

FATTIBILITA' DI UN ACCESSO MARITTIMO ALTERNATIVO AL TERMINALE GNL DI TARANTO

FATTIBILITA' DI UN ACCESSO MARITTIMO ALTERNATIVO AL TERMINALE GNL DI TARANTO

1. INTRODUZIONE

Si esamina in questo documento la viabilità di accesso delle navi metaniere al nuovo Terminale GNL nel Porto di Taranto attraverso un accesso alternativo a quello attualmente esistente (di fronte al Canale Nord) adibito al transito delle navi per il trasporto di merci pericolose. Il Canale Nord si sviluppa lungo i bordi a nord delle rade della zona, ed entra nella darsena attraverso un'apertura formata all'estremo nord della diga libera frangiflutti ed al capo del terminale di contenimento.

Per trovare una rotta alternativa al Canale Nord si studiano tre alternative di accesso al Terminale, due delle quali (Alternativa 1 ed Alternativa 2) per la zona a Sud della diga libera frangiflutti, piú una terza alternativa (Alternativa 3) che si sviluppa attraverso una superficie attualmente destinata alle due aree di fonda esistenti nella zona. La rotta Alternativa 1 scorre parallela al limite sud della zona di fonda, con un asse di separazione di circa 650 m dai limiti di questa area, e svolta fino all'area di evoluzione del Terminale GNL attraverso un canale situato a mezza distanza tra la diga libera frangiflutti e le dighe del Mar grande che si estendono tra Lo Scanno e La Rondinella. L'Alternativa 2 si disegna con un tracciato molto in prossimità del limite dell'area di fonda esistente, al fine di sfruttare una serie di zone che dispongono di una profondità che in principio sembrava sufficiente per la navigazione delle piú grandi navi metaniere. In questa Alternativa 2 la rotta d'entrata si estenderà fino all'estremità sud della diga frangiflutti per prendere la rotta fino all'area di approdo al Terminale. L'Alternativa 3, si traccia piú al nord, evitando i bassi fondali della zona sud e attraversando l'area di fonda attualmente esistente, ma passando molto vicino all'estremità sud della diga. Nel capoverso 2 di questo documento si definiscono le rotte di entrata delle tre alternative analizzate.

Per ogni alternativa si tratterà la rotta d'entrata delle maggiori navi metaniere, valutando le loro caratteristiche operative, il livello di sicurezza ed il volume ed il costo della realizzazione del dragaggio.

La nave analizzata per l'analisi di viabilità della rotta del Canale Sud é una nave metaniere da 140000 m³, con le seguenti caratteristiche:

NAVE	GNL1 massimo Serbatoio sferico
Capacità (m ³)	140000
TPM	70000
Lunghezza f.t. (m)	292
Lunghezza p.p. (m)	277
Larghezza B (m)	46.9
puntale (m)	28.4
$\Delta(t.)$ max.	101588
$\Delta(t.)$ las.	84088
pescaggio max (m)	11.7
pescaggio las (m)	9.4
Coefficiente di blocco (Cb)	0.67
A_{LV} (m ²) mx	7658
A_{TV} (m ²) mx	1842
A_{LV} (m ²) las	8297
A_{TV} (m ²) las	1951
sovrastuttura	poppa
Velocità di servizio (nodi)	19.0

2. DEFINIZIONE DELLA ROTTA D'ENTRATA E CONDIZIONI DI OPERAZIONE

ALTERNATIVA 1

In ognuno dei tratti della via descritta sotto si considerano le stesse condizioni climatiche limite per le operazioni stabilite nel Progetto di base del Terminale GNL. I venti trasversali ammissibili potranno variare tra 11 m/s e 14 m/s. L'altezza massima delle onde potrà raggiungere il valore: $1\text{ m} < H_s < 2\text{ m}$, indipendentemente dalla direzione di provenienza.

TRATTO 1

Il Canale Sud inizia a circa 1600 m ovest della Punta della Forca dell'Isola di San Pietro. All'inizio di questo primo tratto la nave tiene la rotta di 65° , la stessa che nel tratto iniziale della rotta del canale nord. La traiettoria si curva, con un raggio di curvatura di circa 3280 m, come dire, 10.9 volte la lunghezza della nave. La lunghezza di questo primo tratto è di circa 2400 m, e le profondità variano tra 10 e 17 m rispetto alla bassa marea media equinoziale (BME). Le navi possono navigare in questo tratto ad alta velocità, tra 5 e 6 m/s per poter mantenere il controllo della nave senza l'aiuto di rimorchiatori, non essendoci pericoli vicini. Queste velocità sono quelle abitualmente permesse dalla navigazione per le acque esterne in prossimità dei porti. L'ampiezza della rotta stabilita in questo tratto è di 300 m

TRATTO 2

Il tratto 2 scorre in traiettoria retta con rotta di 30° ed ha una lunghezza di 1480 m. Le profondità variano tra 7 e 11 m, e la nave si trova già in acque che possono essere classificate, in accordo al criterio ROM, come "non protette" con onde di altezza uguale o minore di 1 m. Per questo motivo la velocità in questo tratto può ridursi fino a 3 m/s (6 nodi). La nave navigherà entro delle boe allineate di tribordo e babordo, non esistendo pericoli in prossimità della struttura o faraglioni che costituiscano rischi di collisione per la nave, ad eccezione dei bassi fondali di roccia in prossimità della via. Nella seconda metà del percorso di questo tratto la velocità della nave si andrà riducendo fino a raggiungere la minor velocità di governo che permetta il collegamento dei rimorchiatori che a partire da ora accompagneranno la nave fino al Terminale. La flotta dei rimorchiatori prevista è la stessa prevista nello studio nautico del Progetto di base del Terminale GNL di Taranto, e consisterà, composta in condizioni normali di operazione, da un minimo di due rimorchiatori di propulsione Schottel e due rimorchiatori di propulsione convenzionale, che siano in grado di disporre, tanto a prua come a poppa, di un minimo di 90 t di traino effettivo.

TRATTO 3

Il tratto 3 è l'ultimo dell'accostamento. Scorre in un tratto curvo fino all'area di evoluzione con un raggio di curvatura di 2380 m, come dire, 7.9 lunghezze della nave, di gran lunga superiore alle 5 lunghezze raccomandate in questo tratto curvo dalla ROM 3.1-99 e PIANC.

Questa zona di navigazione si può considerare come "poco protetta", in quanto possono penetrare ondate da SW, anche se molto attenuate.

All'inizio di questo tratto, la nave inizia la fase di rallentamento. Si considera che la velocità della nave all'entrata di questo tratto non supererà i 5 nodi. Tuttavia, ai fini della valutazione della distanza di arresto, si ammetterà una velocità della nave di 3 m/s.

La figura 1 rappresenta la rotta d'accesso al Terminale GNL per il Canale Sud.

ALTERNATIVA 2

Il disegno dell'Alternativa 2 è orientato su una rotta simile all'Alternativa 1, ma con l'asse spostato fino ai limiti dell'area di fonda. In questo modo, il suo tracciato sfrutta il beneficio delle maggiori profondità esistenti nella zona minimizzando al tempo stesso la necessità di dragare i bassi fondali di roccia che si possono incontrare sulla rotta, e mantenendo una minima distanza di sicurezza (> 100 m) dai limiti dell'area di fonda per prevenire la collisione con navi ancorate in prossimità.

Per questa Alternativa 2 si definiscono lo stesso numero di tratti, e gli stessi raggi di curvatura.

Una differenza operativa fondamentale con l'Alternativa 1 è che nell'Alternativa 2 le navi devono essere accompagnate da rimorchiatori fino dall'inizio della manovra di avvicinamento al fine di evitare una collisione con le navi ancorate nella zona, o con bassi fondali situati nelle vicinanze in caso di avaria o perdita di governo della nave per black-out.

Per questa ragione, le navi dovranno avvicinarsi o allontanarsi dal Terminale con una velocità di navigazione sufficientemente bassa, il che potrebbe creare difficoltà nel manovrare la nave, anche con l'ausilio dei rimorchiatori, e nel caso di condizioni climatiche avverse.

La manovra di arresto si inizia nel tratto 3 come nell'Alternativa 1. Il disegno della rotta alternativa 2 è raffigurato nella figura 2.

ALTERNATIVA 3

L'alternativa 3 presuppone di poter attraversare la zona che attualmente occupa le aree di fonda annesse al Porto di Taranto. In questo caso, si traccia una rotta con tre tratti, il secondo dei quali si sviluppa in curva

Il primo tratto si inizia a nord dell'area di precauzione segnata sulle carte nautiche e si svolge in direzione W-E, con una lunghezza di circa 900 m. In seguito si inizia un tratto curvo che termina vicino all'estremità sud della diga frangiflutti, continuando poi in un terzo tratto diritto che finisce nell'area di evoluzione. Il raggio di curvatura del tratto curvo è di 3100 m.

Il vantaggio di questa alternativa sta nel transitare in zone senza la vicinanza di bassi fondali di roccia, il che preuppone un ridotto investimento nei dragaggi.

Lo svantaggio di questa alternativa è che si passa molto vicini all'estremità sud della diga (120 m, come nel caso della rotta del progetto di base) il che suppone un fattore di rischio nautico maggiore e che dovrà essere analizzato con uno studio specifico nel caso che questa alternativa venga proposta dalle Autorità del Porto di Taranto.

Il disegno di questa rotta è raffigurato nella figura 3. 3.

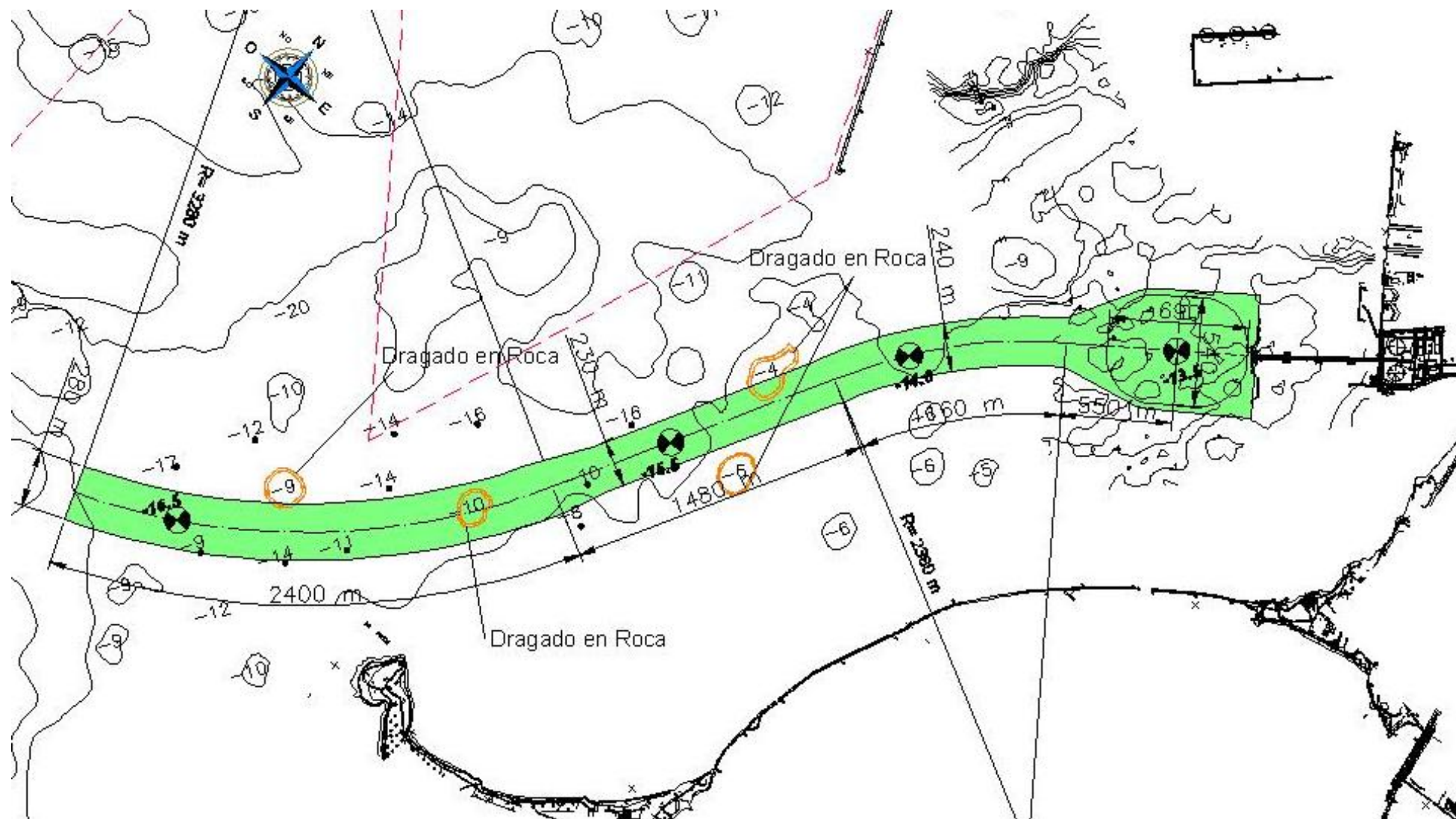


figura 1. Rotta di accesso al Terminale GNL dal "Canale Sud" ALTERNATIVA 1

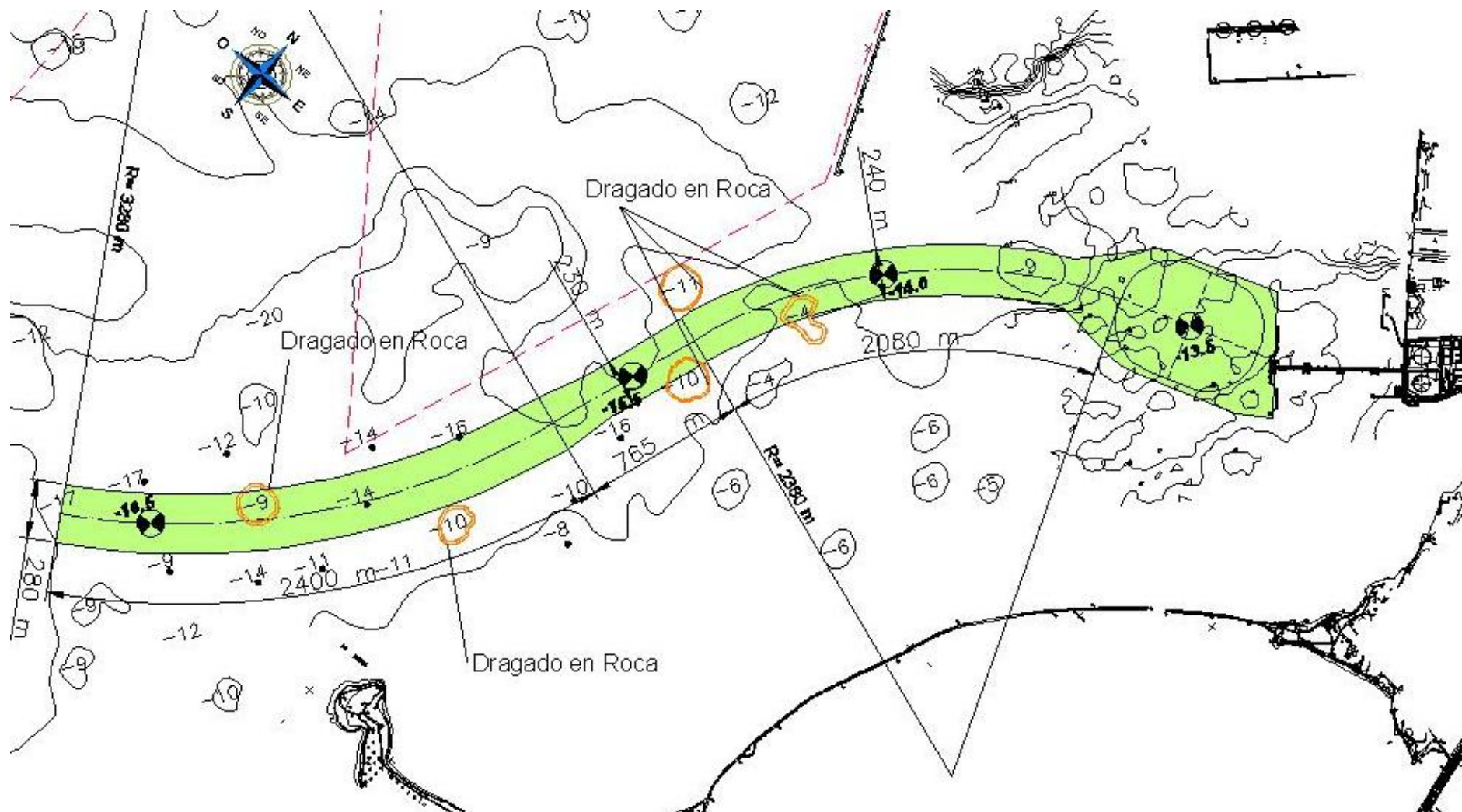


figura 2. Rotta di accesso al Terminale GNL dal “Canale Sud” ALTERNATIVA 2

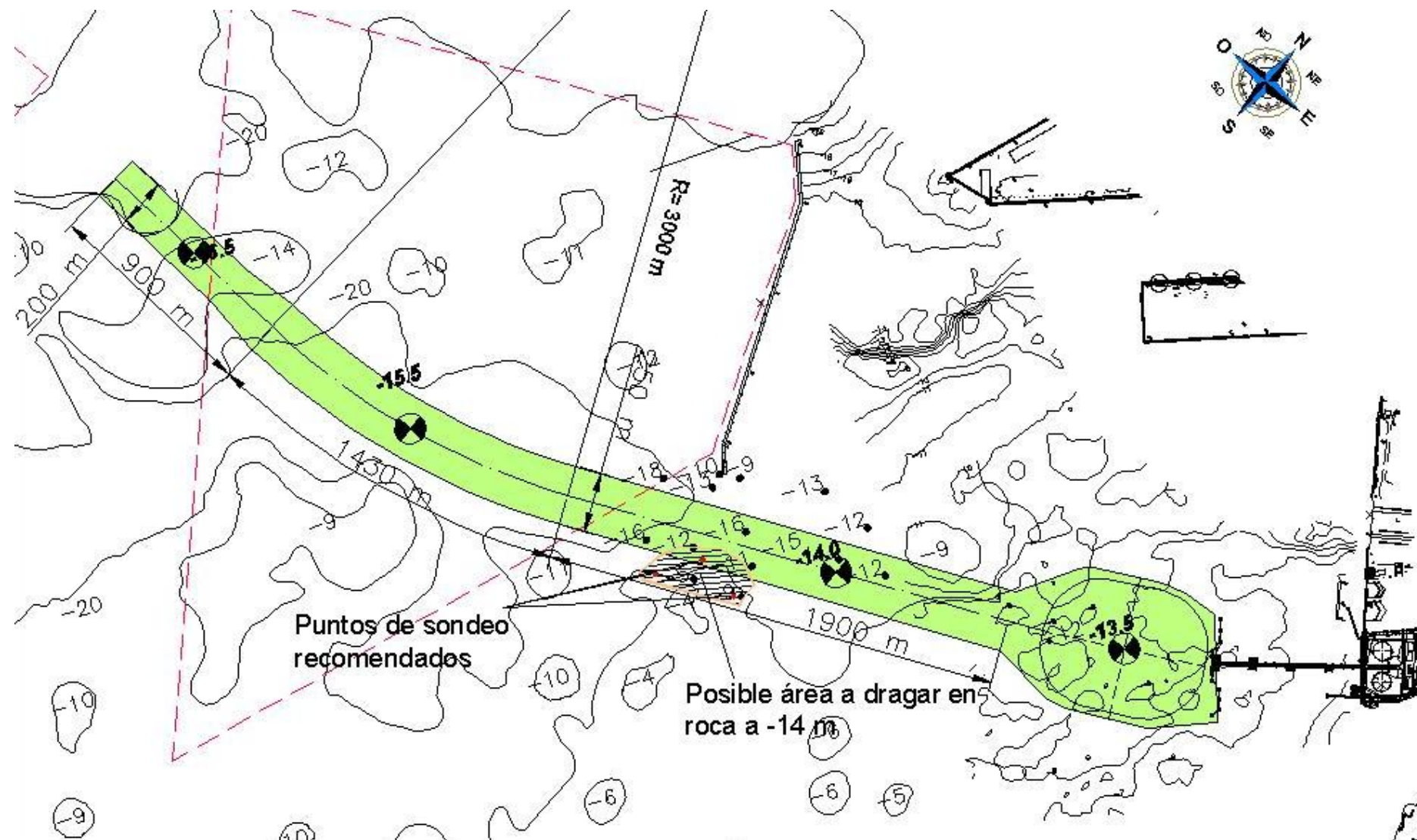


figura 3. Rotta di acceso al Terminale GNL. ALTERNATIVA 3

3. DIMENSIONAMENTO IN PROFONDITA' DELLE VIE DI NAVIGAZIONE E MANOVRA

ALTERNATIVA 1 e ALTERNATIVA 2

Per ciascuna delle tre alternative la profondità necessaria in questo tratto si determina secondo i criteri empirici della ROM 3.1.99 che si trovano nel paragrafo 7.2.6 di questa pubblicazione, e che si ritengono sufficientemente validi agli effetti di questo studio.

TRATTO 1

In base a questi criteri per la navigazione in acque esterne non protette, la profondità necessaria può essere stimata applicando i seguenti parametri :

Onde con $H_s \leq 1.0$ m 1.3 volte il pescaggio dello scafo della nave
Onde con $H_s \leq 2.0$ m 1.5 volte il pescaggio dello scafo della nave

Nel tratto 1 di ciascuna delle tre alternative, e in linea con le caratteristiche del clima marittimo analizzato nel progetto di base potrebbero presentarsi, in condizioni limite di approssimazione, ondate con altezze significative uguali o maggiori di 1 , ma con poca probabilità di arrivare al limite di 2 m.

Pertanto la stima della profondità necessaria si otterrà interpolando tra i parametri 1.3 e 1.5 suddetti.

La profondità necessaria totale in questa sezione sarà $11.7 * 1.4 \approx 16.5$ m rispetto a MBE.

TRATTO 2

In questo tratto, nelle alternative 1 e 2 le navi hanno superato l'isola di San Pietro ed entrano in acque dove l'altezza delle onde diminuisce sia per la forma della costa che a seguito di fenomeni di risacca e di bassi fondali.

Nell'alternativa 3 si può applicare lo stesso criterio per condurre la nave in un tratto più vicino alla costa dove le ondate hanno perso energia.

La profondità necessaria, in base alla valutazione della ROM 3.1.99 , si otterrà applicando un parametro di sicurezza pari a 1.3 volte il pescaggio della nave, ottenendo :

$11.7 * 1.3 \approx 15.5$ m rispetto alla Bassa marea media equinoziale (BME)

TRATTO 3

In questo tratto, per ciascuna delle tre alternative, le navi si trovano in acque che si possono considerare non totalmente protette, per quanto con protezione sufficiente per il fatto che le ondate sono molto ridotte.

La profondità necessaria, in base alla valutazione della ROM 3.1.99 , si otterrà applicando un parametro di sicurezza pari a 1.2 volte il pescaggio della nave, ottenendo :

$11.7 * 1.2 \approx 14.0$ m rispetto alla Bassa marea media equinoziale (BME)

AREA di EVOLUZIONE

La profondità nell'area di evoluzione sarà quella ottenuta nel progetto di base : 13.5 m rispetto alla Bassa marea media equinoziale (BME)

4. DIMENSIONAMENTO IN PIANTA DELLE VIE DI NAVIGAZIONE E MANOVRA

Aree di navigazione Alternativa 1 e Alternativa 2

Dato che le alternative 1 e 2 sono di disegno simile, la valutazione dell' ampiezza viene considerata uguale per entrambe le rotte secondo i criteri di misura inclusi nel " Approach Channels. A guide for Design " del PIANC (Permanent International Association of Navigation Congress)

TRATTO 1

- Ampiezza base di manovra, moderata manovrabilità della nave
1.5 larghezze della nave
- Venti trasversali moderati (Beaufort 4-7), velocità media (4-6 m/s)
0.4 larghezze della nave
- Correnti trasversali basse(0.2-0.5 nodi) velocità media della nave
0.2 larghezze della nave
- Ondate con altezza significativa tra 1 e 2 m:
1.0 larghezze della nave
- Aiuto alla navigazione moderata con nebbie rare
0.2 larghezze della nave
- Profondità delle acque = 1.5 x pescaggio della nave
0 larghezze della nave
- Alto rischio del carico :
1.0 larghezze della nave
- Attenzione alla navigazione nel tratto curvo. Per un angolo medio di timone di 20°, un rapporto profondità / pescaggio di 1.5, al punto 5.9 del "Approach channels..." stabilisce la seguente ampiezza addizionale della rotta:
1.5 larghezze della nave

Ampiezza totale: $W = 6 \text{ larghezze della nave} \quad W = 6 * 47 = 280 \text{ m}$

TRATTO 2

- Ampiezza base di manovra, moderata manovrabilità della nave
1.5 larghezze della nave
- Venti trasversali moderati (Beaufort 4-7), velocità bassa (2.5-4 m/s)
0.5 larghezze della nave
- Correnti trasversali basse (0.2-0.5 nodi) velocità bassa della nave
0.3 larghezze della nave
- Ondate con altezza significativa da 1.0 fino a 1.5 m velocità bassa della nave
0.5 larghezze della nave
- Aiuti alla navigazione moderata con nebbie rare
0.2 larghezze della nave
- Profondità delle acque = 1.3 x pescaggio della nave (h/d=1.3)
0.2 larghezze della nave
- Fondale di natura arenosa intercalato da rocce, per h/d = 1.3
0.2 larghezze della nave
- Alto rischio del carico :
1.0 larghezze della nave

- Attenzione al risucchio e respinta delle sponde nei margini della via costituiti da lievi pendii di dragaggio

0.5 larghezze della nave

Ampiezza totale: $W = 4.9 \text{ larghezze della nave}$ $W = 4.9 * 47 = 230 \text{ m}$

TRATTO 3

- Ampiezza base di manovra, moderata manovrabilità della nave
1.5 larghezze della nave
- Venti trasversali moderati (Beaufort 4-7), velocità bassa (2.5-4 m/s)
0.5 larghezze della nave
- Correnti trasversali basse (0.2-0.5 nodi) velocità bassa della nave
0.3 larghezze della nave
- Ondate con altezza significativa inferiore a 1 m:
0 larghezze della nave
- Aiuti alla navigazione moderata con nebbie rare
0.2 larghezze della nave
- Profondità delle acque = 1.2 x pescaggio della nave
0.2 larghezze della nave
- Alto rischio del carico :
1.0 larghezze della nave

Ampiezza totale: $W = 5.1 \text{ larghezze della nave}$ $W = 5 * 47 = 240 \text{ m}$

Aree di navigazione ALTERNATIVA 3

Per l'Alternativa 3, che passerà molto vicino all'estremità sud della diga Frangiflutti, e a causa del quale si devono prendere le misure di sicurezza corrispondenti in previsione della possibilità della perdita accidentale del governo della nave, si adotteranno, a fronte di uno studio specifico dei rischi della navigazione, le condizioni operative determinate nel progetto di base, con limitazione della velocità nell'accesso alla diga e collegamento di tutta la flotta di rimorchiatori fin dall'inizio della manovra.

Per questo motivo, questa alternativa si disegna con dimensioni in pianta uguali a quelle del progetto di base.

TRATTO 1

Ampiezza totale: $W = 200 \text{ m}$

TRATTO 2

Ampiezza totale: $W = 250 \text{ m}$

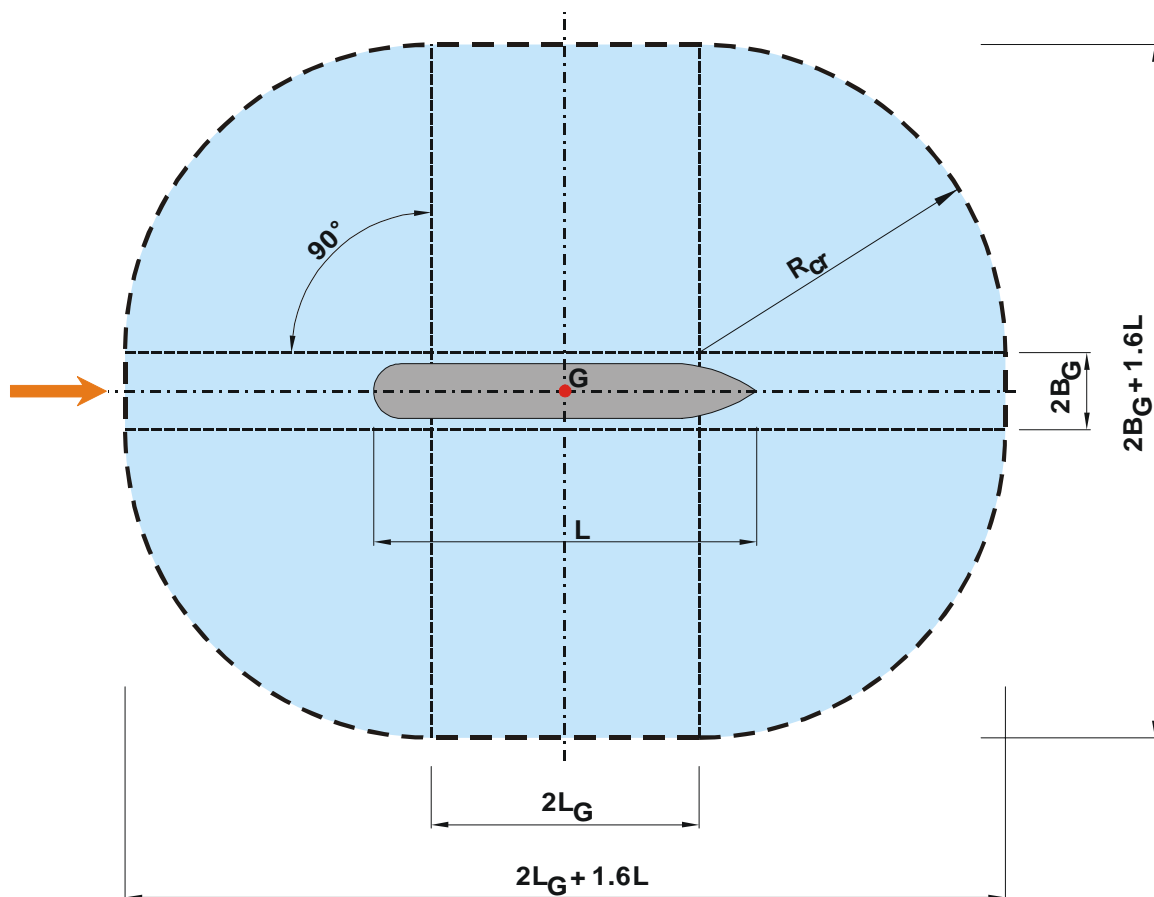
TRATTO 1

Ampiezza totale: $W = 250 \text{ m}$

Area di evoluzione ALTERNATIVE 1, 2 e 3

Le dimensioni in pianta dell'area di evoluzione sono le stesse di quelle previste nel progetto di base del terminale.

DIMENSIONAMENTO IN PIANTA DELL'AREA DI EVOLUZIONE CON L'AIUTO DEI RIMORCHIATORI	
NAVE DI PROGETTO	GNL14000
TPM	70000
Per azione simultanea di $H_s = 2$ m, $V_v = 10$ m/s; $V_c = 0,5$ m/s	
Lunghezza totale (m)	292
Larghezza (m)	46.9
Lato minore del poligono di evoluzione $2B_G + 1.6L$ (m)	525
Lato maggiore del poligono di evoluzione $2L_G + 1.6L$ (m)	671
R_{CR} (m)	233



L = ESLORA TOTAL DEL BUQUE

NOTA:

$R_{CR} \approx 0.80 L$

$L_G \approx 0.35 L$

$B_G \approx 0.10 L$

DIRECCION DE ENTRADA DEL BUQUE

5. STIMA DEI DRAGAGGI NECESSARI

ALTERNATIVA 1

TRATTO 1

La profondità media dei terreni morbidi nel tratto 1 si può stimare, solo in prima approssimazione, in 14 m rispetto alla bassa marea media equinoziale (BME).

In questo tratto si trovano due fondali bassi che potrebbero essere costituiti da roccia di maggiore o minore durezza, nel centro della via e nelle vicinanze della stessa. Entrambi i fondali bassi devono essere dragati. La quota più alta di questi fondali bassi è -10 e -9.5 , come si osserva nella figura 1. Dato che questi bassi fondali devono essere dragati fino alla quota di -16.5 m, e supponendo ipoteticamente un perdenza verso il basso di 1:2, si stima una profondità media alla quota -11.0 per i due bassi.

La profondità necessaria per la navigazione della nave metaniera da 140000 m^3 è di 17.5 m rispetto a BME. La profondità media del dragaggio con terreno morbido fino alla quota batimetrica -16.5 sarà di 2.5 m. e nella roccia sarà di 5.5 m.

Tenendo conto dello spazio occupato dai pendii del dragaggio su terreno morbido, che si definiscono in questa sezione con una pendenza 1 verticale : 6 orizzontale, la superficie in pianta della sezione 1, scontando la zona occupata da quella bassa a -9.5 (32000 m^2) è di: $683,200 \text{ m}^2$.

Per una profondità media di $2,5$ m, il volume dragato considerato in questa sezione è pari a : $1,708,000 \text{ m}^3$.

Il dragaggio in roccia potrebbe essere il 9% del dragaggio totale, con una superficie in pianta di $64,000 \text{ m}^2$ alla quota di -16.5 . Per una profondità media di 5.5 m il volume dragato considerato in questa sezione è pari a : $352,000 \text{ m}^3$.

TRATTO 2

La profondità media delle terre morbide nella sezione 2 si stima in 8.5 m rispetto a (BME). In questa sezione si incontrano due bassi fondali, uno alla quota di -3.8 all'interno della via di navigazione e un altro alla quota di -7 m a 120 m dell'estremità della stessa. Si consiglia di dragare entrambi i bassi. La profondità media globale per questi bassi fondali è stato situato al livello -6 .

La profondità necessaria per la navigazione della nave di metaniera di 140000 m^3 è di 15.5 m rispetto a BME. La profondità media di dragaggio nella terra morbida sarà di 7 m. e nella roccia di 9.5 m

I pendii avranno una pendenza 1:6 e la superficie media in pianta nella sezione 2 è di $356,028 \text{ m}^2$. La superficie del terreno roccioso da dragare è stimata in 50000 m^2 . Per una profondità media di 7 m, e stimando che il dragaggio in terra morbida è l'87 % del dragaggio totale, il volume dragato stimato in questa sezione è pari a : $2,314,200 \text{ m}^3$.

La superficie da dragare in roccia è stimata pari a 50000 m^2 . Per una profondità media di 9.5 m il volume dragato in roccia in questa sezione risulta pari a : $475,000 \text{ m}^3$.

TRATTO 3

La profondità media dei terreni morbidi nella sezione 3 si stima in 8.5 m rispetto a (BME). Non ci sono bassi fondali alle distanze inferiori a 100 m rispetto alle estremità della via di navigazione.

La profondità necessaria per la navigazione della nave metaniera da 140000 m³ è di 14.0 m rispetto a BME. La profondità media dragata nel terreno morbido sarà di 5.5 m. I pendii avranno una pendenza 1:4 e la superficie media in pianta nella sezione 3 è di 300,000 m². Per una profondità media di 5.5 m, e stimando che tutto il dragaggio sarà fatto in terreno morbido, il volume dragato stimato in questa sezione risulta di : 1,650,000 m³.

AREA DI EVOLUZIONE

La profondità media nella zona di evoluzione è situata alla quota di -8.0. la profondità minima necessaria è 13.50 m, e la profondità media di dragaggio è di 5.50 m.

La superficie di evoluzione e di attracco, a dragare è di 487190 m². Di conseguenza il volume dragato calcolato nella terra morbida è di 2,679,545 m³.

VOLUME TOTALE DI DRAGAGGIO:

TRATTO 1

Dragaggio in terra morbida:	1,708,000 m ³
Dragaggio in roccia	352,000 m ³

TRATTO 2

Dragaggio in terra morbida:	2,314,200 m ³
Dragaggio in roccia	475,000 m ³

TRATTO 3

Dragaggio in terra morbida:	1,650,000 m ³
-----------------------------	--------------------------

VIRATA

Dragaggio in terra morbida:	2,679,545 m ³
-----------------------------	--------------------------

Volume totale dragaggio in terra morbida:	8,351,545 m³
Volume totale dragaggio in roccia:	827,000 m³

COSTO DEI DRAGAGGI DA REALIZZARE

I prezzi unitari al metro cubo dragato considerato per i diversi tipi di terra sono riportati di seguito. Il prezzo unitario del dragaggio in roccia è stato stimato, cautelativamente ovvero sotto-stimato, nell'ipotesi che una percentuale di roccia del 50% possa essere estratta, per la natura della stessa, per mezzo di una chiatta con cutter invece che per demolizione.

Terreno morbido: 5.5 €/m³ Terreno di roccia: 90.0 €/m³.

Costo totale del dragaggio in terreno morbido:	8351545 x 5.50 = 45,933,498 €
Costo totale del dragaggio in roccia:	827000 x 90 = 74,430,000 €

Costo totale dei dragaggi:	120,363,498 €
-----------------------------------	----------------------

ALTERNATIVA 2

TRATTO 1

profondità media da dragare su terreno morbido:	13.5 m	
profondità media bassi fondali in roccia:	11.0 m	
profondità necessaria:	16.5 m	
profondità di dragaggio in terreno morbido:	3.0 m	
profondità di dragaggio in roccia:	5.5 m	
superficie terreno morbido da dragare:	341,210 m ²	
superficie terreno in roccia da dragare:	64,000 m ²	
volume da dragare in terreno morbido:	341210 x 3.0	= 1,023,630 m ³
volume da dragare in roccia:	64000 x 5.5	= 352,000 m ³

TRATTO 2

profondità media dei terreni morbidi:	15.5 m	
profondità media dei bassi fondali in roccia:	10.0 m	
profondità necessaria:	15.5 m	
profondità di dragaggio in terreno morbido:	0.0 m	
profondità di dragaggio in roccia:	5.5 m	
superficie terreno di roccia da dragare:	38,000 m ²	
Volume dragato in roccia:	38000 x 5.5	= 209,000 m ³

TRATTO 3

profondità media dei terreni morbidi:	10.4 m	
profondità media dei bassi fondali in roccia:	7.0 m	
profondità necessaria:	14.0 m	
profondità di dragaggio in terreno morbido:	3.6 m	
profondità di dragaggio in roccia:	7.0 m	
superficie terreno morbido da dragare:	510,000 m ²	
superficie terreno in roccia da dragare:	53,300 m ²	
volume da dragare in terreno morbido:	510000 x 3.6	= 1,836,000 m ³
volume da dragare in roccia:	53000 x 7.0	= 371,000 m ³

AREA DI EVOLUZIONE

La profondità media nell'area di evoluzione si situa alla quota di -8.0. La profondità minima necessaria è 13.50 m, e la profondità media di dragaggio è di 5.50 m.

La superficie di evoluzione ed attracco da dragare è di 478,190 m². Pertanto si prevede un volume di dragaggio su terreno morbido di 2,630,045 m³.

VOLUMI TOTALI DI DRAGAGGIO:

TRATTO 1

Dragaggio in terreno morbido: 1,023,630 m³
 Dragaggio in roccia: 352,000 m³

TRATTO 2

Dragaggio in terreno morbido: -----
 Dragaggio in roccia: 209,000 m³

TRATTO 3

Dragaggio in terreno morbido: 1,836,000 m³
 Dragaggio in roccia: 371,000 m³

EVOLUZIONE

Dragaggio in terreno morbido: 2,630,045 m³

Volume totale dragaggio in terra morbida: 5,489,675 m³
Volume totale dragaggio in roccia: 932,000 m³

COSTO DEI DRAGAGGI DA REALIZZARE

Terreno morbido: 5.5 €/m³ Terreno in roccia: 90.0 €/m³.

Costo totale dragaggio in terra morbida: 5489675 x 5.50 = 30,193,213 €
Costo totale dragaggio in roccia: 932000 x 90 = 83,880,000 €

Costo totale dei dragaggi: 114,073,213 €

ALTERNATIVA 3

TRATTO 1

profondità media da dragare su terreno morbido: 14.5 m
 profondità necessaria: 16.5 m
 profondità da dragare su terreno morbido: 2.0 m

superficie terreno morbido da dragare: 304,000 m²
 volume di dragaggio su terreno morbido: 304000 x 2.0 = 608,000 m³

TRATTO 2

Non richiede dragaggi.

TRATTO 3

All'inizio di questa sezione la rotta di accesso deve passare molto vicino a sinistra dell'estremità sud della diga Frangiflutti. Come nel progetto di base si manterrà una distanza di sicurezza di 125 m di fronte alla struttura verticale della diga. Ma in questa fascia, i primi 50 m a babordo della via hanno una profondità superiore a 14 m, passando successivamente ad una lieve riduzione della profondità con bassi fondali molto morbidi con spessore tra 5 ed 8 m, il che, lontano dal costituire il rischio, può costituire un vantaggio per quanto riguarda la sicurezza in quanto faciliterebbe un arenaggio morbido della nave prima di entrare in collisione con la diga.

Dal lato di tribordo in questa sezione della rotta la nave passa vicino alle ondulazioni di un basso fondale che raggiunge un livello -4.5 m rispetto a BME.

La larghezza della via di navigazione raggiunge una profondità sufficiente all'altezza di questo basso fondale, malgrado, nel caso di una situazione accidentale, con perdita di governabilità, o almeno in presenza di una deriva importante della nave, possano essere oltrepassati i limiti laterali della via, e di conseguenza la metaniera da 140000 m³ potrebbe urtare contro il suolo roccioso.

Pertanto, anche in questo lato di dritta è necessario tenere una distanza aggiuntiva di sicurezza di almeno 125 m rispetto alle zone del basso fondale con profondità inferiore a 14 m. Quindi, dovrà essere studiata con un sondaggio geotecnico la zona vicina al lato di dritta della via all'entrata nel basso fondale, per conoscere il tipo di dragaggio necessario fino ad una profondità inferiore a 14 m rispetto a BME.

Nella figura 3 sono riportate le posizioni dei punti di sondaggio raccomandati. Il resto della superficie di questo tratto scorre su fondali morbidi.

I volumi di dragaggio si riportano sotto, con l'ipotesi non dover realizzare un dragaggio in roccia.

profondità media del terreno morbido da dragare:	10.7 m
profondità media del terreno roccioso da dragare:	8.5 m
profondità necessaria:	14.0 m
profondità del terreno morbido da dragare:	3.3 m
profondità del terreno roccioso da dragare:	5.5 m

superficie del terreno morbido da dragare:	291,000 m ²
superficie del terreno roccioso da dragare:	76,349 m ²

volume di dragaggio del terreno morbido:	291000 x 3.3	= 960,300 m ³
volume di dragaggio del terreno roccioso:	76349 x 5.5	= 419,000 m ³

AREA DI EVOLUZIONE

La profondità media nell'area di evoluzione è alla quota di -8.0 . La profondità minima necessaria è 13.50 m, e la profondità media di dragaggio è 5.50 m.

La superficie di evoluzione ed attracco da dragare è di $466,000,000$ m². Pertanto si prevede un volume di dragaggio del terreno morbido di $2,563,000$ m³.

VOLUME TOTALE DEI DRAGAGGI:

TRATTO 1

Dragaggio di terreno morbido:	608,000 m ³
-------------------------------	------------------------

TRATTO 3

Dragaggio di terreno morbido:	960,000 m ³
Dragaggio di terreno roccioso:	419,000 m ³

<u>EVOLUZIONE</u> Dragaggio di terreno morbido:	2,612,500 m ³
-------------------------------------------------	--------------------------

Volume totale da dragare in terreno morbido:	4,131,000 m³
Volume totale da dragare in terreno roccioso:	419,000 m³

COSTO DEL DRAGAGGIO DA REALIZZARE

Terreno morbido: 5.5 €/m³ Terreno roccioso: 90.0€/m³.

Costo totale del dragaggio del terreno morbido: 4131000 x 5.50 = 22,720,500 €

Costo totale del dragaggio del terreno roccioso: 419000 x 90 = 37,710,000 €

Costo totale dei dragaggi: 60,430,500 €

6. CONCLUSIONI

CONCLUSIONI ALTERNATIVA 1

- 1° La traiettoria della rotta presenta dei tratti curvi molto ampi, superiori a 2500 m nei tratti 1 e 3 che facilitano il controllo della nave durante l'accesso al porto in condizioni climatiche avverse, assicurando un elevato grado di manovrabilità in quanto il raggio di curvatura è di 1500 m.
- 2° Il disegno del Canale Alternativo (Sud) permette una velocità di avvicinamento delle navi maggiore di quella massima consentita nel Canale Nord, il che consente una migliore capacità di controllo delle forze di deriva in condizioni climatiche avverse.
- 3° Il principale svantaggio del Canale Alternativo è la necessità di realizzare un volume molto grande di dragaggio per ottenere che il canale sia transitabile e con l'adeguato livello di sicurezza nel trasporto del GNL.
Il volume dei dragaggi in terreno morbido ammonta a 8,351,545 m³ mentre il dragaggio in roccia ammonta a 827,000 m³. Questi dragaggi prevedono un costo totale di 130,460,068 €, una cifra superiore alla previsione totale di investimento per il terminale GNL stabilito nel progetto di base.

CONCLUSIONI ALTERNATIVA 2

- 1° L'alternativa 2 presenta rispetto alla Alternativa 1 il vantaggio di un minore volume di dragaggio e , pertanto, un minor costo dello stesso (114,073,213 €), benchè la differenza relativa nel costo dell'investimento in dragaggi in entrambe le alternative non sia molto elevato, calcolata in circa 6 milioni di euro. Nell'Alternativa 2 si riduce il volume del dragaggio in terreno morbido, ma aumenta quello in roccia.
- 2° In questa alternativa la via scorre molto vicina all'area di fonda delle navi con merci pericolose, e per garantire la sicurezza nella navigazione delle navi metaniere essa obbligherebbe a ridisegnare la zona sud di questa area di fonda.
- 3° A causa della vicinanza dell'area di fonda, le navi dovranno avvicinarsi o allontanarsi dal terminale con una velocità di navigazione sufficientemente bassa il che potrebbe creare difficoltà nel governo della nave, anche con l'aiuto dei rimorchiatori, nel caso di operazioni in presenza di condizioni climatiche avverse.

CONCLUSIONI ALTERNATIVA 3

- 1° L'Alternativa 3 presenta rispetto alle Alternative 1 e 2 il vantaggio di un minore volume di dragaggio in terreno morbido, 4,131,000 m³ , che potrebbe essere recuperato nel riempimento relativo ai previsti ampliamenti delle banchine. Anche il volume di dragaggio in roccia sarebbe minore di quello delle Alternative 1 e 2.
- 2° La sicurezza nella navigazione , a fronte di uno studio specifico dei rischi, si considera simile a quella prevista nella rotta disegnata nel progetto di base.
La fattibilità di questa alternativa resta condizionata dal fatto che sia modificato il tracciato dell'area di fonda attualmente annessa alla diga frangiflutti.

CONCLUSIONI GENERALI

1° Nella tabella seguente sono riportati i volumi e i costi di dragaggio che sono stati stimati per ogni alternativa e per i due tipi di terreno considerati :

VOLUMI E COSTI DI DRAGAGGIO DECONDO LE ALTERNATIVE					
	TERRENO MORBIDO		ROCCIA		TOTALE
	volume m ³	Costo €	volume m ³	Costo €	Costo €
ALTERNATIVA 1	8,351,545	45,933,498	827,000	74,430,000	120,363,498
ALTERNATIVA 2	5,489,675	30,193,213	932,000	83,880,000	114,073,213
ALTERNATIVA 3	4,131,000	22,720,500	419,000	37,710,000	60,430,500

2° Il disegno di ciascuna delle Alternative 1 e 2 di accesso al terminale GNL attraverso la zona a sud della diga Frangiflutti comporta costi di investimento in dragaggi tra il 158% e il 160% del previsto investimento totale delle altre opere del terminale.

Tra le due alternative, l' Alternativa 2 è quella meno costosa; ma presenta inconvenienti per quanto riguarda il livello di sicurezza richiesto nel trasporto del GNL. L'Alternativa 1 presenta un maggior livello di sicurezza.

3° L' Alternativa 3 presenta il minor costo in dragaggi, benchè sia prevedibile la necessità di realizzare un importante volume di dragaggi in roccia. Nel caso fosse necessario dragare il terreno in roccia previsto in questo studio, il costo totale dei dragaggi sarebbe approssimativamente l' 83% del previsto investimento totale delle altre opere del terminale.

La fattibilità di questa alternativa resta condizionata dalla possibilità di modificare il tracciato attuale dell'area di fonda annessa alla diga frangiflutti.