave metaniera
- Errori del manovratore della nave (Capitano-Pilota)
- Errori dei rimorchiatori
- Emergenze che si producono con nave attraccata ed operante nel Terminale
- Emergenze dovute ad errori altrui
- Peggioramenti repentini delle condizioni meteorologiche

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

Per lo studio delle ipotesi di incidente/errore la Organizzazione Marittima Internazionale (OIM) raccomanda l'analisi di tre manovre tipiche :

- Manovre di fuga
- Manovre di estinzione naturale dell'abbrivio
- Manovre di fermata con macchine “*indietro tutta*”

In questo Studio si considereranno le manovre di fuga e le manovre di fermata con macchine “*indietro tutta*”.

La manovra di estinzione naturale non é considerabile in questo Studio poiché non si permetterà la manovra di avvicinamento ed entrata nel Porto in assenza della necessaria flotta dei rimorchiatori. Per questo verrà analizzata, in alternativa, la manovra di estinzione del movimento o di riduzione della velocità fino al controllo totale della nave metaniera, con l'assistenza dei rimorchiatori, in quanto tale manovra sarà utilizzata nel caso in cui si verificano una caduta od un guasto del sistema propulsivo (guasto alla propulsione ed al timone simultaneamente, con conseguente nave alla deriva).

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

Un'altra manovra di primaria importanza al momento di analizzare le ipotesi di rischio é la fuga dal Terminale in una situazione di emergenza per la quale dovrà essere permanentemente disponibile la sufficiente potenza di rimorchio per portare la nave fuori dal Porto.

Sono state inoltre considerate situazioni di rischio nelle quali la risposta alla situazione di emergenza potrà essere diversa a seconda delle circostanze: ad esempio, nel caso di rottura di un cavo di rimorchio attraverso l'uso immediato di un altro rimorchiatore posto permanentemente in "stand-by".

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

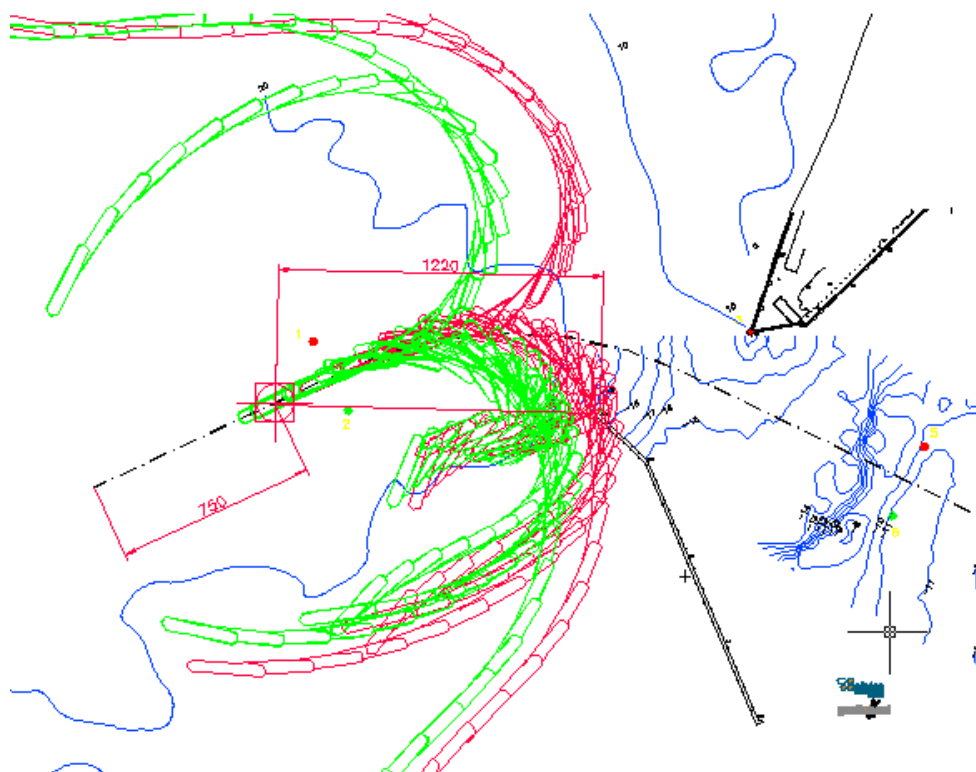
Manovra di fuga all'esterno del Porto: Queste manovre analizzano la traiettoria seguita dalla nave metaniera nel caso in cui la nave, durante l'avvicinamento al Porto, ponga il timone al valore massimo di una determinata banda, mantenendo invariato il regime di macchina.

Sono state simulate per questo caso un totale di 17 manovre, applicando a queste le condizioni meteorologiche corrispondenti ai 3 Scenari scelti per le simulazioni con autopilota.

Si considera la manovra come fallita quando la nave arriva a passare ad una distanza inferiore alle 2 larghezze rispetto alla struttura o la linea batimetrica dove si produrrà l'incaglio.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA



Dalle traiettorie individuate nei diversi casi di fuga (in verde le manovre che sono risultate accettabili) si può concludere che il punto di non ritorno è situato alla progressiva PK 750 della rotta di accesso.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

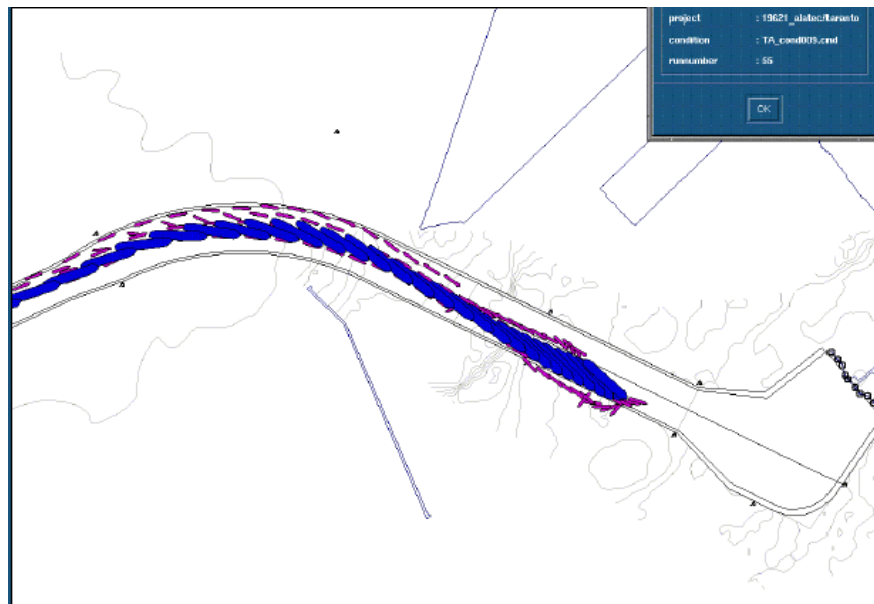
MANOVRE DI EMERGENZA

Estinzione del'abbrivio o controllo della navigazione della nave con assistenza dei rimorchiatori (in caso di "black-out"): Rappresenta la traiettoria che seguirà una nave che resti senza propulsione ed il cui arresto resta affidato esclusivamente ai rimorchiatori.

Come conseguenza della gravità di un tale guasto, l'analisi dello stesso e la valutazione della risposta della nave assistita dai rimorchiatori, sono state condotte attraverso simulazioni di manovra in tempo reale.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA



Speed [kn]	Start	Tugs	wind (m/s)	Swell (m)	Current toward (m/s)
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	SW 14	SW 2.0m	ESE 0.15m/s
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	S 14	S 2.0m	NNE 0.2m/s
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	ENE 16	no	no

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

Manovre di arresto con macchina “indietro tutta” : Queste manovre, simulate con autopilota SHIPMA 6.1.3, analizzano la traiettoria che sarà percorsa da una metaniera nell’ipotesi che la nave effettui una fermata di emergenza con la macchine in regime di “*indietro tutta*”.

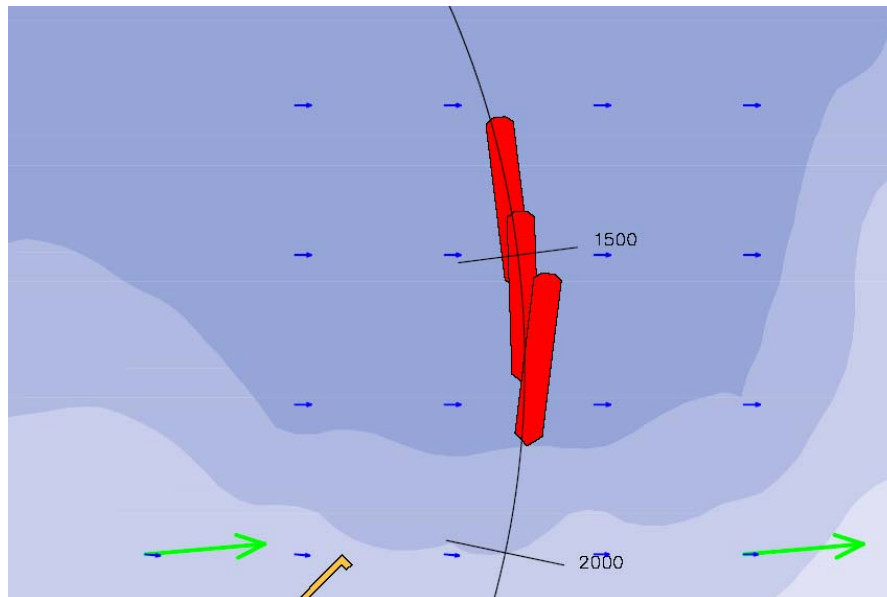
È stata ipotizzata questa manovra di emergenza come conseguenza di un blocco accidentale del timone in una o l’altra direzione, con la nave che forza l’estinzione del proprio moto per mantenere entro il minimo spazio possibile la propria direzione rispetto alla rotta stabilita.

Il punto di inizio della manovra si situa alla progressiva PK 1400. Questo punto appare critico nel canale di navigazione a causa del rischio di collisione con i pontili del terminale di prodotti petroliferi.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

Simulazione N°	Velocità	Vento (nodi)	ONDE (m)	RISULTATI
1	5.5 nodi	SW 32	SW 2	Accettabile
2	5.5 nodi	S 32	S 1	Accettabile
3	5.5 nodi	ENE 28	-	Accettabile



I risultati grafici mostrano che questa manovra di fermata si possa realizzare in un qualsiasi punto della traiettoria, poiché lo spazio percorso durante la estinzione dell' abbrivio non é superiore a 1,5 volte la lunghezza della nave.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

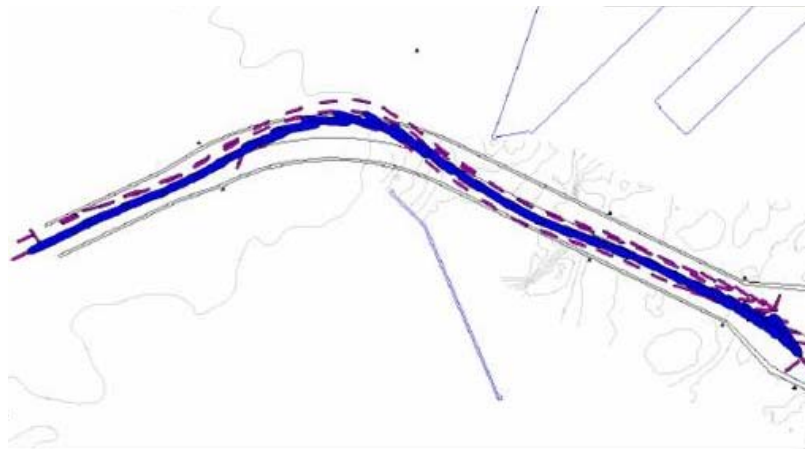
MANOVRE DI EMERGENZA

Manovre di emergenza per la rottura di un cavo di rimorchio: Data l'incertezza generata da questo tipo di emergenza, le manovre sono state analizzate in tempo reale, dove é possibile modellizzare adeguatamente le interazioni tra gli equipaggi dei rimorchiatori ed il comandante della metaniera.

Ancorché le emergenze siano state analizzate per le operazioni di ingresso al Porto, come situazioni piú sfavorevoli dovute alle limitazioni imposte alla velocità della nave, le conclusioni ottenute risulteranno applicabili anche alle operazioni di uscita dal Porto.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA



Speed [kn]	Start	Tugs	wind (m/s)	Swell (m)	Current toward (m/s)
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	SW 14	SW 2.0m	ESE 0.15m/s
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	S 14	S 2.0m	NNE 0.2m/s
5.5	1378 m from start point	2 Schottel 44t; 2 Convencionales (42t y 36 t)	ENE 16	no	no

I risultati delle simulazioni indicano che lo scenario più sfavorevole è quello corrispondente allo scenario 4, in cui si è simulata la rottura delle linee di poppa del rimorchiatore durante la riduzione di velocità nel tratto curvo. Dovuto a questo guasto nelle linee del rimorchiatore, la nave passa per il Terminale dei containers ad una velocità eccessiva, tuttavia arriva all'area di virata sotto controllo.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

MANOVRE DI EMERGENZA

Uscite in emergenza: Il principale aspetto da considerare in questa manovra é che si realizzerà sempre in condizioni meteorologiche non superiori al limite consentito per la permanenza , giacchè, qualora la situazione di emergenza si presentasse una volta superati tali limiti meteorologici, la nave avrebbe già abbandonato il Terminale stesso.

Considerando che la metaniera navigherà con l'assistenza di 5 rimorchiatori durante le operazioni di uscita questo tipo di manovra consentirà di fare fronte, in modo soddisfacente, a qualsiasi ipotesi di rischio, dato che i 5 rimorchiatori possono portare fuori dal Porto la nave anche qualora si verificasse una avaria al proprio sistema di propulsione.

Allo scopo di disporre di condizioni ottime per l'uscita della nave in caso di emergenza viene raccomandato che le navi destinate al Progetto dispongano di eliche trasversali di prua. Nel caso in cui le metaniere in questione non disponessero di tali eliche si raccomanda lasciare un ancora affondata a babordo della prua per facilitare l'uscita in caso di emergenza. Quest'ancora non deve interferire con il canale di navigazione.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

ANALISI DEL RISCHIO

Una volta analizzata l'utilità delle differenti manovre riepito alle diverse ipotesi di rischio riepilogate precedentemente, é stata elaborata una matrice per valutare il rischio corrispondente a ciascuna ipotesi.

			PROBABILITÀ DELL'EVENTO		
			BASSA Molto improbabile (Non accade quasi mai)	MEDIA Possibile (Accade qualche volta)	ALTA Molto probabile (Accade frequentemente)
Gravità delle conseguenze	MA Valutazione molto alta della gravità	16-21	ALTO	ALTO	MOLTO ALTO
	A Valutazione alta della gravità	12-15	MEDIO	ALTO	ALTO
	M Valutazione media della gravità	8-11	MEDIO e.2.2)a4)a5)a1)	MEDIO	ALTO
	B Valutazione bassa della gravità	0-7	BASSO a2)a3)e.2.1)b1)b2)	MEDIO b3)c1)c2)d3)e1)f.2	MEDIO

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

ANALISI DEL RISCHIO

			PROBABILITÀ DELL'EVENTO		
			BASSA Molto improbabile (Non accade quasi mai)	MEDIA Possibile (Accade qualche volta)	ALTA Molto probabile (Accade frequentemente)
Gravità delle conseguenze	MA Valore molto alto della gravità	16-21	A	A	MA
	A Valore alto della gravità	12-15	M	A	A
	M Valore medio della gravità	8-11	M	M	A
	B Valore basso della gravità	0-7	B	M	M

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELLE ATTIVITÀ NAUTICHE

INTERPRETAZIONE DELLA MATRICE

Come si deduce dall'analisi precedente, in 5 delle 15 ipotesi di errore/guasto analizzati, il rischio é Basso ed in 10 il rischio é Medio. Di questi 10 casi, in 4 di essi la possibilità che si presenti quanto ipotizzato é Bassa e la qualificazione del rischio é di conseguenza Media; questi 4 casi corrispondono a quelli supposti di seguito:

- e.2.2 L'ostruzione non si elimina rapidamente e disturba le successive manovre
- a.4), a.5) Perdita del timone o blocco in posizione statica
- a.1) Caduta completa dei sistemi di propulsione nella parte anteriore e posteriore della nave

Le altre 6 ipotesi di rischio con classificazione "Media", hanno un basso valore di gravità, tuttavia questa qualificazione di rischio si presenta con una media probabilità. Le ipotesi sono le seguenti:

- b.3. Errore di comunicazione con tempi di reazione molto più lunghi del normale.
- c.1. Perdita completa di governo di uno dei rimorchiatori che intervengono nella manovra.
- c.2. Rottura di un cavo del rimorchio
- d.3. Abbandono d'emergenza del terminale
- e.1. Emergenza in un attracco successivo che obbliga alla rinuncia della manovra
- f.2 Peggioramento repentino delle condizioni meteorologiche

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DEL RISCHIO

Come risultato di questa analisi di rischio si stabiliscono i requisiti, le raccomandazioni e le procedure di sicurezza necessari durante il trasferimento del carico e le altre operazioni previste durante la permanenza della nave attraccata al pontile. Queste combinazioni di fattori, congiuntamente agli altri parametri di progetto o del contesto portuale permetteranno di determinare un Piano di Sicurezza e di Emergenza Complessivo che risponderà adeguatamente alle diverse prevedibili condizioni operative

La Normativa internazionale specifica applicabile all'Interfaccia si basa sostanzialmente sui seguenti documenti :

- EN 1532 - Installazione ed attrezzatura per gas naturale liquefatto/Nave all'attracco per gas naturale liquefatto
- EN 1473 - Installazione ed attrezzatura per gas naturale liquefatto/Progettazione delle installazioni a terra
- NFPA 59A - "Standard" per la produzione, lo stoccaggio e la gestione di gas naturale liquefatto
- NFPA 30 - Codice dei combustibili liquidi infiammabili.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DEL RISCHIO

I rischi relativi all'interfaccia nave-impianto possono essere di natura diversa e possono essere classificati, in via generale come segue:

- rischi a terra relativi alle attrezzature per lo scarico del GNL nel Terminale: si riferiscono, principalmente, a tutte quelle ipotesi che riguardano i bracci di scarico, le tubazioni, le apparecchiature (valvole, giunzioni, etc.) che possono causare perdita di GNL o di altri prodotti con potenziale incendio per le installazioni.
- rischi relativi alle attrezzature del Terminale ed alle operazioni di attracco e ormeggio delle navi metaniere. Comprende tutti quegli elementi come le opere di protezione, ganci a stacco rapido, passerelle di accesso alla nave e sistemi di rinforzo e di emergenza collegati alla stessa, e quelli relativi ai propri elementi di collegamento (linee d'attracco, verricelli etc.) della nave al Terminale.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO DELLE IPOTESI DI RISCHIO

Operazioni nautiche - Per la valutazione delle probabilità di accadimento delle diverse ipotesi di rischio relative alle operazioni nautiche nell'interfaccia si è fatto ricorso ai dati storici raccolti da diverse organizzazioni, come ad esempio quelli della banca dati MIDAS (Major Hazard Incidents Data Service) già inclusi nella documentazione elaborata in precedenza per questo progetto da MEDEA o dell'Institute for Energy, Law and Enterprise dell'Università di Houston.

Tipo di incidente	Probabilità di errore (numero eventi/operazioni)	Probabilità di errore nella fase di esercizio (n° eventi/anno)
Incendio in sala macchine	7.50E -05	8.18 E-03
Collisione con il molo durante l'attracco	2.50E -05	2.75 E-03
Impatto di un'altra nave con la nave metaniera	2.5E-05	2.73 E03
Impatto di un'altra nave contro le tubazioni	2.5E-05	2.73 E-03
Rottura dei cavi d'ormeggio	2.50E-05	2.75 E-03

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO DELLE IPOTESI DI RISCHIO

OPERAZIONI INDUSTRIALI – La maggior parte delle ipotesi di rischio industriale è assimilabile a quelli prodotti in tubazioni “equivalenti” ed i relativi elementi di collegamento come valvole, flange ed apparati di misura e strumentazione.

Pertanto la presente analisi é stata sviluppata in particolare nella definizione della probabilità di guasto corrispondente a questi elementi, relativamente ai quali esistono numerosi data base.

Attraverso i “tassi di rottura” sono state stabilite le seguenti probabilità di guasto.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

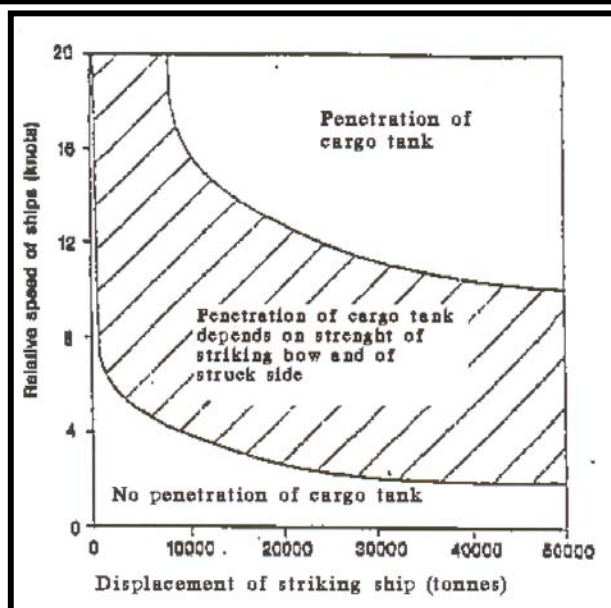
VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DI ACCADIMENTO DELLE IPOTESI DI RISCHIO

EVENTO INIZIATORE	Diametro	Probabilità di rottura – evento/anno	Probabilità (eventi/anno)			
			<i>Pool fire</i>	UVCE	<i>Flash fire</i>	<i>Jet fire</i>
Guasto nella linea di scarica	1"	1.43E-04	8.45E-06	5.83E-08	9.65E-06	4.29E-06
	4"	8.44E-05	1.06E-05	3.61E-07	2.37E-05	4.22E-06
Guasto nella linea di ritorno	1"	1.43E-04	-	5.83E-08	9.65E-06	4.29E-06
	4"	8.44E-05	-	3.61E-07	2.37E-05	4.22E-06
Guasto nella linea di ricircolo GNL	1"	6.45E-04	3.81E-05	2.63E-07	4.35E-05	1.94E-05
Guasto per collisione contro tubazioni	-	1.12E-08	1.41E-09	9.58E-12	3.18E-09	5.60E-10

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE DELLE IPOTESI DI RISCHIO ALL'ATTRACCO ED ALL'ORMEGGIO DELLA NAVE

Collisione tra una nave metaniera ormeggiata ed una nave in navigazione - Per evitare la perforazione del serbatoio della nave metaniera verrà determinata la velocità massima alla quale la nave in navigazione può collidere senza che si produca una perforazione nello scafo.



Secondo le profondità ed il tipo di merce presente nei terminali il cui traffico influenza la sicurezza della nave metaniera, sono stati stimati i livelli di soglia per ciascuna tipologia di nave partendo dalla Tab. 3.1 della Norma ROM 3.1-99. Attraverso il grafico illustrato a sinistra è stata individuata la velocità che non produce la perforazione dello scafo della nave metaniera. Questa velocità è pari a 3 nodi.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE DELLE IPOTESI DI RISCHIO ALL'ATTRACCO ED ALL'ORMEGGIO DELLA NAVE

Rottura di un cavo o di una catena di ormeggio - Per lo studio delle principali ipotesi di errore relative all' ormeggio sicuro della nave metaniera é stata effettuata una analisi dettagliata relativamente alla nave ormeggiata con un doppio obiettivo:

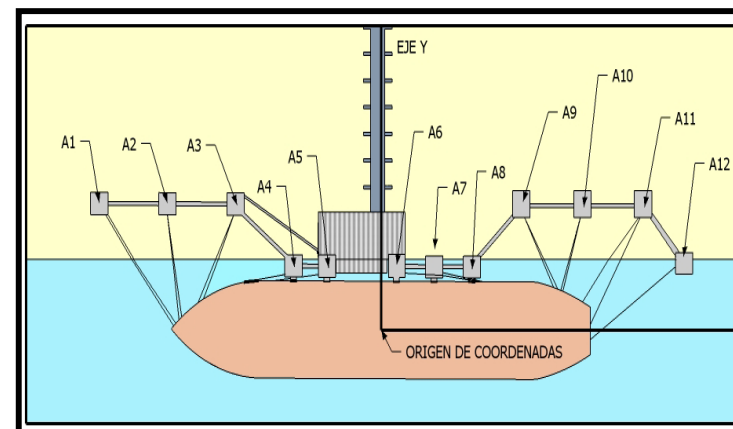
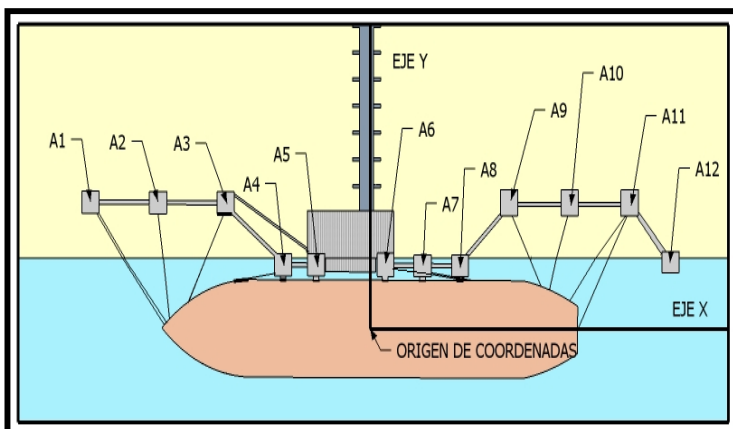
- determinare i movimenti della nave nelle condizioni meteorologiche piú sfavorevoli
- determinare l'incidenza che una eventuale rottura di un attracco potrebbe avere in tale movimento valutando un doppio rischio
 - che i movimenti della nave, in tale situazione, siano incompatibili con quelli dei bracci di scarico, ovvero
 - che come conseguenza di tale rottura si possa creare un sovraccarico delle altre linee di attracco, producendo un progressivo rischio di solidità del sistema di attracco tale da non garantire la permanenza controllata della nave nel Terminale.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE DELLE IPOTESI DI RISCHIO ALL'ATTRACCO ED ALL'ORMEGGIO DELLA NAVE

Da questo studio si può concludere che in qualsiasi delle ipotesi analizzate, incluse le ipotesi di rottura accidentale di un ormeggio, il movimento della nave risulterà inferiore a 10 cm, mantenendo quindi un elevato livello di sicurezza rispetto ai movimenti accettabili dai bracci di scarico.

Nell'ipotesi di una rottura accidentale di un ormeggio la tensione massima ridistribuita sull'ormeggio più sollecitato, aumentata del 150% per assorbire possibili effetti dinamici, raggiungerebbe un 64% del carico di rottura. Questa percentuale di carico (64%) si considera accettabile in accordo ai criteri disposti dalla Norma ROM 3.1-99 Sezione 2.6.



STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE NELLE IPOTESI RELATIVE ALLE OPERAZIONI INDUSTRIALI DELL'INTERFACCIA

Il GNL é infiammabile nelle concentrazioni comprese tra il 5% (LFL-Limite inferiore di infiammabilità) ed il 15% (UFL-Limite superiore di infiammabilità) in volume quando mescolato all'aria.

In questi casi qualsiasi scintilla o superficie calda (superiore ai 540°) provocherà l'accensione.

L'accensione di una pozza di GNL produce una fiamma pulita con una piccola diffusione di fumo. La radiazione termica della fiamma riscalda il GNL producendo un incremento della percentuale di evaporazione del GNL.

Additionalmente il vento produce un effetto di diffusione dell'incendio fuori dai limiti della pozza generando nuovi piccoli fuochi.

La radiazione termica di un fuoco improvviso (flash-fire) é relativamente piccola a causa della limitata durata e non é generalmente significativa in termini di danni ad apparecchiature o strutture. Senza dubbio, peraltro, può provocare ustioni severe e lesioni importanti alle persone.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE NELLE IPOTESI RELATIVE ALLE OPERAZIONI INDUSTRIALI DELL'INTERFACCIA

Per valutare gli effetti della radiazione e della dispersione termica sono stati utilizzati i risultati ottenuti dalla Medea attraverso il modello di simulazione "TORCIA" per le diverse velocità del vento.

Con questi dati e con i parametri accettabili imposti dalla Norma EN 1473, è stato possibile valutare le conseguenze delle perdite.

L'irraggiamento da jet-fire è molto intenso a causa del rapido contatto dell'aria con la superficie termica. La fiamma potrà raggiungere strutture ed apparecchiature con livelli di irraggiamento dell'ordine di 250-300 Kw/m² in grado di produrre danni consistenti.

Infine l'irraggiamento da pool-fire comporta una minore radiazione termica (150-200 Kw/m² alla sorgente) ma in generale, la durata dell'irraggiamento causato è fortemente influenzata dalla estensione della sorgente, perciò per il calcolo delle distanze di sicurezza è necessario valutare correttamente i livelli di radiazione termica ad essa connessi in caso di incidente.

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

ANALISI DELLE CONSEGUENZE NELLE IPOTESI RELATIVE ALLE OPERAZIONI INDUSTRIALI DELL'INTERFACCIA

La valorizzazione dei distinti esempi di rischio si realizza in accordo alla EN-1473. In accordo alla “classe” di conseguenze e probabilità è stata redatta una matrice di valutazione dalla quale si ricava il livello di rischio. In relazione ai valori ottenuti di rischio industriale e nautico si stabiliscono misure preventive e correzioni.

1.- *Determinación del nivel de riesgo dentro de los límites de la planta*

CLASES DE PROBABILIDAD	Sin C.	Reparables	Importantes	Graves	Catastróficas
No cuantificable	3	3	3	3	3
Enteramente improbable (< 10 ⁻⁶ /año)	3	3	3	3	3
Sumamente raro (10 ⁻⁶ a 10 ⁻⁵ /año)	3	3	3	2	2
Raro (10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁴ /año)	3	3	2	2	1
Posible (10 ⁻⁴ a 10 ⁻³ /año)	3	2	2	1	1
Frecuente (> 10 ⁻³)	3	2	2	1	1

STUDIO DI RISCHI ACCIDENTALI NELL'INTERFACCIA NAVE-TERRA

VALUTAZIONE DELLE DIVERSE IPOTESI DI RISCHIO

Le principali conclusioni dello studio svolto sono:

–Il terminale di ricezione e rigassificazione GNL di Taranto é dotato dei sistemi di sicurezza necessari per un'adeguata gestione dei processi in relazione all'interfaccia nave-terra.

–I procedimenti operativi previsti per il funzionamento del terminale comprendono azioni e misure preventive con l'obiettivo di ridurre le probabilità di incidenti e migliorare la gestione stessa in caso di accadimento.

–La valorizzazione di qualunque ipotesi di rischio in queste circostanze si trova entro limiti accettabili in accordo alla normativa vigente.

In base agli studi ed analisi condotti, si può concludere che l'interfaccia nave-terra e le operazioni in relazione al soggiorno della nave nel terminale sono in sicurezza, in accordo ai criteri posti dalla normativa applicata ai terminali GNL.