

# PARTE B

## Progetto (Gennaio 2008)



10/01/08	AGGIORNAMENTO	VARI	F.M.	G. S.
Data	Scopo emissione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

## SEZIONE B1

Descrizione del Progetto

## SEZIONE B2

Allegati al Progetto



## **B1- Descrizione del Progetto**

# Indice

<b>B1.1 INTRODUZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>B1.2 DATI DI BASE DEL PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
B1.2.1 CARATTERISTICHE AMBIENTALI .....	8
B1.2.1.1 Condizioni climatiche .....	8
B1.2.1.2 Livello di marea, livello acqua eccezionale e maremoti (Tsunami).....	11
B1.2.1.3 Condizioni acqua dolce ed acqua mare.....	14
B1.2.2 DATI DI PROCESSO .....	15
B1.2.2.1 Composizione tipica del GNL ricevuto .....	15
B1.2.2.2 Capacità dell'impianto .....	16
B1.2.2.3 Caratteristiche del gas naturale alla rete. ....	18
B1.2.3 TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE IN ARRIVO .....	19
<b>B1.3 DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>21</b>
B1.3.1 GENERALITA' .....	21
B1.3.2 SISTEMA DI RICEZIONE E TRASFERIMENTO GNL .....	21
B1.3.3 STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DEL GNL .....	22
B1.3.3.1 Serbatoi di stoccaggio .....	22
B1.3.3.2 Pompe primarie e ricondensatore .....	23
B1.3.4 SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE .....	24
B1.3.5 SISTEMI AUSILIARI .....	25
B1.3.5.1 Sistema aria compressa.....	25
B1.3.5.2 Sistema azoto.....	25
B1.3.5.3 Sistema acqua potabile e servizi.....	26
B1.3.5.4 Sistema di torcia.....	26
B1.3.5.5 Sistema di stoccaggio e distribuzione gasolio .....	27
B1.3.6 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA .....	28
B1.3.6.1 Descrizione generale dell'impianto .....	28
B1.3.6.2 Descrizione generale del sistema di approvvigionamento.....	29
B1.3.6.3 Livelli di tensione.....	29
B1.3.6.4 Condizioni del neutro .....	30
B1.3.6.5 Misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti.....	30
B1.3.6.6 Distribuzione AT .....	31
B1.3.6.7 Distribuzione MT .....	33
B1.3.6.8 Distribuzione BT .....	35
B1.3.6.9 Servizi di emergenza:.....	35
B1.3.6.10 Impianto di illuminazione.....	35
B1.3.6.11 Condotture elettriche.....	36
B1.3.6.12 Fabbisogno elettrico.....	37
<b>B1.4 BILANCIO ENERGETICO DELL'IMPIANTO GNL.....</b>	<b>38</b>
B1.4.1 CONDIZIONI OPERATIVE DELL'IMPIANTO .....	38
B1.4.2 FABBISOGNO TERMICO.....	38
B1.4.3 FABBISOGNO ELETTRICO .....	39
<b>B1.5 SISTEMA PER LA SICUREZZA DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>40</b>
B1.5.1 FILOSOFIA DEL SISTEMA DI CONTROLLO .....	40
B1.5.1.1 Descrizione sistema di controllo distribuito.....	40
B1.5.1.2 Descrizione sistema di blocco di emergenza.....	40
B1.5.2 SISTEMA DI RILEVAZIONE GAS, INCENDI E PERDITE .....	41
B1.5.2.1 Definizione delle zone di rivelazione.....	42
B1.5.2.2 Posizione dei rivelatori .....	43
B1.5.2.3 Tipo dei rivelatori.....	43
B1.5.2.4 Azioni conseguenti alla rivelazione .....	49
B1.5.2.5 Affidabilità dei rivelatori .....	53
B1.5.3 PREVENZIONE E CONTENIMENTO RILASCI DI IDROCARBURI.....	53
B1.5.3.1 Fuoriuscite e perdite di GNL .....	53
B1.5.3.2 Fuoriuscite e perdite di altri fluidi inquinanti .....	53



B1.5.4	SISTEMA ACQUA ANTINCENDIO.....	54
B1.5.4.1	Normative di riferimento.....	54
B1.5.4.2	Descrizione dell'impianto.....	54
B1.5.4.3	Definizione della massima richiesta d'acqua antincendio.....	54
B1.5.4.4	Sistema di Pompaggio.....	55
B1.5.4.5	Rete di distribuzione principale.....	56
B1.5.4.6	Distribuzione al pontile.....	57
B1.5.4.7	Altri impianti.....	57
<b>B1.6</b>	<b>studio del traffico marittimo.....</b>	<b>59</b>
B1.6.1	Attività propedeutiche e accordi.....	59
B1.6.2	Requisiti Generali.....	59
B1.6.3	Sintesi degli studi marini effettuati.....	60
B1.6.3.1	Relazioni preparate da HRW.....	60
B1.6.3.2	Relazioni preparate da ELP.....	60
B1.6.4	Riassunto degli studi.....	61
B1.6.4.1	HR Wallingford – Studi di Modellazione (Relazione Ex 4795).....	61
B1.6.4.2	HR Wallingford – venti estremi e persistenza del vento ( Relazione EZ 4856).....	61
B1.6.4.3	ELP – Simulazioni di manovra di nave ( documento ELP-57097-55137-1103).....	61
B1.6.4.4	ELP – Approdo e distanza (ELP-57093-55137-1003).....	62
B1.6.4.5	Analisi di ormeggio (ELP-55137-1103-57098 Rev. 1).....	62
B1.6.4.6	ELP – Disponibilità del punto di approdo (ELP-55137-1203-5795 Rev. 2).....	62
B1.6.4.7	ELP – Revisione dei dati meteorologici ( ELP-57094-55137- 1203 ).....	63
B1.6.4.8	ELP – Analisi dei moti delle gasiere trasportanti GNL ( ELP-55137-0104-57102 ).....	64
B1.6.5	Ormeggio.....	65
B1.6.5.1	Simulazione Manovra delle Navi (ELP-57210-1207-55265 Rev. 3).....	65
B1.6.5.2	Disposizioni di Ormeggio.....	65
B1.6.5.3	Distanza dall'Ormeggio per GPL (Molo Enichem).....	65
B1.6.5.4	Larghezza del "Corridoio di Sicurezza Navi Marina Militare".....	65
B1.6.5.5	Configurazione finale preferita (Finale 450).....	66
<b>B1.7</b>	<b>EMISSIONI.....</b>	<b>75</b>
B1.7.1	Emissioni in atmosfera.....	75
B1.7.1.1	Generalità.....	75
B1.7.1.2	Emissioni in marcia normale.....	75
B1.7.1.3	Emissioni via torcia.....	75
B1.7.1.4	Emissioni di azoto da serbatoio di accumulo.....	76
B1.7.1.5	Emissioni via generatore diesel d'emergenza.....	76
B1.7.1.6	Emissioni via pompe antincendio diesel.....	76
B1.7.1.7	Emissioni dirette all'atmosfera.....	76
B1.7.1.8	Emissioni in manutenzione.....	76
B1.7.2	EMISSIONI FUGGITIVE.....	77
B1.7.2.1	Generalità.....	77
B1.7.2.2	Fattori di emissione.....	77
B1.7.2.3	Sorgenti e valori di emissioni fuggitive.....	77
B1.7.3	EMISSIONI SONORE.....	77
B1.7.4	PRELIEVI E SCARICHI IDRICI.....	79
B1.7.4.1	Acqua di processo (acqua mare).....	79
B1.7.4.2	Acqua per usi civili.....	79
B1.7.4.3	Scarichi acque reflue.....	79
B1.7.4.4	Rifiuti.....	80
<b>B1.8</b>	<b>ATTIVITA' A TERRA.....</b>	<b>81</b>
B1.8.1	OPERE TEMPORANEE DI CANTIERE.....	81
B1.8.2	LAVORI CIVILI.....	84
B1.8.2.1	Introduzione.....	84
B1.8.2.2	Descrizione dei principali lavori civili.....	84
B1.8.2.3	Stima dei principali materiali delle costruzioni civili.....	85
B1.8.3	COSTRUZIONE SERBATOI GNL.....	87
B1.8.3.1	Fasi di costruzione.....	87
B1.8.3.2	Stima dei principali materiali per la costruzione dei serbatoi.....	88
B1.8.4	ATTIVITA' DI MONTAGGIO IMPIANTO.....	89
B1.8.4.1	Montaggi meccanici.....	89



B1.8.4.2	Montaggi elettrici.....	89
B1.8.4.3	Montaggi strumentali.....	90
B1.8.4.4	Verniciatura e coibentazione.....	90
B1.8.4.5	Completamento della costruzione.....	90
B1.8.4.6	Stima dei principali materiali di montaggio.....	90
B1.8.5	FABBRICAZIONE eseguita fuori dal sito.....	91
B1.8.5.1	Opere marittime.....	91
B1.8.5.2	Serbatoi criogenici del GNL.....	91
B1.8.5.3	Impianto.....	91
B1.8.6	Mezzi ed attrezzature di cantiere.....	92
B1.8.6.1	Opere marine – Mezzi ed attrezzature.....	92
B1.8.7	Trasporto e movimentazione dei materiali.....	92
B1.8.7.1	Materiale per la realizzazione della colmata.....	92
B1.8.7.2	Continuità di rifornimento dalle fonti di approvvigionamento del materiale.....	92
B1.8.7.3	Sistema stradale dalle cave al cantiere.....	92
B1.8.7.4	Stima del volume di traffico per le attività di riempimento.....	93
B1.8.7.5	Piano della sicurezza.....	93
B1.8.7.6	Trasporti eccezionali e grandi sollevamenti.....	94
B1.8.8	Manodopera.....	95
B1.8.8.1	Istogramma manodopera totale.....	95
B1.8.9	Computo metrico materiali movimentati.....	96
B1.8.9.1	Lavori civili colmata.....	96
B1.8.9.2	Serbatoi gnl.....	96
B1.8.9.3	Impianto.....	96
<b>B1.9</b>	<b>Opere marittime.....</b>	<b>97</b>
B1.9.1	Colmata.....	97
B1.9.2	Opera di presa acqua di mare.....	98
B1.9.3	Opera di restituzione acqua di mare.....	98
B1.9.3.1	Definizione della capacità delle briccole di accosto.....	99
B1.9.3.2	Definizione della capacità delle briccole di ormeggio.....	100
B1.9.3.3	Briccole.....	100
B1.9.3.4	Nuovo pontile.....	101
B1.9.3.5	Sistema protezione catodica e verniciatura dei pali delle opere a mare.....	101
<b>B1.10</b>	<b>Procedure operative.....</b>	<b>102</b>
B1.10.1	FASE DI AVVIAMENTO.....	102
B1.10.1.1	Precommissioning.....	102
B1.10.1.2	Commissioning.....	103
B1.10.1.3	Avviamento.....	103
<b>B1.11</b>	<b>PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE.....</b>	<b>105</b>
<b>B2</b>	<b>ELENCO ALLEGATI.....</b>	<b>106</b>



## B1.1 INTRODUZIONE

La società Brindisi LNG S.p.A. del gruppo BG intende realizzare nel porto di Brindisi un terminale per ricevere il Gas Naturale Liquido e un relativo impianto di rigassificazione. Il GNL rigassificato verrà conferito alla rete nazionale. Il punto di consegna è previsto nell'area di colmata di pertinenza esclusiva SRG di Capo Bianco.

Nel porto di Brindisi il GNL arriverà tramite navi metaniere di capacità nominale compresa tra 71.000 e 165.000 m<sup>3</sup>. Il terminale è progettato e strutturato per tale scopo.

Il sito di Brindisi con il suo porto naturale riparato e ulteriormente protetto dalla Diga di Punta Riso offre condizioni di riparo sicure anche in condizioni atmosferiche avverse. E' dotato di strutture portuali eccellenti, le acque, inoltre, sono sufficientemente profonde e l'escursione delle maree risulta limitata.

L'accesso alle infrastrutture portuali è buono ed è garantita la disponibilità di rimorchiatori di potenza compatibile con le navi metaniere previste. Nelle adiacenze del sito sono inoltre disponibili Reti Elettriche ad alta tensione, per l'alimentazione dell'energia necessaria al funzionamento dell'impianto. Relativamente alle forniture di acqua potabile e industriale/antincendio, sono previsti allacciamenti alle reti esterne presenti in zona e, in alternativa o nei casi di emergenza tali alimentazioni potranno essere garantite con l'ausilio di autobotti. Le riserve di acqua dolce sono assicurate da serbatoi di accumulo localizzati nell'area dell'impianto. Per quanto riguarda la manodopera, il sito offre il reperimento di categorie professionali specialistiche e di servizi tecnici di supporto.

Il sito non risulta in vicinanza di faglie geologiche significative e tutta l'area presenta un grado di sismicità relativamente basso, ulteriori caratteristiche queste che ne fanno un sito ideale per l'ubicazione del terminale.

Il gruppo BG pone la massima attenzione sia agli aspetti ambientali che alla sicurezza. E' da sempre impegnato a perseguire una filosofia della sicurezza adottando rigorose procedure in tutte le sue attività. In particolare tutte le fasi operative di progettazione, costruzione ed esercizio dell'impianto di rigassificazione saranno attentamente pianificate nell'ottica di perseguire rigidi obiettivi di sicurezza.

Il progetto costruttivo dell'impianto di Rigassificazione sarà elaborato nel rispetto della normativa di riferimento Europea EN 1473, integrato dove necessario dalle normative internazionali vigenti in materia (vedi allegato B.2.10).

In osservanza alla Legislazione Italiana ed in particolare alle disposizioni in materia di sicurezza saranno elaborati, prima della messa in marcia dell'impianto, un Piano di Gestione relativo ad ambiente e sicurezza e un piano per le Emergenze.

La progettazione costruttiva del Terminale e del relativo Impianto di Rigassificazione, è orientata alla minimizzazione dell'impatto ambientale sia in fase di costruzione che di esercizio. Le emissioni in atmosfera durante il normale esercizio saranno irrilevanti. L'impianto sarà dotato di moderni sistemi di controllo per un continuo e accurato monitoraggio delle emissioni stesse.

Il Rigassificatore GNL di Brindisi avrà una capacità di 6 MTPA, l'impianto sarà realizzato su un rilevato a mare già parzialmente realizzato. L'ubicazione è situata nel porto esterno di Brindisi in prossimità della costa di Capo Bianco, ad est del Canale di presa acqua di mare della Polimeri Europa. La superficie occupata, corrispondente alla base dell'impianto di Rigassificazione, è di circa 140.000 mq, al netto delle aree logistiche esterne riconducibili a pertinenze della rete Nazionale Gasdotti, e alla cabina di consegna della rete elettrica ad alta tensione, dei parcheggi esterni e delle strade di accesso al sito.

In considerazione di quanto sopra, la progettazione del terminale GNL, è stata sviluppata per poter ricevere navi metaniere aventi capacità compresa tra 71.000 e 165.000 m<sup>3</sup>. L'attracco al pontile è previsto di una nave per volta, il nuovo pontile poggia su pali fissati al fondo marini. Lo stesso è dotato di piattaforma, bricole di accosto/ormeggio e da bracci per lo scarico del GNL. Il pontile è dimensionato e strutturato per l'attracco e ormeggio delle navi di progetto sopraindicate e sarà corredato di tutte le apparecchiature necessarie per una corretta gestione di sicurezza delle operazioni marittime e attività di scarico.

Il pontile è già previsto nel Piano di Sviluppo del Porto di Brindisi e dal Piano regolatore Portuale approvato del 1975 tuttora vigente. Posizione e configurazione sono state definite e concordate con la Marina Militare e l'Autorità Portuale di Brindisi. La configurazione definitiva concordata è stata finalizzata alla sicurezza della navigazione e alla minimizzazione delle interferenze con le altre attività portuali.

Dopo l'attacco della Nave Metaniera si procederà allo scarico del GNL per mezzo dei tre bracci posti sulla piattaforma in testa al pontile. Il GNL scaricato verrà convogliato attraverso idonee tubazioni isolate termicamente ai 2 serbatoi criogeni di accumulo, realizzati fuori terra nell'area di colmata. Ogni serbatoio criogenico a doppio contenimento avrà una capacità nominale di 160.000 m<sup>3</sup>.

Il GNL sarà stoccato nei due serbatoi ad una temperatura di c.a. -160 °C, ad una pressione di poco superiore a quella atmosferica (c.a. 250 mbarg). I gas di evaporazione, (boil-off) saranno recuperati, compressi e ricondensati evitando in tal modo perdite e/o l'invio alla torcia per essere bruciati.

L'impianto di rigassificazione sarà schematicamente costituito da una serie 5 ORV (Open Rack Vaporiser) che utilizzeranno l'acqua di mare come liquido riscaldante.

Il GNL una volta vaporizzato sarà conferito dal terminale direttamente alla rete nazionale (SRG) in area di pertinenza confinante con l'impianto stesso.

Il GNL gassificato sarà immesso alla pressione di 75 barg nella rete nazionale di metanodotti. Punto di consegna del G.N. alla rete Nazionale e la relativa cabina di misura fiscale, sono previsti a ridosso dell'area trappole posta al confine sud-est dell'impianto di Rigassificazione. Da tale area partirà il metanodotto SRG che si collegherà al nodo di Brindisi distante c.a. 4,4 Km (escluso dal presente progetto).

L'impianto sarà dotato delle apparecchiature necessarie per la depurazione delle acque reflue meteoriche. Sarà inoltre dotato di moderne apparecchiature di controllo e monitoraggio degli scarichi. Gli scarichi delle acque reflue, nere/tecnologiche potranno essere convogliate ad impianti di trattamento di terzi autorizzati presenti localmente, o trasferite con autobotti ad impianti di smaltimento esterni autorizzati.

All'interno dell'area relativa all'impianto di Rigassificazione, saranno ubicati gli edifici logistici necessari alla conduzione, gestione, controllo e manutenzione del processo di rigassificazione del GNL. Per motivi di sicurezza, gli uffici amministrativi sono stati previsti in aree esterne adiacenti al sito.

Particolare attenzione verrà posta nella realizzazione dei sistemi di sicurezza e sorveglianza dell'impianto. L'area sarà protetta da adeguata recinzione antintrusione. L'accesso all'impianto è previsto attraverso cancelli sorvegliati e dotati di telecamere a circuito chiuso. L'impianto è provvisto di un secondo accesso avente anche lo scopo di uscita di emergenza. La viabilità interna verrà realizzata con criteri che massimizzano gli aspetti di sicurezza e sarà dotata della segnaletica prevista dal codice della strada.

## B1.2 DATI DI BASE DEL PROGETTO

### B1.2.1 CARATTERISTICHE AMBIENTALI

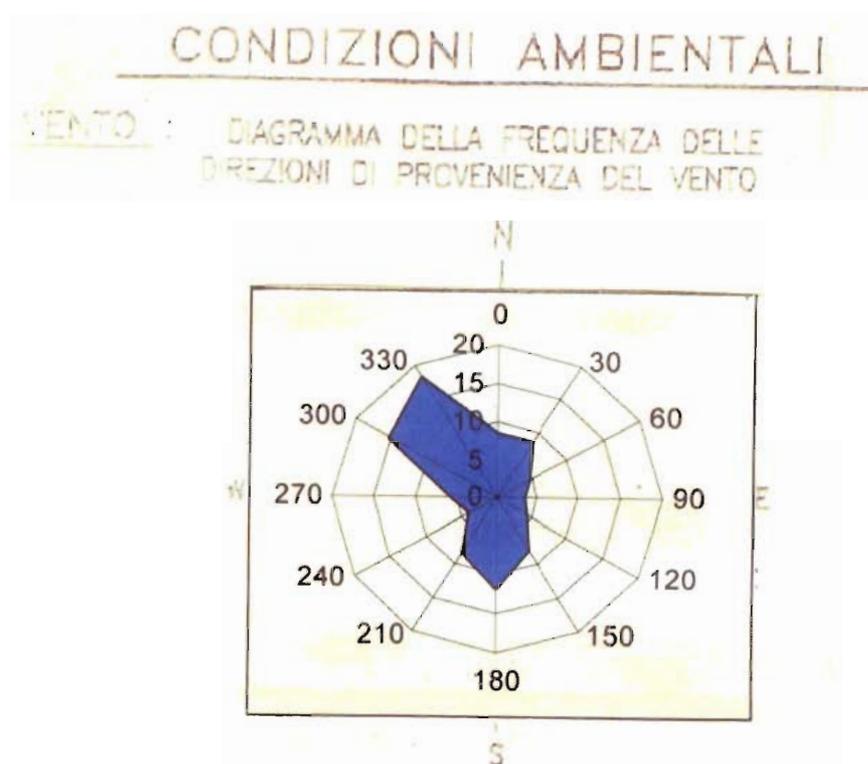
#### B1.2.1.1 Condizioni climatiche

Di seguito si indicano le condizioni climatiche ed ambientali del sito di Brindisi che verrà utilizzato per la realizzazione del terminale di rigassificazione GNL.

#### Vento

A Brindisi la direzione prevalente del vento riferita al Nord vero a Brindisi è NNW, corrispondente alla direzione Nord rispetto all'orientamento fittizio di impianto.

Si riporta di seguito il diagramma delle frequenze delle direzioni di provenienza del vento.



#### Pioggie

Di seguito sono riportati i principali dati pluviometrici della zona di Brindisi.

Media annuale: 600 mm

Valore massimo in un'ora: 25 mm

Valore di progetto per tetti e fognature: 50 mm/h

I valori di assorbimento per le aree pavimentate sono pari al 5% e al 25% per quelle non pavimentate.

## Neve

Non sono disponibili dati relativi alle precipitazioni nevose, tuttavia riferendosi al D.M. 16.01.1996 sono applicabili i seguenti parametri per il calcolo dei carichi da neve:

Zona di riferimento : III

Carico neve di progetto:  $q_{sk} = 0,750 \text{ kN/m}^2$

## Temperatura / umidità

Massima temperatura ambiente	45° C
Minima temperatura ambiente:	-5° C
Massima temperatura ambiente di progetto	40° C
Minima temperatura ambiente di progetto:	-5° C

Massima temperatura ambiente per il calcolo del boil-off:

(Giorno = 12 ore) 45° C

(Notte= 12 ore) 38° C

Temperatura di corpo nero: 75° C

Condizioni di progetto per i raffreddatori ad aria: 38° C

Condizioni di progetto per il condizionamento interno (HVAC):		
Quadri elettrici and UPS	15° C min	35° C max
Locale batterie	15° C min	24° C max
Massima umidità relativa dell'aria	90%	
Minima umidità relativa dell'aria	20%	
Umidità relativa dell'aria in condizioni normali	75%	
Umidità di progetto:	75%	

## Pressione atmosferica

Pressione barometrica di progetto: 1.030 mbar

Massima variazione oraria della pressione barometrica: 20 mbar/h

Le condizioni specifiche del sito che possono causare corrosione sono:

- Aria ed acqua salate
- Polvere
- Vento da mare ad alto tenore di umidità

### Carico sismico

Come da Ordinanza 3274 e da "Deliberazione della giunta regionale pugliese del 2 marzo 2004 no.153".

L'area è classificata come segue:

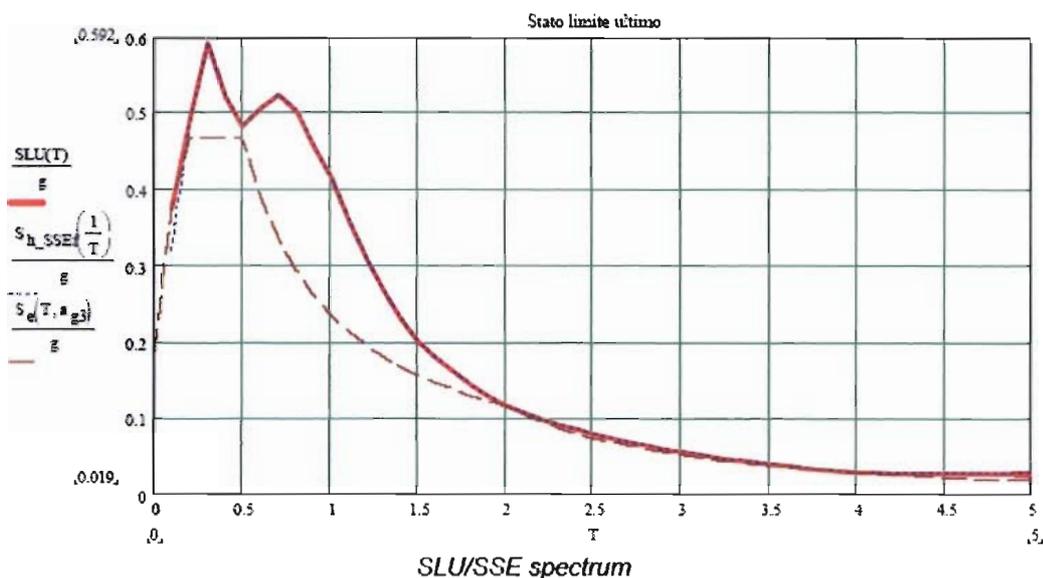
Zona sismica: III  
 Coefficiente del terreno: S 1.25  
 Profilo stratigrafico C  
 Fattore di importanza 1 (come da rapporto CEAS).

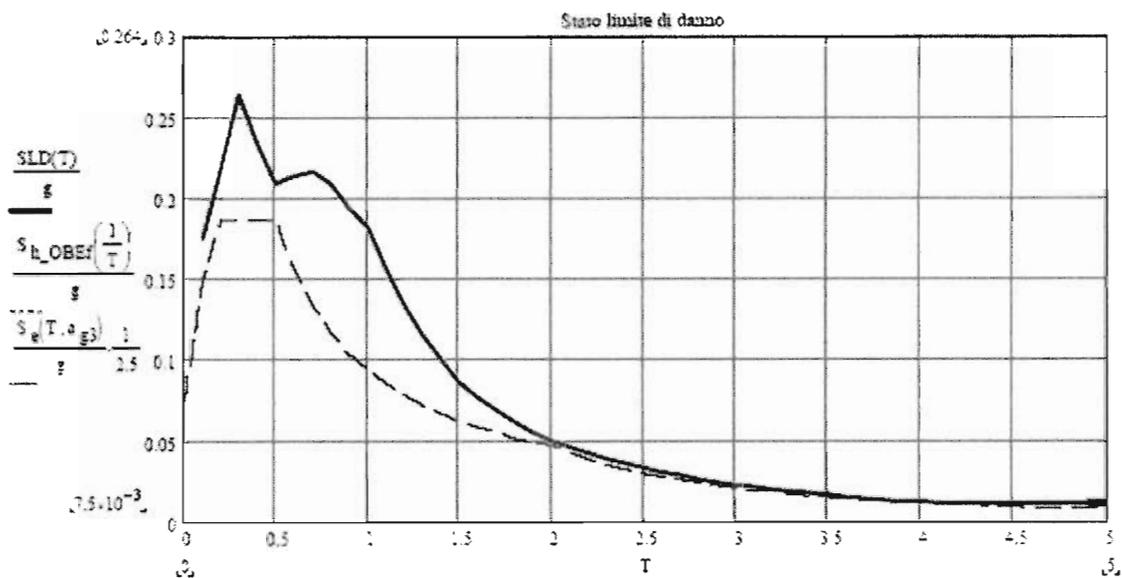
Stante la classificazione in zona III, gli spettri di accelerazione da utilizzarsi nei calcoli a livello del terreno sono i seguenti:

T [sec]	SLU [g]	SLD [g]
0.03	0.244	0.098
0.04	0.262	0.108
0.067	0.313	0.139
0.1	0.375	0.175
0.15	0.469	0.201
0.2	0.49	0.218
0.3	0.592	0.264
0.4	0.52	0.233
0.5	0.483	0.209
0.752	0.531	0.218
1	0.416	0.182
1.493	0.203	0.087
2	0.117	0.05
3.03	0.055	0.022
4	0.029	0.012
10	0.023	9.00E-03

L'area di colmata come anche le strutture a terra sono state calcolate in condizioni sismiche, assumendo come valore di "accelerazione a corpo libero" i seguenti valori

SLU (g)	SLD (g)
0.208	0.097





SLD/OBE spectrum

**B1.2.1.2 Livello di marea, livello acqua eccezionale e maremoti (Tsunami)**

Tutti i livelli di marea sono riferiti al livello medio mare IGM che coincide col dato nazionale indicato dalla Marina Militare per Genova.

Oltre al valore IGM che è usato come riferimento generale nel progetto, è determinato dall'Istituto Idrografico della Marina Militare un livello medio mare (LMM) riferito al porto di Brindisi che viene definito come il livello 0 locale.

La tabella sottostante riporta la corrispondenza tra il livello medio mare IGM a Brindisi e quello dell'Ammiragliato Britannico.

	Valore IGM	Valore Carte Ammiragliato Britannico	Valore su Brindisi
Massimo livello di marea astronomica / Highest Astronomical Tide (HAT)	+0.04m	+0.43 m	+0.28 m
Livello medio mare IGM	+ 0.00	+0.39 m	+0.24 m
Marea media primaverile / Mean High Water Spring (MHWS)	-0.09m	+0.30 m	+0.15 m
Mean High Water Neaps (MHWN)	-0.19m	+0.20 m	+0.05 m
Livello medio mare secondo carte ammiragliato britannico / Mean Water Level (MWL)	-0.24m +0.15 m	0.00 m	
Mean Low Water Neaps (MLWN)	-0.29 m	+0.10 m	-0.05 m
Minimo livello di marea astronomica / Lowest Astronomical Tide (LAT)	-0.39 m	0.00 m	-0.15 m
Livello minimo assoluto / Lowest water level (Admiralty definition)	-0.52 m	-0.13 m	-0.28 m

La tabella sottostante riporta il massimo livello del mare a Brindisi in funzione del tempo di ritorno ma escludendo i fenomeni di tsunami.

Periodo di Ritorno (years)	Livello estremo del mare (m)
0.1	0.55
1	0.60
10	0.65
50	0.68
100	0.70
200	0.72

A scopo precauzionale si raccomanda di aggiungere 5mm/anno ai valori prima indicati per tenere conto dei futuri incrementi del livello del mare che potrebbero verificarsi nel corso del progetto. Assumendo che i fenomeni di tsunami si origineranno sempre con gli attuali tempi di ritorno, l'innalzamento dovuto a loro è stimato nella tabella sottostante:

Periodo di ritorno (anni)	Innalzamento(m)
10	0.6
50	1.7
100	2.3
200	3.7

## Onde di progetto

Return period (years)	Offshore			
	Direction Sector (°N)	Significant wave height Hs (m)	Peak wave period Tp (s)	Mean wave period Tm (s)
0.1	0	2.2	7.1	5.5
	30	2.2	7.1	5.5
	60	2.3	7.3	5.7
	90	1.9	6.7	5.2
	120	2.8	8.2	6.4
	150	3.2	8.7	6.8
	300	1.3	5.5	4.3
	330	2.1	7.0	5.4
1	0	3.3	8.8	6.8
	30	3.4	8.9	7.0
	60	3.7	9.3	7.3
	90	3.0	8.4	6.5
	120	4.3	10.0	7.8
	150	4.3	10.1	7.8
	300	2.2	7.1	5.6
	330	3.2	8.7	6.8
10	0	4.3	10.0	7.8
	30	4.5	10.3	8.0
	60	5.0	10.9	8.5
	90	3.9	9.5	7.4
	120	5.4	11.3	8.8
	150	5.3	11.1	8.7
	300	3.0	8.3	6.5
	330	4.4	10.2	8.0
50	0	4.9	10.7	8.4
	30	5.2	11.0	8.6
	60	5.9	11.8	9.2
	90	4.4	10.1	7.9
	120	6.2	12.0	9.4
	150	5.9	11.7	9.1
	300	3.5	9.1	7.1
	330	5.3	11.1	8.7
100	0	5.2	11.0	8.6
	30	5.5	11.3	8.8
	60	6.3	12.1	9.5
	90	4.6	10.4	8.1
	120	6.5	12.3	9.6
	150	6.1	12.0	9.3
	300	3.7	9.3	7.3
	330	5.7	11.5	9.0

Return period (years)	Offshore			
	Direction Sector (°N)	Significant wave height Hs (m)	Peak wave period Tp (s)	Mean wave period Tm (s)
200	0	5.4	11.3	8.8
	30	5.8	11.6	9.1
	60	6.7	12.5	9.7
	90	4.8	10.6	8.3
	120	6.8	12.6	9.8
	150	6.4	12.2	9.5
	300	4.0	9.6	7.5
	330	6.0	11.9	9.3

### Legenda:

Offshore	=	Al largo
Return period (years)	=	Periodo di ritorno (anni)
Direction sector (°N)	=	Settore di provenienza (°N)
Significant waveheight HS (m)	=	Altezza d'onda significativa Hs (m)
Peak waveperiod Tp(s)	=	Periodo dell'onda di picco Tp (s)
Mean wave period Tm (s)	=	Periodo dell'onda media Tm (s)

<b>Condizioni di progetto per l'onda massima all'imboccatura del porto</b>		
Periodo di ritorno (anni)	altezza dell'onda (m)	Periodo al valore di picco (s)
0.1	2.1	7.1
1	3.1	9.1
100	5.0	12.1
200	5.3	12.5

#### B1.2.1.3 Condizioni acqua dolce ed acqua mare

L'acqua potabile fornita da una rete esterna o tramite autobotti, sarà disponibile al limite di batteria, la stessa sarà utilizzata per tutti gli usi civili. Per l'antincendio si utilizzerà acqua industriale, fornita da rete esterna o in alternativa tramite autobotti. In caso di estrema emergenza sarà utilizzata acqua di mare prelevata dallo specchio di mare antistante il sito. L'acqua di mare necessaria per il processo di riscaldamento del GNL sarà prelevata nella quantità prevista dal progetto dallo specchio di mare antistante il sito di Capo Bianco, attraverso un'opera di presa collocata all'estremità Nord-Est dell'impianto di rigassificazione.

Sono state eseguite due analisi dell'acqua da due istituti indipendenti. I risultati sono qui di seguito riportati:

	<b>Analisi 1</b>	<b>Analisi 2</b>
pH	8.4 a 11.3 °C	8.03
Solidi sospesi [mg/l]	13	8
Cu totale [mg/l]	0.015	0.004
Cu Solubile [mg/l]	-	0.003
Hg [mg/l]	<0.0005	-
Cd [mg/l]	<0.001	-
Cr [mg/l]	<0.01	-
Ni [mg/l]	0.02	-
Pb [mg/l]	<0.01	-
Zn [mg/l]	0.04	-
Fe [mg/l]	0.03	-
Conducibilità elettrica [µS/cm]	-	56,900

<b>SERVIZIO</b>	<b>PROVENIENZA</b>	<b>CONDIZIONI OPERATIVE</b>		<b>VALORE DI PROGETTO</b>	
		<b>Temp (°C)</b>	<b>Press</b>	<b>Temp (°C)</b>	<b>Press</b>
Acqua potabile	Fornitura da rete esterna o autocisterne	Ambiente	2.0 barg min. alle docce di sicurezza	-5 ÷ 75	5 barg.
Acqua di servizio	Fornitura da rete esterna o tramite autobotti	Ambiente	3.5 barg max	-5 ÷ 75	5 barg
Acqua antincendio	Acqua antincendio di 1 <sup>a</sup> fase (con acqua dolce). Acqua antincendio di 2 <sup>a</sup> fase (con acqua di mare) (di emergenza)	8 °C min./29 °C max	10 barg	1 ÷ 45	18 barg
Acqua mare	Acqua dal porto	8 °C min./29 °C max	3 barg normale	1 ÷ 75	10 barg a progetto
Ritorno acqua mare	-	2 °C min.	Atmosferica	1 ÷ 30	Atmosferica

## B1.2.2 DATI DI PROCESSO

### B1.2.2.1 Composizione tipica del GNL ricevuto.

Il Terminale di Brindisi riceverà il GNL da diversi Fornitori presenti sul mercato internazionale. L'impianto è progettato per le seguenti miscele scelte per sfruttare la massima flessibilità della fornitura.

La composizione della Miscela Leggera e della Miscela Pesante definita nella Tabella seguente comprende l'intervallo atteso dei seguenti valori:

- contenuto di Azoto
- Potere Calorifico
- Densità GNL

Caso		Progetto: Miscela Leggera	Progetto: Miscela Pesante	Specifica di Importazione (Nota 5)
<b>Componente</b>	<b>Unità</b>			
<b>Azoto</b>	Mol%	0.010	0.107	< 1.3
<b>Biossido di Carbonio</b>	Mol%	0.010	0.008	-
<b>Metano</b>	Mol%	97.490	92.201	> 85.7
<b>Etano</b>	Mol%	2.320	5.445	< 8.8
<b>Propano</b>	Mol%	0.100	1.418	< 3.4
<b>i-Butano</b>	Mol%	0.040	0.395	< 0.95
<b>n-Butano</b>	Mol%	0.030	0.415	< 0.95
<b>i-Pentano</b>	Mol%	0.000	0.010	} < 0.45
<b>n-Pentano</b>	Mol%	0.000	0.001	
<b>Peso Molecolare</b>	kg/kg.mol	<b>16.430</b>	<b>17.566</b>	-
<b>Potere Calorifico Superiore (HHV)</b>	MJ/Sm <sup>3</sup> Btu/scf	38.553 1032.7	40.797 1092.9	990 - 1095
<b>Numero di Wobbe (Nota 3)</b>	MJ/Sm <sup>3</sup> Btu/scf	51.143 1370.0	52.331 1401.8	1240 - 1410
<b>Densità GNL (Nota 4)</b>	kg/m <sup>3</sup>	429 to 431	448 to 452	
<b>Punto di Rugiada Idrocarburi</b>	1 - 80 barg			< -5.0°C
<b>H<sub>2</sub>S + COS (come S)</b>	mg/Sm <sup>3</sup>			< 4.74
<b>Mercaptani (come S)</b>	mg/Sm <sup>3</sup>			< 1.9
<b>Zolfo totale</b>	mg/Sm <sup>3</sup>			< 71
<b>Mercurio</b>	Ng/Sm <sup>3</sup>			< 50

Nota 1. MJ/Sm<sup>3</sup> misurati a 15°C e 1.01325 bar.

Nota 2. Btu/scf misurati a 60°F e 14.696 psia.

Nota 3. HHV e numero di Wobbe secondo BS7859:1996.

Nota 4. Densità alla temperatura di bolla e alla pressione di 101.325 kPa.

Nota 5. La specifica è relativa al GNL proveniente dall'Egitto.

Il Terminale potrà occasionalmente ricevere GNL con miscele di diversa qualità (nel caso più gravoso anche miscela pesante-pesante). Il Terminale è in grado di trattare il GNL di diversa qualità anche se non alla capacità di progetto.

Caso		Miscela Pesante-Pesante
<b>Componente</b>	<b>Unità</b>	
<b>Azoto</b>	Mol%	0.551
<b>Biossido di Carbonio</b>	Mol%	0.000
<b>Metano</b>	Mol%	85.198
<b>Etano</b>	Mol%	7.725
<b>Propano</b>	Mol%	3.883
<b>i-Butano</b>	Mol%	2.541
<b>n-Butano</b>	Mol%	0.000
<b>i-Pentano</b>	Mol%	0.102
<b>n-Pentano</b>	Mol%	0.000
<b>Molecular Weight</b>	kg/kg.mol	19.41
<b>Potere Calorifico Superiore (HHV)</b>	MJ/Sm <sup>3</sup>	44.248
	Btu/scf	1185.3
<b>Numero di Wobbe (Nota 3)</b>	MJ/Sm <sup>3</sup>	53.982
	Btu/scf	1446.0
<b>Densità GNL (Nota 4)</b>	kg/m <sup>3</sup>	483 to 487

Nota 1. MJ/Sm<sup>3</sup> misurati a 15°C e 1.01325 bar.

Nota 2. Btu/scf misurati a 60°F e 14.696 psia.

Nota 3. HHV e numero di Wobbe secondo BS7859:1996.

Nota 4. Densità alla temperature di bolla e alla pressione di 101.325 kPa.

#### B1.2.2.2 Capacità dell'impianto

Al fine di garantire la flessibilità necessaria ad assorbire variazioni giornaliere della produzione pur assicurando la capacità nominale annua, l'esportazione energetica di progetto (picco) del Terminale è 385.53 PJ/anno, equivalente a una capacità di erogazione di 1,078,763 Sm<sup>3</sup>/h su base Miscela Pesante oppure 1,141,553 Sm<sup>3</sup>/h su base Miscela Leggera. La capacità di erogazione è intesa al netto del consumo di gas combustibile del Terminale,.

La tabella seguente mostra in dettaglio la capacità di erogazione del Terminale nei vari casi di marcia. La capacità è definita in termini di Energia Esportata che è convertita in una portata equivalente erogata utilizzando la Capacità Termica Superiore dei GNL di Progetto.

Definizione della Capacità	Unità	Progetto: Miscela Pesante	Progetto: Miscela Leggera	Note
<b>Capacità NOMINALE</b>	bcma	8.0		-
	PJ/a	326.376		Note 1, 7
<b>Capacità NOMINALE del Terminale</b>	bcma	8.000	8.466	Calcolata
	kg/h	678470	671530	
	m <sup>3</sup> /h	1514	1565	(di GNL)
	Mtpa	5.94	5.88	Nominale 6.0
<b>Capacità OPERATIVA Prevista</b>				
4 Mesi Invernali	PJ/a	359.014		Nota 2, 8
	bcma	8.800	9.313	
8 Mesi non Invernali	PJ/a	326.376		Nota 3
	bcma	8.000	8.466	
<b>Capacità di PROGETTO</b>				
4 Mesi Invernali (15 Novembre ~ 15 Marzo)	PJ/a	385.53		
	bcma	9.45	10.00	Nota 4, 8
	kmol/h	45624.4	48280.0	Nota 6, 8
	kg/h	801439	793241	Nota 6, 8
	m <sup>3</sup> /h	1789	1849	(di GNL), Nota 8
	Mtpa	7.021	6.949	Nota 8
	Sm <sup>3</sup> /h	1078763	1141553	Nota 6, 8
8 Mesi non Invernali (15 Marzo – 15 Novembre)	PJ/a	354.688		
	bcma	8.694	9.20	Nota 5
	kmol/h	41974.5	44417.6	Nota 6
	kg/h	737324	729782	Nota 6
	m <sup>3</sup> /h	1646	1701	(di GNL)
	Mtpa	6.459	6.393	
	Sm <sup>3</sup> /h	992462	1050228	Nota 6

- Nota 1. Base: Potere Calorifico Superiore della Miscela Pesante di Progetto.
- Nota 2. Equivalente al 110% della minima capacità NOMINALE su base Miscela Pesante di Progetto.
- Nota 3. Equivalente al 100% della minima capacità NOMINALE su base Miscela Pesante di Progetto.
- Nota 4. Equivalente al 125% della minima capacità NOMINALE su base Miscela Leggera di Progetto.
- Nota 5. Equivalente al 115% della minima capacità NOMINALE su base Miscela Leggera di Progetto.
- Nota 6. Le portate orarie si basano su 8760 ore di funzionamento per anno (365 giorni, 24 ore per giorno).
- Nota 7. Petajoule per anno (PJ/anno) è equivalente a 10<sup>15</sup> J/anno
- Nota 8. Nel caso in cui la temperatura dell'acqua mare scenda sotto i 9.5°C, la capacità del Terminale dovrà essere ridotta per garantire la temperatura di consegna del gas alla rete di 3°C.

### B1.2.2.3 Caratteristiche del gas naturale alla rete.

Il Terminale è progettato per erogare gas alla rete con una pressione operativa massima di 75 barg, una temperatura minima di 3°C. La massima temperatura operativa è limitata dalla temperatura massima dell'acqua di mare alimentata ai vaporizzatori (circa 25°C).

L'intera produzione del Terminale verrà esportata alla Rete Nazionale Italiana del gas naturale. Le caratteristiche del gas erogato sono conformi alla Specifica di Rete di Snam Rete Gas.

Parametro	Unità	Valore
<b>Composizione</b>		
Azoto (N <sub>2</sub> )	mol%	Nota 1
Metano	mol%	Nota 1
Etano	mol%	Nota 1
Propano	mol%	Nota 1
i-Butano + n-Butano	mol%	Nota 1
l-Pentano + n-Pentano	mol%	Nota 1
Esano e superiori (C <sub>6</sub> +)	mol%	Nota 1
Ossigeno (O <sub>2</sub> )	mol%	≤ 0.6
Biossido di Carbonio (CO <sub>2</sub> )	mol%	≤ 3.0
<b>Impurità</b>		
Solfuro di Idrogeno (H <sub>2</sub> S)	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 6.6
Mercaptani	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 15.5
Zolfo totale	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 150
<b>Proprietà</b>		
Potere Calorifico Superiore (HHV)	MJ/Sm <sup>3</sup>	34.95 - 45.28
Numero di Wobbe	MJ/Sm <sup>3</sup>	47.31 - 52.33
Densità Relativa (Aria = 1.0)	-	0.5548 - 0.8000
Punto di Rugiada Acqua a 70 barg	°C	≤ -5.0
Punto di Rugiada Idrocarburi (da 1 a 70 barg)	°C	≤ 0.0
<b>Condizioni al Limite di Batteria (Nota 2)</b>		
Pressione Operativa Massima	barg	75.0
Pressione di Progetto	barg	80.0
Temperatura di Progetto (Minima / Massima)	°C	-5.0 / 50.0

Nota 1. Il valore accettabile è intrinsecamente legato al campo di accettabilità del Numero di Wobbe.

Nota 2. Al limite di batteria del Terminale.

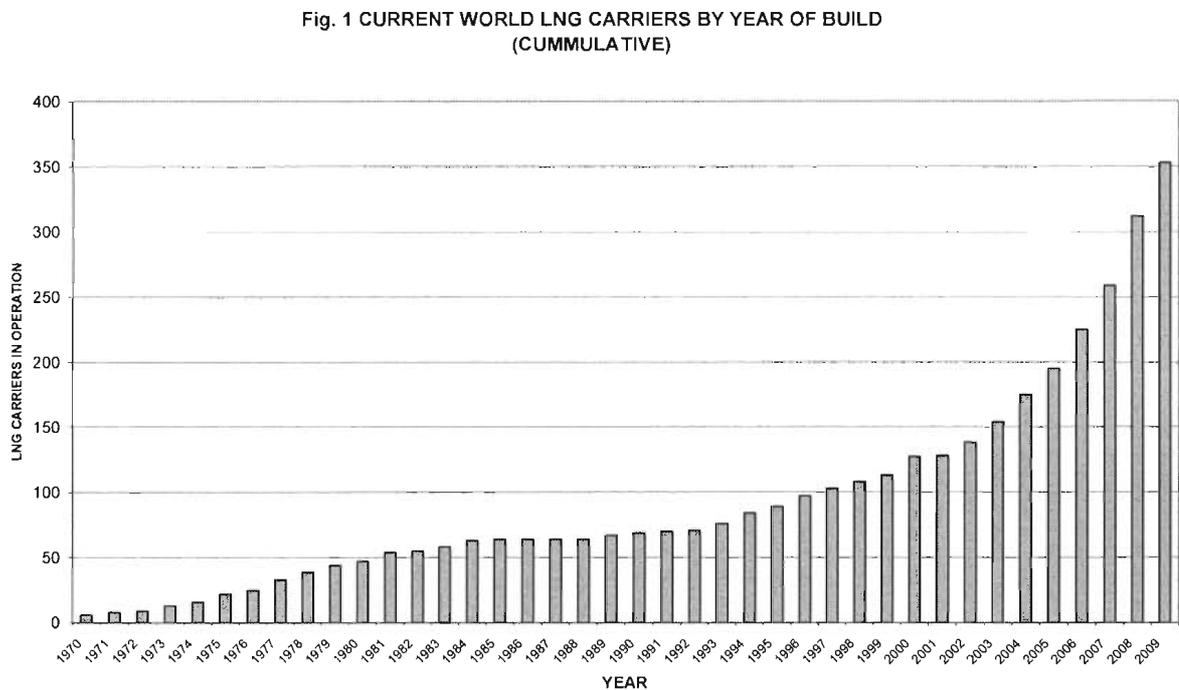
### B1.2.3 TIPOLOGIA DELLE NAVI METANIERE IN ARRIVO

La flotta mondiale delle navi gasiere per il trasporto di GNL sta rapidamente crescendo allo scopo di:

- Andare incontro alla domanda mondiale di combustibili fossili puliti
- Facilitare il rifornimento di gas da fonti alternative, migliorando con cio' la sicurezza del rifornimento
- Aprire nuovi mercati di approvvigionamento, riducendo i costi con la concorrenza

La tendenza alla crescita sulla base dei dati storici e' mostrata in Fig. 1

Fig. 1 Attuale flotta di gasiere GNL suddivise per anno di costruzione (valori cumulativi)



(Ordinate) Gasiere GNL operative  
(Ascisse) Anno di costruzione

Negli ultimi 40 anni la tendenza mondiale e' stata quella di un progressivo aumento della capacita' delle navi

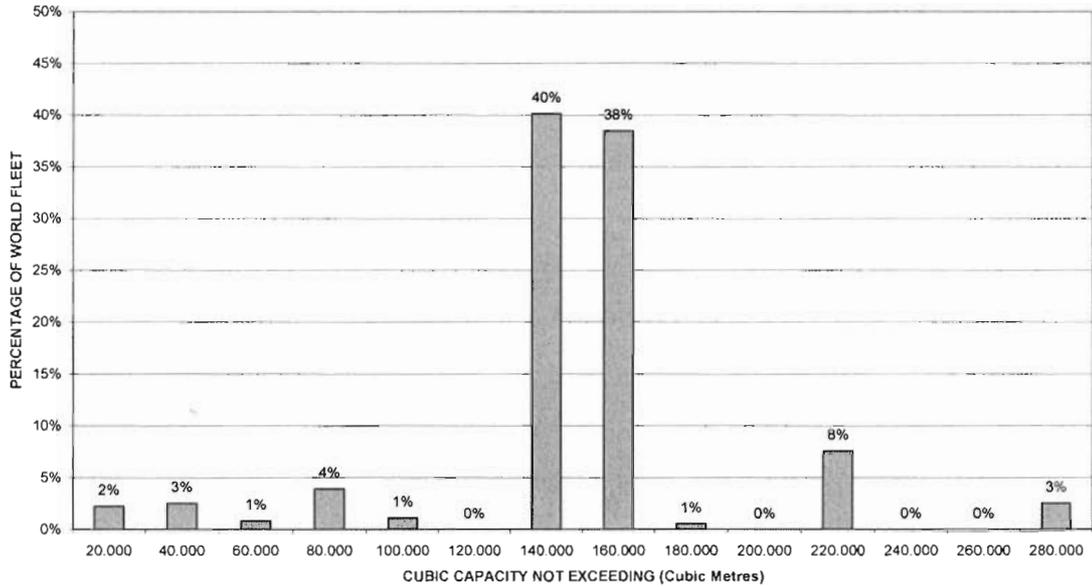
Anni 1970 – 1979	taglia media 99,000 m3
Anni 1980 – 1989	taglia media 99,000 m3
Anni 1990 – 2000	taglia media 130,000 m3
Anni 2000 – 2010	taglia media 154,000 m3

Le navi di recente ordinazione variano in capacita' da 145,000 m3 a 265,000 m3

La distribuzione percentuale delle varie classi di capacita' e' presentata in Fig. 2

**Fig. 2 Flotta mondiale delle navi gasiere GNL suddivisa per capacita'**

**Fig. 2 WORLD FLEET OF LNG CARRIERS  
BY CAPACITY**



(Ordinate) Percentuale della flotta mondiale  
(Ascisse) Capacita' in volume non eccedente (metri cubi)

Il terminale GNL di Brindisi utilizzerà navi di capacita' nominale compresa tra 70,000 m<sup>3</sup> e 140,000 m<sup>3</sup>, taglia che rappresenta oltre il 50% dell'intera flotta mondiale. La dimensione di queste navi dipende da:

- Capacita'
- Tipo di nave, sferica o a membrana
- Disegno dello scafo

Non e' quindi possibile definire una singola dimensione come base dell'analisi marittima e di progetto del pontile. Al fine della progettazione il documento ha percio' adottato i seguenti dati:

Particular	137,000 m <sup>3</sup>	165,000 m <sup>3</sup>
Lunghezza fuori tutto (LOA)	283.5m	286.7m
Lunghezza alle perpendicolari (LBP)	270.0m	273.0m
Larghezza	46.0m	50.7m
Pescaggio a pieno carico	10.8m	11.0m
Pescaggio in condizioni di ballast	9.0m	9.0m
Coefficiente di forma (a pieno carico)	0.730	0.700
Area frontale al vento a pieno carico	1824m <sup>2</sup>	2099 m <sup>2</sup>
Area frontale al vento in ballast	1907 m <sup>2</sup>	2200 m <sup>2</sup>
Area laterale al vento a pieno carico	8104 m <sup>2</sup>	8654 m <sup>2</sup>
Area laterale al vento, in ballast	8602 m <sup>2</sup>	9214 m <sup>2</sup>
Numero eliche	1	1
Diametro elica	7.5m	7.5m
Numero timoni	1	1
Eliche di prua	Si'	Si'



Tutte le dimensioni si riferiscono a navi del tipo con serbatoi sferici perché hanno un rapporto superficie/superficie al vento maggiore e quindi costituiscono una base di progetto più conservativa.

## **B1.3 DESCRIZIONE FUNZIONALE DELL'IMPIANTO**

### **B1.3.1 GENERALITA'**

Il Terminale di Brindisi riceve GNL proveniente dai mercati internazionali, viene stoccato nei serbatoi criogenici e, dopo averlo rigassificato, lo immette nella rete nazionale gasdotti (SRG) per il consumo italiano.

Il gas naturale viene liquefatto all'origine per renderlo trasportabile e stoccabile in serbatoi criogenici. Quindi rigassificato e compresso per essere immesso nella rete di trasporto gas nazionale ed inviato al consumo finale.

Per effettuare il passaggio dalla fase liquida a quella gassosa è necessario fornire una ingente quantità di calore al GNL. Essendo esso in condizioni criogeniche alla temperatura di circa  $-160^{\circ}\text{C}$ , tutto il calore necessario può essere ottenuto dall'acqua di mare la cui temperatura minima invernale è di c.a.  $8^{\circ}\text{C}$ .

In sintesi, nel Terminale non avviene nessuna reazione chimica ma solo un passaggio di fase tra GN liquido e GN gassoso.

Di conseguenza non esistono né sottoprodotti né possibilità di prodotti fuori specifica da smaltire.

Anche le emissioni all'atmosfera sono minimizzate grazie ad opportune scelte progettuali.

Il terminale è costituito dalle seguenti sezioni di processo:

- Sistema di ricezione e trasferimento GNL
- Serbatoi di stoccaggio GNL
- Pompe Primarie e Ricondensatore
- Pompe Alta Pressione e sistema di Rigassificazione

### **B1.3.2 SISTEMA DI RICEZIONE E TRASFERIMENTO GNL**

Il GNL da rigassificare nel terminale e immettere in rete giunge a Brindisi tramite navi metaniere che vengono ormeggiate e scaricate in corrispondenza di un pontile dedicato. Esso è progettato per navi di capacità fino a  $165.000\text{ m}^3$  di GNL ad una pressione di saturazione massima di 0.175 barg.

Lo scarico è fatto tramite le pompe di scarico interne alla nave e i bracci di scarico che connettono la metaniera al terminale.

Due di essi sono dedicati allo scarico del GNL (10-UL-01 A/B). La portata è di  $12.000\text{ m}^3/\text{h}$  utilizzando contemporaneamente il braccio ibrido. Ogni braccio è progettato per una portata di  $5.000\text{ m}^3/\text{h}$ . La fase di svuotamento di una metaniera varia in funzione della sua capacità. Per una nave cisterna da  $140.000\text{ m}^3$  il tempo di svuotamento comporta una durata di c.a. 12 ore.

Il terzo braccio è dedicato al ritorno dei vapori dai serbatoi alla nave (10-UL-02A), tramite esso i vapori di GN generati (BOG : Boil Off Gas) compensano lo svuotamento del GNL.

Un quarto ed ultimo braccio è detto "ibrido" (10-UL-03-A) in quanto funziona a seconda delle esigenze da scarico GNL o da ritorno di gas nel caso che il braccio preposto sia fuori servizio.

Dai bracci di scarico il GNL viene portato agli stoccaggi tramite una linea da 36" che confluisce in un collettore sempre da 36" tramite il quale il GNL può accedere a uno o all'altro serbatoio di stoccaggio (o a entrambi).

Parallelamente alla linea da 36" ne corre un'altra da 8" che serve a mantenere una circolazione di GNL per conservare la tubatura fredda quando nessuna nave scarica dal molo.

Mantenere la tubazione fredda, evita che nella fase iniziale dello scarico, si generi una grande quantità di BOG che andrebbe poi ricondensata. Il GNL di ricircolo necessario per mantenere la tubazione fredda, viene prelevato dai serbatoi criogenici, ed in essi rimesso. Avendo cura di ottimizzare la portata affinché si minimizzi la produzione di BOG durante la fase di scarico e convogliamento del GNL nei serbatoi criogenici.

E' previsto un separatore di liquido sul molo (10-V-01 A) con annesso desurriscaldatore. Durante lo scarico della nave il separatore divide gli eventuali liquidi trascinati dal gas di ritorno alla metaniera. Nel caso in cui il gas di ritorno avesse una temperatura troppo elevata il desurriscaldatore, tramite vaporizzazione di GNL la riporta a valori accettabili per non introdurre eccessive calorie nella metaniera.

All'inizio delle operazioni di scarico nave i bracci di scarico vengono raffreddati tramite GNL.

Dopo circa 30 minuti, quando la temperatura è vicina a quella del GNL stoccato (circa -150 / -160 °C), il pompaggio di GNL viene incrementato alla portata di progetto di 12.000 m<sup>3</sup> / h.

Tramite la linea di ritorno gas e il braccio di scarico per il ritorno del BOG (10-UL-02A) l'insieme stoccaggi GNL – metaniera è un solo sistema la cui pressione è controllata dai compressori di BOG (40-K-01 A/B) al valore di set di 250 mbarg.

La nave metaniera è a una pressione leggermente inferiore (max 175 mbarg) e questo assicura la minima vaporizzazione possibile durante lo scarico. Il gas di reintegro GNL scaricato agli stoccaggi viene richiamato nella metaniera per la quantità necessaria.

Quando la metaniera è vuota l'operazione termina. I bracci vengono drenati parte nella metaniera e parte nel separatore liquido sul molo (10-V-01 A), poi inertizzati con azoto e infine disconnessi dalla nave.

A questo punto inizia la circolazione del GNL delle tubazioni di scarico nave onde tenere la temperatura a livello criogenico in attesa della nave successiva.

### ***B1.3.3 STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE DEL GNL***

#### ***B1.3.3.1 Serbatoi di stoccaggio***

Sono previsti due serbatoi di stoccaggio entrambi fuori terra a doppio contenimento della capacità nominale di 160 000 m<sup>3</sup> cadauno.

Essi hanno una pressione di progetto di 290 mbarg e una dispersione termica massima giornaliera pari ad una evaporazione dello 0.05% in peso del contenuto del serbatoio stesso convenzionalmente considerato pieno di metano liquido.

Per ragioni di sicurezza tutti i bocchelli dei serbatoi saranno ubicati sul tetto senza alcuna connessione laterale.

I serbatoi avranno una strumentazione atta a monitorarne in continuo il livello nonché il profilo di temperatura e di densità lungo l'altezza del serbatoio.

Questo per evitare condizioni di basculamento del GNL al suo interno (rollover) .

Pur essendo fornito di dispositivi per evitare detto fenomeno, come illustrato qui avanti, il serbatoio è provvisto di valvole di sicurezza dimensionate per l'evento che rendono l'eventualità non pericolosa per l'integrità strutturale dello stesso.



Nonostante il serbatoio e tutte le tubazioni criogeniche siano adeguatamente isolate gli stoccaggi GNL subiscono comunque un certo riscaldamento dovuto essenzialmente a :

- Ambiente esterno
- Sistema di scarico nave
- Circolazione GNL di mantenimento
- Calore generato dalle pompe

Il gas che vaporizza a seguito di detto riscaldamento, unitamente al vapore generato per effetto del riempimento di liquido, viene convogliato tramite un collettore comune ad entrambi i serbatoi all'aspirazione dei compressori di gas di Boil Off (40-K-01 A/B) per il recupero.

Essi hanno sulla comune aspirazione un separatore (40-V-01) per separare eventuali trascinalamenti di liquido.

Le condizioni di marcia e conseguente produzione di BOG sono molteplici. Si va da una produzione zero o persino negativa nel caso di nessuno scarico da nave ed elevata erogazione di gas alla rete, a quella massima di scarico da nave e bassa erogazione in rete. Per far fronte a questo ampio range di possibili scarichi le macchine sono 2 al 50% con un'ampia flessibilità operativa.

Così facendo il sistema di compressione può soddisfare tutte le richieste degli stoccaggi evitando il ricorso al rilascio in torcia di BOG; infatti ciò non è previsto in alcun caso normale di marcia dell'impianto.

Nel caso che il bilancio di BOG all'interno dei serbatoi sia negativo, onde evitare di mandare in depressione gli stessi, una corrente di GNL vaporizzato viene rimandato indietro negli stoccaggi, previa riduzione della pressione, mantenendo così una pressione positiva.

#### B1.3.3.2 Pompe primarie e ricondensatore

Il GNL contenuto negli stoccaggi è movimentato tramite le pompe primarie (20-P-01 A/B/D/E).

Esse sono pompe verticali a motore immerso interne ai serbatoi, due pompe cadauno, inserite negli stoccaggi dal tetto tramite apposite guaine che li contengono.

Alla base di ogni guaina è posta una valvola di fondo che quando viene inserita la pompa, tramite il peso della stessa, ammette il fluido all'aspirazione. Viceversa nel caso la pompa venisse estratta, la valvola di fondo chiude impedendo al GNL di entrare nella guaina.

Le pompe primarie hanno una capacità di circa 1000 m<sup>3</sup>/h cadauna e una pressione di mandata di circa 8 barg.

Esse sono fornite di dispositivo automatico di minima portata onde proteggere la macchina nel caso la richiesta della rete fosse inferiore al minimo tecnico della pompa.

Hanno inoltre la possibilità di essere operate in ricircolo totale al 100% per miscelare il contenuto dei serbatoi qualora il profilo di densità e/o temperatura mostrasse la possibilità di stratificazione.

Le Pompe Primarie hanno la funzione di pompare il GNL fuori dai serbatoi per le successive fasi del processo alimentando il Ricondensatore (30-V-01) che a sua volta alimenta le pompe di Alta Pressione (30-P-01 A/B/D/E).

Inoltre esse servono a fornire la circolazione di GNL necessaria a tenere a temperatura criogenica le condotte di scarico nave ed in generale tutte le parti del sistema non in esercizio ma che possono essere chiamate ad esserlo in breve tempo, come ad esempio le tubazioni per il ricircolo dei serbatoi o apparecchiature in stand-by.

La circolazione di GNL per detto scopo è stimata in alcuni metri cubi per ora con una differenza di temperature di pochi gradi (circa 3) in modo da avere la minor vaporizzazione possibile nei circuiti.

Le Pompe Primarie prendono il GNL dagli stoccaggi in condizioni di saturazione o di lieve sottoraffreddamento e lo pompano a una pressione di circa 8 barg ottenendo quindi un liquido sottoraffreddato.

In queste condizioni esso è idoneo a recuperare il GN vaporizzato durante le fasi precedenti del processo (BOG) e che è stato appositamente compresso dai Compressori di Gas di Boil Off (40-K-01 A/B).

L'operazione avviene nel Ricondensatore (30-V-01): si tratta di una apparecchiatura verticale nel quale entrano sia il GNL sottoraffreddato che il BOG compresso.

Per favorire il maggior contatto possibile tra le due fasi, all'interno del ricondensatore è installato un letto a riempimento cilindrico di Pall Rings in acciaio inossidabile da 2" dell'altezza di 3 metri racchiuso in un annulus.

Il BOG e il GNL entrano nella parte interna del letto e attraversando i Pall Rings vengono in contatto permettendo così la totale ricondensazione del BOG.

Per il corretto funzionamento del Ricondensatore deve sempre essere alimentata una quantità sufficiente di GNL in modo da avere un battente di liquido alla sua base. Detto battente serve anche come battente di aspirazione per le successive pompe di Alta Pressione (30-P-01 A/B/D/E).

Durante le operazioni di immissione gas nella rete alla massima portata senza contemporaneo scarico dalla nave la quantità di BOG gas al Ricondensatore è nulla. In tal caso una corrente di GN verrà riciclata indietro da prima della stazione di misurazione (30-SE-01 A) e, previa riduzione della pressione, reimpressa al Ricondensatore per controllare la pressione del sistema.

Il Ricondensatore è dotato anche di by-pass da usarsi solo per manutenzione. Esso è dimensionato per permettere un minimo flusso di GNL onde tenere fredde le linee a valle del Ricondensatore durante gli interventi di manutenzione dello stesso.

A monte del Ricondensatore viene aggiunto dell'Azoto di correzione nel caso in cui il GNL proveniente dalla mataniera non soddisfi i requisiti di Numero di Wobbe così come specificato dal codice di rete Snam Rete Gas (SRG).

Se il Numero di Wobbe è troppo elevato, è necessario aggiungere Azoto nel GNL in modo da diluirlo.

L'Azoto è prelevato da uno stoccaggio ove esso è tenuto liquido e in condizioni criogeniche.

In base all'input che viene dalla stazione di misura (e analisi) alla Rete Distribuzione Nazionale (30-SE-01 A), la quantità di Azoto necessaria viene modulata ed immessa nel GNL a valle delle Pompe Primarie e si miscela alle altre correnti all'interno del Ricondensatore a monte delle Pompe di Alta Pressione (30-P-01 A/B/C/D/E).

### ***B1.3.4 SISTEMA DI RIGASSIFICAZIONE***

Dal Ricondensatore (30-V-01) il GNL miscelato con il Boil Off gas ed eventualmente con l'Azoto di correzione viene portato alla pressione della Rete Gas Nazionale tramite 5 Pompe Alta Pressione (30-P-01 A/B/C/D/E).

Esse comprimono il GNL fino a circa 85 bar G con una portata di 500 m<sup>3</sup>/h ciascuna circa; sono di tipo verticale, multistadio e a motore sommerso. Sono dotate di meccanismo di minimo flusso onde assicurare una marcia stabile per gli organi della macchina in qualsiasi condizione.

In marcia normale 4 pompe saranno operative ed una di riserva pronta a partire in caso di necessità. Qualora la capacità richiesta fosse quella di picco tutte le 5 Pompe Alta Pressione saranno in marcia.

Anche detta pompa in stand-by, come tutte le parti dell'impianto che necessitano una pronta messa in marcia, viene tenuta fredda tramite un piccolo flusso di GNL a bassa pressione che, una volta raffreddata la pompa viene riciclato indietro agli stoccaggi.



Una volta alla pressione di rete il GNL deve essere vaporizzato per mezzo dei Vaporizzatori GNL (30-E-01 A/B/C/D/E) di tipo Open Rack Vaporizer (ORV). Il fluido riscaldante è acqua mare.

Gli ORV sono sostanzialmente degli scambiatori di calore nei quali l'acqua mare viene fatta cadere per gravità sopra una serie di pannelli nei quali sono presenti le tubazioni verticali contenenti il GNL che vaporizza fluendo in controcorrente.

Dall'opera di presa l'acqua mare viene distribuita dal collettore principale ad ogni pannello, scende per gravità scambiando calore col GNL e viene infine raccolta in un bacino posto sotto i pannelli stessi per essere successivamente scaricata in mare.

La differenza di temperatura tra l'acqua mare in entrata e l'acqua mare in uscita è di 6 gradi.

Essendo la temperatura minima invernale dell'acqua mare 8 gradi, ne segue che la minima temperatura di ritorno al mare è 2 gradi.

Analogamente alle Pompe ad Alta Pressione, il vaporizzatore in stand-by viene mantenuto freddo tramite un flusso di GNL dal collettore ad alta pressione. In tal caso l'acqua mare sarà alimentata regolarmente.

Dopo la vaporizzazione il GN deve essere immesso in rete.

Prima di ciò esso deve essere misurato e analizzato sia a fini di processo, per stabilire le necessità o meno dell'Azoto di correzione, sia a fini fiscali.

Per far ciò è prevista una Stazione di Misura (30-SE-01-A) che misura il gas in portata e tramite un sistema di campionamento lo analizza.

Prima di essere immesso nella Rete Nazionale dei Gasdotti (SRG), il gas naturale viene portato alla pressione di rete corrispondente a 75 barg.

Per rispondere alle esigenze di esercizio del gestore della Rete Nazionale Gasdotti, si provvederà a controllare ed eventualmente regolare la pressione al valore richiesto. Il controllo è situato dopo la stazione di analisi.

L'impianto è dotato anche di un "Pig Launcher" (fornito da Snam Rete Gas) che serve a ispezionare e pulire le tubazioni di mandata GN dall'interno tramite apposita sonda.

### **B1.3.5 SISTEMI AUSILIARI**

#### **B1.3.5.1 Sistema aria compressa**

L'aria per strumenti e l'aria di processo saranno fornite da due compressori aria (56-K01 A/B), azionati da motori elettrici.

L'aria di processo verrà direttamente accumulata in un serbatoio di accumulo (56-V02) mentre l'aria strumenti verrà prima essiccata in un apposito apparecchio (56-SE02 A/B) e solo successivamente accumulata in un serbatoio di accumulo (56-V01).

L'aria strumenti verrà essiccata fino ad un punto di rugiada di  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con riferimento alla pressione massima di esercizio.

#### **B1.3.5.2 Sistema azoto**

Il terminale di rigassificazione sarà dotato di un impianto per lo stoccaggio dell'azoto liquido, di un sistema per la distribuzione di azoto allo stato liquido, di un sistema di vaporizzazione dell'azoto liquido per mezzo di un riscaldatore elettrico e di un sistema di distribuzione dell' azoto gassoso.

L'azoto liquido sarà accumulato in un serbatoio criogenico a pressione atmosferica (57-T01) avente una capacità di  $3.000\text{ m}^3$  nel caso la fornitura avvenisse tramite autocisterne. In alternativa tale capacità sarà eventualmente ridotta ad un volume di c.a. 1/10 nel caso di forniture dirette dall'adiacente Petrolchimico attraverso un collegamento dedicato.

La produzione di azoto gassoso per il normale funzionamento dell'impianto sarà garantito dalla vaporizzazione naturale del liquido all'interno del serbatoio (la temperatura di stoccaggio sarà di circa  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Prima di essere immesso in rete il gas sarà riscaldato sino a temperature ambiente, tramite un riscaldatore elettrico. (57-H01) e compresso sino a 4 barg, tramite un compressore (57-K01).

La produzione di azoto gassoso per ricoprire le richieste massime dell'impianto sarà garantito da due vaporizzatori atmosferici (57-E01A/B), installati a valle di un accumulatore in pressione (57-V01) avente una capacità di 20 m<sup>3</sup> atto a garantire il normale consumo di azoto per due giorni.

L'accumulatore è alimentato da due pompe criogeniche (57-P01A/B).

La distribuzione di azoto liquido per la correzione del numero di Wobbe del GNL sarà garantita dalle pompe criogeniche (57-P01A/B) controllate in portata da un segnale proveniente da un misuratore fiscale (30-SE01-A).

L'azoto gassoso verrà utilizzato per i seguenti scopi:

- Manichette di servizio;
- Purga continua di alcune tenute;
- Purga di apparecchiature prima della manutenzione;
- Purga dei bracci di carico prima e dopo l'utilizzo;
- Purga continua del collettore di torcia;
- Prevenzione del vuoto nei serbatoi di GNL..
- Pompe interne e di rilancio
- Compressori dei gas di boil off

#### B1.3.5.3 Sistema acqua potabile e servizi

L'acqua potabile per i servizi civili sarà fornita attraverso un allacciamento alla locale rete esterna, in alternativa o nei casi di emergenza sarà attivato un servizio di autobotti. L'acqua sarà immessa in un apposito serbatoio di accumulo ubicato all'interno dell'area di processo.

L'acqua stoccata nel serbatoio principale dovrà servire per i consumi fisiologici (si è assunto un consumo medio di 200 litri giorno per 60 persone, pari alla media nazionale) e per il consumo di due docce di emergenza da 6 m<sup>3</sup>/h per 20 minuti.

Le docce di emergenza saranno installate in un circuito chiuso alimentato da acqua potabile prelevata dal serbatoio 58-T02, mediante le pompe (58-P02).

L'acqua prelevata dal serbatoio per mezzo dell'autoclave e consumata per gli usi fisiologici sarà integrata nel serbatoio automaticamente per mezzo delle pompe di caricamento collegate alla rete esterna e/o all'autobotte.

Il terminale sarà dotato di un serbatoio di stoccaggio per l'acqua servizi, denominato 59-T01, della capacità di circa 50 m<sup>3</sup>, nonché di pompe, denominate 59-P01 A/B, per la distribuzione dell'acqua alla rete d'impianto.

L'acqua industriale fornita dalla rete esterna o in alternativa con un servizio di autobotti verrà immessa nella rete di distribuzione per gli usi esterni.

#### B1.3.5.4 Sistema di torcia

Il sistema torcia del terminale permette di smaltire in sicurezza gli scarichi occasionali discontinui di gas sia allo stato liquido che gassoso. Specificatamente quelli provenienti dal sistema di controllo della pressione del gas al punto di consegna alla rete SRG. In particolare nei casi di blocchi improvvisi all'erogazione del gas per anomalie della rete nazionale gasdotti. In altri casi il gas bruciato alla torcia proviene da sfiati delle valvole di sicurezza, da spurghi delle tubazioni e o in casi di emergenza per eccezionale mancanza di energia elettrica dalla rete esterna.

Detti scarichi vengono raccolti da due collettori, un collettore a bassa pressione che raccoglie tutti gli scarichi da apparecchiature a monte delle Pompe Alta Pressione (30-P-01 A/B/C/D/E) e un collettore ad alta pressione per gli scarichi dalle apparecchiature a valle.

Entrambi i collettori convergono in un separatore (65-V -01) dove eventuali liquidi trascinati (GNL) sono separati dalla fase gas che viene poi bruciata alla sommità della torcia (65-SE-01).

Il GNL liquido eventualmente presente viene anch'esso bruciato alla sommità della torcia una volta vaporizzato per effetto del riscaldamento a temperatura ambiente o, se necessario, di un riscaldatore elettrico presente nel separatore.

La torcia alla sua sommità è dotata di un sistema di fiamma pilota sempre in funzione che assicura la combustione degli idrocarburi eventualmente scaricati alla torcia. Ciò costituisce un sistema ad elevata affidabilità anche se presenta un consumo minimo di fuel gas continuo. Il gas di alimentazione del pilota viene estratto dal terminale stesso.

Dal punto di vista operativo il terminale è progettato seguendo la filosofia del "minimum flaring" ovvero la quantità di effluenti gassosi inviati a torcia è minimizzata tramite alcune scelte progettuali.

I gas generati nella movimentazione ordinaria del GNL (BOG : Boil Off Gas) sono interamente recuperati all'interno del ciclo produttivo cosicché in marcia normale la torcia non viene utilizzata.

Essa invece interviene in casi non ordinari o di emergenza onde permettere il rilascio in sicurezza di quantità di BOG non altrimenti recuperabili.

In maggior dettaglio, al sistema di torcia sono collegate:

a) Le valvole di controllo pressione dei serbatoi GNL.

La pressione degli stoccaggi GNL è controllata dai compressori BOG (40-K-01 A/B) che comprimono il BOG e lo inviano al ricondensatore (30-V-01) dove esso viene riliquefatto e quindi recuperato nel GNL alimentato alle Pompe ad Alta Pressione.

Qualora l'azione dei compressori BOG e del Ricondensatore non fosse sufficiente per mantenere la pressione degli stoccaggi al suo valore di normale, una valvola di controllo apre e rilascia il BOG in eccesso al sistema di torcia che provvede al suo smaltimento.

I casi di marcia non ordinaria nei quali ciò avviene sono limitati, i principali sono l'erogazione nulla alla rete gas e il black-out elettrico. In essi, non essendoci flusso di GNL al ricondensatore, non è possibile recuperare il BOG nel processo e quindi non rimane che rimuoverlo dall'impianto tramite la torcia.

b) Le valvole di sicurezza dei serbatoi GNL.

c) Tutte le altre valvole di sicurezza dell'impianto,

ovvero quelle sul ricondensatore (30-V-01), delle Pompe Alta Pressione (30-P-01 A/B/C/D/E), dei Vaporizzatori (30-V-01 A/B/C/D/E), del Separatore di aspirazione compressore BOG (40-V-01) e del Compressore BOG (40-K-01 A/B) e del Pig Launcher. Ognuna di queste valvole di sicurezza sarà collegata al collettore di alta o di bassa pressione.

d) Tutte le valvole di espansione termica del terminale.

**B1.3.5.5** Sistema di stoccaggio e distribuzione gasolio

Il terminale sarà dotato di un serbatoio di stoccaggio gasolio, denominato (66-T01), della capacità geometrica di 50 m<sup>3</sup>, posto in un'area coperta con vasca di contenimento a tenuta stagna avente la stessa capacità del serbatoio di stoccaggio.

Il gasolio alimenterà i serbatoi giornalieri della varie utenze quali i motori delle pompe antincendio ed il generatore di emergenza mediante pompe dedicate denominate "pompe di trasferimento" (66-P01A/B), previo passaggio nei filtri a cartuccia (66-SE01 A/B).

I serbatoi giornalieri saranno dimensionati in modo da garantire il funzionamento continuo delle singole utenze.

Il serbatoio di stoccaggio del gasolio sarà reintegrato mediante autocisterna con l'ausilio di una pompa di caricamento denominata (66-P02).

Tutte le pompe saranno dotate di bacini di raccolta delle eventuali perdite. Il gasolio raccolto nei bacini sarà recuperato e, se non utilizzabile, sarà inviato allo smaltimento presso discarica autorizzata, secondo le vigenti normative in materia di rifiuti.

## ***B1.3.6 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA***

### **B1.3.6.1 Descrizione generale dell'impianto**

Il sistema elettrico dell'impianto consiste di sistemi di alta / media / bassa tensione concepiti per soddisfare i criteri precisati di seguito (si veda schema elettrico unificare Allegato 8 nella sezione B2).

L'alimentazione elettrica sarà effettuata attraverso un collegamento sotterraneo alla rete ad alta tensione esterna al sito. Il sistema prevede la realizzazione di:

#### Stazione Alta Tensione (cabina di consegna)

La cabina di consegna e il relativo allacciamento alla linea esterna A.T. ad alta tensione 150 KV. Esistente sono esclusi dal presente progetto. La cabina di consegna comunque sarà realizzata con il sistema in-out ed è costituita sostanzialmente da:

- Sbarre A.T.
- N. 2 Stalli linea ad alta tensione A.T., sistemi di sezionamento e protezione
- Fabbricato composto da un locale contatori, un locale quadri, un locale batteria e un locale per il telecontrollo
- Servizi ausiliari CA (230 V) e CC (110 V)

#### Sottostazione elettrica A.T. ad alta tensione 150 KV collegata alla cabina di consegna

Sinteticamente i principali componenti sono:

- Sbarre A.T.
- Sezionatore
- Interruttore
- Scaricatori
- Sistemi di protezione, ecc.

#### Cabina Elettrica Principale

E' altresì prevista una Cabina Elettrica Principale per la distribuzione MT/BT configurata come segue:

#### Distribuzione MT ( 6.6kV)

Tale cabina di distribuzione comprende:

- Un Quadro MT, alimentato dai due arrivi dalla Stazione AT e da un arrivo di emergenza dal generatore diesel a 6.6 kV . Il quadro ha tre sezioni di sbarre, A e B e C separate da due congiuntori ,normalmente aperti, provvisti di commutazione automatica per l'alimentazione dei carichi normali , essenziali e di emergenza .

Dal quadro MT sopra citato sono alimentati:

- I motori MT
- I trasformatori MT/BT per l'alimentazione dei sistemi di bassa tensione normali e di emergenza ospitati nella cabina principale
- Le partenze per i trasformatori MT/BT ospitati nella Cabina Elettrica del pontile

Distribuzione BT (400V),

Tale cabina di distribuzione comprende:

a) Quadro principale di Bassa Tensione

Il quadro principale di bassa tensione alimentato attraverso tre arrivi, due normali ed uno di emergenza a mezzo trasformatori MT/BT. Il quadro similmente al quadro principale di media tensione è costituito da tre sezioni di sbarre A e B e C separate da due congiuntori, ormalmente aperti, provvisti di commutazione automatica per l'alimentazione dei carichi normali, essenziali e di emergenza.

Dal quadro principale di bassa tensione sono alimentati

- I motori di bassa tensione dell'impianto di processo
- I servizi ausiliari della cabina elettrica principale e della Stazione AT
- I sottoquadri dei sistemi per l'illuminazione, prese, tracciatura elettrica e della protezione catodica
- I sistemi di continuità statici in configurazione ridondante e relative batterie
- Il carica batterie per la corrente continua e relative batterie

b) Una Cabina Elettrica Pontile per la distribuzione BT

Tale cabina sarà configurata come segue:

- Un quadro di media tensione 6.6kV che ospita i due interruttori di arrivo dalla cabina elettrica principale, rispettivamente dalla sezione normale di sbarra e dalla sezione di emergenza, e direttamente connessi ai due trasformatori MT/BT per la distribuzione a bassa tensione 400V.
- Il quadro principale di bassa tensione, per l'alimentazione dei sistemi elettrici annessi al pontile.
- I sistemi di continuità statici in configurazione ridondante e relative batterie
- Il carica batterie per la corrente continua e relative batterie

**B1.3.6.2** Descrizione generale del sistema di approvvigionamento

L'energia elettrica per il funzionamento dell'impianto verrà prelevata dalla rete esterna ad alta tensione 150 KV esistente attraverso due allacciamenti indipendenti in cavo. La cabina di consegna dell'alimentazione A.T. sarà realizzata in area dedicata confinante con l'impianto di rigassificazione. Quest'ultima avrà una configurazione ad H tale da assicurare all'impianto due alimentazioni separate ed intercambiabili, provenienti dalla stessa rete ma da linee e direzioni d'origine indipendenti. Tale configurazione permette la massima flessibilità di esercizio anche durante la manutenzione di una delle due vie di alimentazione.

**B1.3.6.3** Livelli di tensione

Le seguenti tensioni nominali saranno adottate per il sistema elettrico:

Alimentazione AT:	150 kV – 3 fasi – 50 Hz BIL 650 kV per Stazione AT BIL 550 kV per Trasformatori
Distribuzione primaria ed ai motori superiori e uguale a 150 kW:	6.6 kV – 3 fasi – 50 Hz BIL ≥ 60 kV
Alimentazione motori inferiori o uguali 150 kW e	400 V – 3 fasi – 50 Hz

quadri BT:	
Circuiti prese FM:	400 V – 3+N & PE - 50 Hz
Valvole motorizzate	400 V – 3 fasi + N– 50 Hz
Maniche antincendio	400 V – 3 fasi + N– 50 Hz
Circuiti di comando controllo motori BT:	230 V - 50 Hz
Circuiti di comando / controllo motori MT e relé di protezione:	110 V CC
Riscaldatori elettrici >3 kW	400V 3 fasi + N– 50 Hz
Circuiti di strumentazione non critica	230 V –50 Hz
Circuiti di strumentazione critica	230 V –50 Hz stabilizzata
DCS?ESD?Antincendio	230 V –50 Hz stabilizzata
Telecomunicazione/ televisione circuito chiuso	230 V –50 Hz stabilizzata
Luce Normale	230V - 1 + N – 50 Hz
Circuito prese luce 16 A	230 V – 1+ N & PE -50 Hz
Luci di sicurezza con batteria ed inverter interni	230V - 1 + N – 50 Hz
Luci di emergenza	230V - 1 + N – 50 Hz
Luci ostacoli aerei	230 V –50 Hz stabilizzata

La frequenza del sistema elettrico sarà 50 Hz.

#### B1.3.6.4 Condizioni del neutro

Sistema 150 kV	Sistema atterrato, a cura della società fornitrice del sistema A.T.
Sistema a 6 kV	A terra tramite resistore – corrente di guasto 200 A max.
Sistema a 400/230 V	Direttamente a terra

#### B1.3.6.5 Misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti

##### **Protezione contro i contatti diretti**

Tutte le parti attive saranno poste entro involucri aventi adeguato grado di protezione e fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale e apribili solo con adeguate attrezzature.

##### **Protezione contro i contatti indiretti**

Per la protezione contro i contatti indiretti sarà applicata l'interruzione automatica dell'alimentazione.

Tutte le masse simultaneamente accessibili saranno collegate allo stesso impianto di terra, tutte le masse estranee nell'impianto saranno collegate con collegamenti equipotenziali allo stesso impianto di terra. Tutte le masse dei componenti fissi e le masse estranee simultaneamente accessibili saranno collegate tra loro ed al dispersore con collegamenti equipotenziali supplementari in aggiunta all'interruzione automatica dell'alimentazione.

##### **Impianto di Terra**

L'impianto di terra, unico per tutto il complesso, sarà del tipo a maglia, realizzato con corda di rame nudo; in particolari punti potranno essere installati appositi picchetti. La rete magliata coprirà tutta l'area dell'impianto.

Tutte le apparecchiature elettriche e le strutture saranno collegate al dispersore ed adeguatamente interconnesse per ottenere l'equipotenzialità di tutte le masse e le masse estranee. Le connessioni fuori terra saranno eseguite mediante capocorda e bullone, le connessioni interrato saranno eseguite con connettori a compressione.

In generale conformità alle prescrizioni si useranno, per l'impianto di terra, i seguenti materiali:

- Maglia di terra con corda di rame nudo
- Conduttori di risalita in rame isolati in PVC (giallo/verde)

- Dispensori a picchetto in acciaio zincato con punte ricoperte di rame (Dia. 2", lunghezza 3 m) installati in pozzetti di ispezione
- Piastre forate fissate a strutture metalliche e bulloneria in acciaio inossidabile.

Il calcolo della rete di terra sarà eseguito sulla base delle caratteristiche del terreno rilevate con opportune indagini e misure. La resistenza del sistema di terra e la sua configurazione limiterà le tensioni di passo e di contatto in accordo ai limiti fissati dalle norme CEI 11-8/64-8.

### **Impianto di Protezione contro le Scariche Atmosferiche**

Particolare cura sarà posta nella progettazione e nella realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

I criteri di progettazione saranno conformi alle norme CEI 81-1 (1990) e riguarderanno le seguenti strutture:

- Serbatoi di GNL e componenti su di essi installati
- Stazione ricevitrice linea elettrica.
- Alte strutture

Nell'impianto generale di terra saranno connesse inoltre tutte le strutture porta tubi poste superiormente al tetto dei serbatoi. In questo caso saranno garantiti gli spessori minimi richiesti dalla normativa.

La stazione ricevitrice della linea elettrica sarà dotata di opportuni scaricatori all'ingresso, al fine di limitare le sovratensioni entranti.

Tutte le carpenterie metalliche che si sviluppano in altezza al pari di tutte le altre strutture dell'impianto saranno connesse all'impianto generale di terra.

Con riferimento agli edifici civili (portineria) considerati di classe E come da normativa citata, data la loro limitata altezza e bassa presenza contemporanea di persone (inferiore a 300) non saranno dotati di impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, mentre fabbricati e strutture considerate grandi masse metalliche saranno protette.

Inoltre saranno adottati tutti gli accorgimenti necessari perché in caso di fulminazione i sistemi di controllo, strumentazione e distribuzione di potenza non siano soggetti a guasti e malfunzionamenti.

I materiali saranno conformi alle prescrizioni delle norme CEI 64-8, 11-8 ed 81-1.

Con riferimento al rapporto CNR – CEI "Progetto di norme per la protezione contro fulmini, delle strutture – Roma, giugno 83", il numero medio di fulmini, a terra, nell'area di Brindisi, è pari a 2.5 fulmini/anno per km<sup>2</sup>.

#### **B1.3.6.6 Distribuzione AT**

Si riportano di seguito i criteri che hanno portato alla definizione delle soluzioni per la Stazione AT

##### **Ubicazione**

La stazione è posta a ridosso della recinzione sul confine sud dell'impianto ed ubicata tra la cabina di consegna A.T. ed i due trasformatori abbassatori principali. Il collegamento tra la cabina di consegna di terzi e quella di proprietà dell'impianto è realizzato tramite sbarre. La Stazione AT sarà conforme ai requisiti ENEL DK 5400 e risulta composta principalmente come segue:

##### **Moduli AT**

La Stazione AT è composta dai seguenti moduli:

- N. 2 Montanti ognuno composto di Terminazioni Cavi in arrivo dalla sottostazione ENEL, TV (riduttori di tensione), del gruppo sezionatori di linea e di terra, di interruttore, di TA (riduttori di corrente) e di allacciamenti in cavo ai terminali di ingresso del trasformatore.,

- N. 2 trasformatori AT, con piena capacità di riserva, per assicurare la completa ridondanza della alimentazione della distribuzione MT e equipaggiati con scaricatori di sovratensione.

### **Soluzione costruttiva**

La soluzione costruttiva selezionata è quella con Compatta Convenzionale isolata in aria, che risulta ampiamente utilizzata nella zona.

### **Area elettrica/Cabina di consegna energia elettrica ad alta tensione**

Rimane a disposizione esclusiva della cabina di consegna dell'energia elettrica ad alta tensione, un'area con accesso indipendente opportunamente recintata in cui possono essere installate e facilmente smontate le apparecchiature di alta tensione. Essa ospiterà locali contenenti le relative protezioni, i quadri ausiliari nonché un locale di misure fiscali dotato di duplice accesso, lato fornitore energia elettrica e lato proprietà dell'impianto.

### **Trasformatori AT/MT**

Trasformatori AT/MT per la distribuzione MT 51-PTR001A e 51-PTR001B sono in olio minerale ed a due avvolgimenti ed avranno le seguenti caratteristiche:

- Tensioni: 150kV / 6,9kV
- Potenza: 35 MVA
- Raffreddamento: ONAN
- Gruppo vettoriale Dyn11
- Variatore sotto carico

### **Controlli e protezioni**

Il Quadro Controllo (Sinottico) dovrà essere equipaggiato con selettori a croce, selettori loc/rem, commutatori ecc.; dovrà permettere le manovre di tutti i componenti AT, visualizzare le misure e gli allarmi. e interfacciarsi con il sistema DCS centrale; esso dovrà essere realizzato in accordo con la più moderna pratica corrente del fornitore della Stazione AT.

Il Quadro Protezioni dovrà includere le protezioni dei montanti AT di ricevimento e dei due trasformatori:

Esso dovrà essere in accordo alle specifiche e richieste particolari di Fornitore Energia Elettrica e comprendere almeno le seguenti protezioni:

- Montanti di trasformazione AT/MT: Massima corrente, differenziale, terra ristretta, protezioni dirette di trasformatore.

### **Distribuzione servizi ausiliari CA e CC**

Dovrà essere previsto un quadro di distribuzione CA, alimentato dai trasformatori 51-PTR002A e 51-PTR002B, di principio con la seguente configurazione:

- N° 1 interruttore automatico tripolare da 160 A ingresso linea CA
- N° n (in funzione dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio) interruttori automatici miniaturizzati (MCB) tripolari da 10 a 25 A per asservire:
  - Prese F.M.
  - Alimentazione motori interruttori e sezionatore AT
  - Illuminazione
  - Riserve

- N° n (in funzione dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio) interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
  - Alimentazione prese luce
  - Alimentazione scaldiglie lato A.T.
  - Riserve
  
- N° n (in funzione dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio) interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
  - Alimentazione aux quadro protezione e controllo a 110 Volt in corrente continua
  - Riserve
  
- N° n (in funzione dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio) interruttori automatici miniaturizzati (MCB) bipolari da 10 a 25 A per asservire :
  - Servizi ausiliari Quadro MT

In prossimità dei trasformatori sopra citati sarà prevista N° 1 cassetta con presa FM (32A) e luce (16A) a tenuta stagna, grado di protezione IP54.

Dovrà inoltre essere previsto un sistema di Alimentazione C.C., comprendente:

- Raddrizzatore – Carica Batterie ridonato uscita
- Batteria
- N. n interruttori MCB distribuzione CC.

#### B1.3.6.7 Distribuzione MT

##### **Quadro MT**

La distribuzione a media tensione è garantita da un quadro sito nella cabina principale e viene a sua volta alimentato nelle condizioni normali tramite i due trasformatori "51-PTR-001A" e "51-PTR-001B" ubicati nell'adiacente sottostazione 150kV e in condizioni di emergenza dal generatore diesel "51-EDG-001". Esso alimenta tutti i trasformatori MT/BT che servono all'intero impianto ed ai motori di media tensione ed i due pannelli di alimentazione dei trasformatori MT/BT ubicati presso la cabina dedicata al pontile.

Il quadro MT sarà costituito da celle tipo "Metal Clad" totalmente segregate, con protezione contro arco interno, grado di protezione IP 30 e dotato di tre sezioni di sbarra ; A, B e C .Esso sarà equipaggiato con:

- - n. 2 arrivi A e B dai trasformatori AT/MT con interruttori sottovuoto estraibili normalmente chiusi e provvisti di relè di protezione multifunzionale con comunicazione seriale;
- n. 1 congiuntore dotato di dispositivo di commutazione automatico con interruttori sottovuoto (normalmente aperto )
- - n.1 arrivo da un generatore diesel di emergenza con interruttori sottovuoto estraibili normalmente aperto e provvisto di relè di protezione multifunzionale con comunicazione seriale.

- n. 1 congiuntore dotato di dispositivo di commutazione automatico con interruttori sottovuoto (normalmente chiuso) ed di collegamento tra la sezione di sbarra dedicata al servizio normale e quella dedicata al servizio di emergenza
- n. 2 partenze rispettivamente dalla sbarra A e dalla sbarra B a trasformatori di distribuzione 6.6/0.42 kV che alimentano il quadro principale di bassa tensione
- n. 1 partenza dalla sbarra C, riservata alle utenze essenziali, a trasformatore 6.6/0.42 kV per l'alimentazione della relativa sezione del quadro principale di bassa tensione

Il quadro è altresì equipaggiato con partenze motori dotati di interruttori sottovuoto per motori di potenza maggiore di 1000kW con partenze motori dotati di contatori sottovuoto fusibili per motori di potenza fino a 1000kW

Tutti gli arrivi e partenze saranno equipaggiati con relé di protezione multifunzionali con canale di comunicazione seriale per espletare funzioni come protezione arrivo linea, protezione linea, protezione motore, ecc.).

Il potere di interruzione e la tenuta al c.c. saranno adeguati ai valori calcolati.

Il quadro MT installato nella cabina elettrica al pontile ha le stesse caratteristiche costruttive del quadro principale a 6.6 kV ma ha la sola funzione di sezionamento dei due trasformatori installati nella cabina dedicata al pontile.

### Tensioni

#### Motori MT

La tensione è 6,6 kV.

#### Cabina elettrica principale MT/BT

Solo la cabina elettrica principale è dotata della media tensione utile da distribuire. Essa è alimentata dall'avvolgimento secondario dei due trasformatori AT/MT e da un generatore diesel di emergenza a 6.6 kV

#### Cabina elettrica pontile MT/BT

La cabina ospita due pannelli distinti a 6.6 kV ciascuno adatto al ricevimento dell'alimentazione dalla cabina elettrica principale a monte ed ad alimentare i trasformatori "52-PTR-001A" e "52-PTR-002B" MT/BT per la distribuzione elettrica di bassa tensione alle utenze e servizi all'area del pontile.

Gli interruttori assolvono al compito del sezionamento dei trasformatori MT/BT

#### Criteri di collegamento ai motori MT

I motori MT saranno alimentati per mezzo di contatori MT con fusibili, per motori di potenza minore uguali a 1000kW, con interruttori quelli di potenza maggiore di 1000kW

#### Trasformatori MT/BT

La cabina principale ospiterà i seguenti trasformatori adatti per l'installazione all'esterno:

- N. 2 trasformatori rispettivamente "51-PTR-002A" e "51-PTR-002B" delle seguenti caratteristiche principali 6.6 kV / 0.42 kV 2500kVA Dyn11 ONAN
- N.1 trasformatore "51-PTR-002C" dalle seguenti caratteristiche principali 6.6 kV/0.42 kV 1250kVA Dyn11 ONAN

La cabina al pontile ospiterà i seguenti trasformatori:

- N.2 trasformatori rispettivamente 52-PTR-002 A e 52-PTR-002 B dalle seguenti caratteristiche tecniche principali 6.6 kV/0.42 kV 800kVA Dyn11.

A monte dei trasformatori 52-PTR-002 A e 52-PTR-002 B verranno installate celle MT con interruttori estraibili e sezionatori di terra.

#### B1.3.6.8 Distribuzione BT

La distribuzione è trifase a quattro fili con neutro direttamente aterrato

##### **Quadri principali BT**

Il quadro principale di bassa tensione della cabina principale è di tipo segregato e di configurazione simile a quello di media tensione da cui è alimentato. Esso è infatti costituito da tre sezioni sbarra, rispettivamente A,B, C per servizio normale e di emergenza.

Le sezioni A e B sono alimentate tramite i due trasformatori derivati dalle omologhe sezioni del quadro di media tensione della stessa cabina, mentre la sezione C è alimentata tramite un trasformatore derivato dalla omologa sbarra di emergenza del quadro di media tensione.

Le tre sezioni di sbarre sono collegate tramite opportuni congiuntori dotati di dispositivi di commutazione automatico in maniera da garantire la continuità di servizio nel caso di mancanza di una delle due fonti normali di approvvigionamento e/o di garantire l'alimentazione dei servizi essenziali nel caso di assenza totale delle fonti normali.

Dal quadro saranno alimentati direttamente altri quadri di bassa tensione e motori di potenza maggiore di 75 kW . I motori di potenza inferiore a 75 kW saranno alimentati dalla sezione dedicata ai motori dell stesso quadro.

Il quadro principale di bassa tensione della cabina del pontile avrà le stesse caratteristiche, ma dotato di due sezioni di sbarra .

Le due sezioni avranno fonti diverse di approvvigionamento , una derivata dalla sezione normale del quadro di media tensione della cabina principale e l'altra derivata dalla sezione C dello stesso quadro.

##### **Distribuzione servizi ausiliari CA e CC**

Ciascuna delle due cabine è equipaggiata con quadri di distribuzione CA e CC per l'alimentazione dei rispettivi servizi ausiliari i, di semplice configurazione con un sezionamento di ingresso e con le necessarie partenze dedicate alle varie utenze dei servizi.

La distribuzione della corrente continua (CC) a 110V in ciascuna delle due cabine è ottenuta attraverso un quadro con carica batterie di potenza adeguata di circa 15 kW per la cabina principale e di circa 10 kW per la cabina al pontile .

La distribuzione stabilizzata in CA è ottenuta tramite due sistemi ridondanti alimentati dalla cabina principale e due sistemi ridondanti alimentati dalla cabina del pontile

#### B1.3.6.9 Servizi di emergenza:

Il sistema è assicurato da un generatore diesel a 6.6kV di emergenza di circa 1600 KW che provvede ad alimentare i carichi essenziali a media ed a bassa tensione.

L'alimentazione dei motori essenziali a media tensione è garantita tramite la sezione dedicata del quadro principale di media tensione.

Da questa sezione vengono alimentati i trasformatori dedicati alla distribuzione di emergenza sia per il quadro principale di bassa tensione della cabina elettrica principale e sia per il quadro principale di bassa tensione della Cabina elettrica del pontile

In aggiunta al sistema di distribuzione alimentato attraverso diesel di emergenza in ogni cabina sono installati due sistemi ridondanti di distribuzione CA stabilizzata e due sistemi semplici di Carica batterie con relativa distribuzione CA e CC

#### B1.3.6.10 Impianto di illuminazione

Per gli impianti d'illuminazione saranno osservati livelli di illuminamento imposti dalle norme e comunque non inferiori ai seguenti:

AREA	LIVELLO ILLUMINAMENTO ( LUX )
Area generale all'aperto	20
Camminamenti	50

Area pompe/apparecchiature	100
Piattaforme di esercizio	150
Scale	100
Sala compressori	250
Sala controllo regolabile	500
Luce strade	10
Ormeggi	100
Area serbatoi	30
Spogliatoi servizi	150
Cabine elettriche	400
Mensa	300-500
Magazzino/officina	200 /300 - 600
Barriera di ingresso	50
Stazione misura gas	350
Laboratorio	600

Saranno realizzati tre sistemi di illuminazione:

- Sistema normale: con alimentazione dalla rete normalmente in servizio
- Sistema di emergenza (comprendente circa il 20%, 30% di tutto l'impianto di illuminazione esterno, le cabine elettriche e la sala controllo, ed edifici particolari): con alimentazione da sezioni di sbarre alimentate da diesel di emergenza
- Sistema di sicurezza (vie di fuga e punti critici dell'impianto e degli edifici): costituito da corpi illuminati dotati di batteria incorporata.

L'illuminazione sarà generalmente realizzata con corpi illuminanti a lampade fluorescenti (230 V – 50 Hz). Le zone serbatoi verranno illuminate con torri metalliche dotate di proiettori con lampade a vapori di sodio .

L'illuminazione delle strade e della recinzione sarà prevista con pali metallici ed apparecchi illuminanti con lampade a vapori di sodio.

I materiali del sistema di illuminazione saranno scelti in conformità alle norme ed alla classificazione delle zone con pericolo di deflagrazione.

Particolari tecniche di illuminazione potranno essere adottate per mitigare l'impatto visivo notturno dell'impianto.

#### B1.3.6.11 Condutture elettriche

La scelta dei cavi elettrici sarà fatta in base ai valori delle tensioni nominali ( $U_0$ ) e massime ( $U_m$ ) dei sistemi elettrici e delle tensioni d'isolamento (o di designazione) dei cavi stabilite nelle norme di riferimento, ed in linea di principio:

- Sistema 150 kV                       $BIL = 750 \text{ kV}$
- Sistema a 6.6 kV:                       $U_0/U_m = 6/10$
- Sistemi bassa tensione:       $U_0/U_m = 0,6/1$

I cavi elettrici avranno conduttori in rame, isolamento in EPR e saranno del tipo armato (con fili o piattine di acciaio zincato); inoltre essi saranno in conformità alle Norme CEI 20-13 e CEI 20-22/II.

I cavi elettrici saranno dimensionati in funzione delle correnti nominali degli utilizzatori e delle condizioni di installazione e soddisferanno le seguenti condizioni:

- Contenere la caduta di tensione entro i valori prefissati per le condizioni di esercizio normale e durante le fasi transitorie
- Contenere le temperature entro i limiti ammessi dal tipo di cavo sia alla corrente nominale, sia, mediante coordinamento con i dispositivi di protezione, alle sovracorrenti di corto circuito e sovraccarico
- Assicurare il corretto intervento delle protezioni.

I cavi elettrici saranno posati direttamente interrati, in cunicolo, in tubo conduit o in PVC in massello di calcestruzzo; le uscite saranno adeguatamente protette contro i danneggiamenti mediante tubo conduit. Nelle cabine elettriche e nelle sale controllo saranno posati in passerella.

I cavi aerei saranno posati in tubo conduit secondo il metodo del tubo aperto e/o in passerelle e/o canaline.

#### B1.3.6.12 Fabbisogno elettrico

Il fabbisogno di energia elettrica dell'impianto segue un andamento variabile che dipende dall'assetto di produzione, dalla qualità del prodotto (GNL leggero o pesante) e dalla presenza o meno delle operazioni di scarica nave.

La tabella seguenti riporta il fabbisogno di energia elettrica dello stabilimento GNL in assetto normale e di massimo picco .

Potenza normale	Potenza di picco
17MW c.a.	19MW c.a.

## **B1.4 BILANCIO ENERGETICO DELL'IMPIANTO GNL**

### **B1.4.1 CONDIZIONI OPERATIVE DELL'IMPIANTO**

Il Terminale è progettato per una capacità di 8 bm<sup>3</sup>/a (6 Mtpa nominali di GNL) di Gas Naturale erogato alla rete di Snam Rete Gas.

Le condizioni operative del Terminale nei vari casi di marcia sono presentate in allegato (ALL – 3: Bilanci di Materia).

In sintesi, sono presentati i seguenti casi:

- erogazione alla rete alla capacità massima e contemporaneo scarico nave;
- erogazione alla rete alla capacità minima e contemporaneo scarico nave;
- erogazione alla rete alla capacità massima senza scarico nave;
- erogazione alla rete alla capacità minima senza scarico nave.

Gli Schemi di Flusso di Processo (ALL – 1: PFD) mostrano le principali apparecchiature e linee di processo con i più importanti gruppi di regolazione.

I numeri delle correnti di processo riportate nei Bilanci di Materia sono indicati sugli Schemi di Flusso di Processo.

I consumi di fluidi di servizio sono qui di seguito riassunti:

Azoto liquido per correzione Numero di Wobbe:	max 25000 kg/h.
Azoto gassoso per polmonazioni, flussaggi e inertizzazione:	norm. 300 Nm <sup>3</sup> /h, max. 500 Nm <sup>3</sup> /h.
Aria Strumenti per valvole di controllo e di blocco:	120 Nm <sup>3</sup> /h.
Aria di servizio per manichette:	200 Nm <sup>3</sup> /h (consumo occasionale).

Il fabbisogno di acqua mare per i vaporizzatori ORV è descritto nel seguente Paragrafo B1.4.2

Alle portate continue indicate nel Paragrafo 5.2 vanno aggiunti consumi pari a 75 m<sup>3</sup>/h per il sistema di additivazione del circuito acqua mare, e 30 m<sup>3</sup>/h (portata discontinua) per il controlavaggio dei filtri rotativi acqua di mare.

Infine, l'acqua mare può essere utilizzata nel circuito di acqua antincendio, in caso di emergenza di lunga durata, con una portata di 1200 m<sup>3</sup>/h.

### **B1.4.2 FABBISOGNO TERMICO**

Il fabbisogno termico del Terminale coincide con il calore necessario a vaporizzare il GNL nei vaporizzatori ORV.

Il calore scambiato in ogni vaporizzatore ammonta a 33840 kW nella marcia normale ed a 35530 kW nel caso di dimensionamento degli ORV, corrispondenti ad una portata di acqua mare rispettivamente di 5100 m<sup>3</sup>/h e 5350 m<sup>3</sup>/h, con un delta T pari a 6°C.

In entrambi i casi di marcia (normale e di dimensionamento) sono necessari 5 vaporizzatori, per un fabbisogno totale di acqua mare pari a 25000 m<sup>3</sup>/h nel caso di marcia normale e 26700 m<sup>3</sup>/h nel caso di dimensionamento.

### **B1.4.3 FABBISOGNO ELETTRICO**

I principali apparecchi alimentati a energia elettrica sono le Pompe Primarie, Le Pompe ad Alta Pressione il Compressore dei Gas di Boil-off e le Pompe acqua mare.

Un elenco dettagliato delle utenze elettriche è presente in allegato (ALL – 12: Elenco Utenze Elettriche).

L'assorbimento globale di energia elettrica del Terminale per il caso di marcia normale e di picco è pari a circa 17 MW e 19 MW.

## **B1.5 SISTEMA PER LA SICUREZZA DELL'IMPIANTO**

### ***B1.5.1 FILOSOFIA DEL SISTEMA DI CONTROLLO***

#### **B1.5.1.1 Descrizione sistema di controllo distribuito**

Il Sistema di Controllo Distribuito (DCS) è un sistema informatico che fornisce il controllo di processo e il monitoraggio per l'intero impianto.

Effettua il controllo di base delle unità e l'attuazione delle logiche funzionali quali calcoli, algoritmi e sequenze operative, che permettono di esercire l'impianto da sala controllo.

Inoltre, acquisisce tutti i parametri di processo e i relativi allarmi, e li archivia su supporto magnetico, per successive analisi temporali.

Il DCS oltre a fornire i controlli propri di processo viene interfacciato con l'ESD, spiegato in dettaglio nel capitolo successivo, con i sistemi di controllo di macchine e apparecchiature Package presenti nell'impianto, allo scopo di fornire un'unica interfaccia operativa per l'esercizio del terminale.

La gestione dell'impianto viene organizzata per aree logiche.

Tutti i comandi, algoritmi, e parametri operative relativi a tutte le sezioni dell' impianto, vengono raggruppati in pagine grafiche sinottiche, che mettono in grado l'operatore di controllare, gestire e manipolare ogni singola unità funzionale di processo.

Eventuali scostamenti dalle condizioni operative dell' impianto, malfunzionamenti, blocchi, vengono presentati all' operatore mediante allarmi sonori e visivi tramite le consoles del sistema, e registrati in un registro temporale degli eventi archiviato su supporto informatico.

#### **B1.5.1.2 Descrizione sistema di blocco di emergenza**

Il sistema di blocco di emergenza (Emergency Shutdown System ESD) è un sistema basato su di un PLC certificato per applicazioni di sicurezza, e si affianca al sistema di controllo distribuito (DCS) per intervenire nel caso di malfunzionamento o errore operativo, garantendo la messa in sicurezza dell' impianto.

L'ESD è quindi un sistema totalmente indipendente dal DCS o dai PLC dedicati alle sequenze operative di impianto, e utilizza, in genere, strumenti dedicati, secondo quanto prescritto gli standard internazionali applicabili.

Il sistema di blocco di emergenza, tra le altre cose, si occupa di:

- Chiudere / Aprire le valvole di blocco in posizione di sicurezza
- Fermare i motori elettrici e isolare gli apparati elettrici
- Fermare le unità package
- Iniziare procedure di depressurizzazione e inertizzazione dell'impianto quando previste

Le funzioni di sicurezza vengono progettate in fase di sviluppo dell'ingegneria del terminale, secondo analisi funzionali di sicurezza volte a identificare le possibili situazioni di pericolo e le relative contromisure, che ne prevengono le conseguenze pericolose per operatori, ambiente e/o apparecchiature.

Il blocco dell'impianto può essere totale, nel caso in cui i malfunzionamenti rilevati lo richiedano, ma anche parziale nel caso in cui si possa porre in sicurezza l'unità coinvolta nell'evento pericoloso, pur mantenendo in marcia il resto dell' impianto.

La fermata totale o parziale dell'impianto può essere iniziata sia da sequenze automatiche, attivate dal superamento delle condizioni operative dell'impianto stabilite in fase di progetto, sia da attivazione manuale tramite pulsanti di blocco disponibili agli operatori, posizionati in campo e/o in sala controllo, a seconda della necessità.

In maggior dettaglio, esistono tre livelli di intervento di emergenza di impianto ed un quarto livello di intervento di emergenza di processo.

In generale, in caso di attivazione di un livello di emergenza piu' alto verranno di conseguenza iniziate anche le azioni legate ai livelli di emergenza piu' bassi, come spiegato di seguito:

Livello 1: fermata totale dell'impianto di processo e dei servizi.

Vengono fermate tutte le aree di impianto, compresi i servizi, ad eccezione dei sistemi di protezione ed emergenza.

La fermata di Livello 1 può essere iniziata soltanto manualmente da sala controllo ed è necessaria in caso di situazioni di emergenza grave come incendio o spargimento di idrocarburi di particolare entità.

Livello 2: fermata totale dell'impianto di processo.

Vengono fermate tutte le aree di impianto, compresi gli stoccaggi, il sistema di scarico nave e il sistema di erogazione gas alla rete ma non i servizi.

La fermata di Livello 2 può essere iniziata soltanto manualmente da sala controllo.

Livello 3: fermata parziale dell'impianto di processo (per aree).

Vengono fermate tutte le apparecchiature appartenenti ad un'area di processo, in modo da garantire protezione al personale ed alle installazioni e da prevenire o minimizzare emissioni all'ambiente o spandimenti di idrocarburi in caso di emergenza.

La fermata di Livello 3 può essere iniziata manualmente da sala controllo o da pulsanti disponibili in campo in caso di movimento della nave, perdite di GN o GNL o incendio di entità limitata e confinati localmente.

Livello 4: fermata di singola apparecchiatura.

Viene fermata attraverso funzioni di protezione automatica una singola apparecchiatura allo scopo di prevenire o ridurre il danneggiamento dell'apparecchiatura, la perdita di produzione, il rilascio in ambiente o il prodursi di conseguenze piu' serie.

La fermata interessa un singolo apparecchio e non necessariamente comporta la fermata di impianto, piu' probabilmente soltanto una temporanea riduzione di produzione sino a che non entra in servizio l'apparecchio di riserva.

In qualsiasi caso di blocco, i comandi di fermata restano attivi fino a che gli allarmi che hanno causato il blocco non rientrano e l'operatore riconosce manualmente (reset) che le variabili interessate sono ritornate ai valori normali.

## ***B1.5.2 SISTEMA DI RILEVAZIONE GAS, INCENDI E PERDITE***

Il terminale è dotato di un sistema di rilevazione gas, incendi, perdite e di un sistema di allarme.

Il sistema di rilevazione è progettato per:

- fornire una rivelazione la piu' possibile rapida e affidabile di gas, incendi o perdite,
- allertare il personale in impianto e in sala controllo;
- minimizzare il rischio al personale e all'impianto iniziando azioni di prevenzione e controllo in uno stadio iniziale evitando escalation degli incidenti; tali azioni includono l'attivazione degli impianti antincendio e la partenza delle pompe associate;

- iniziare le procedure di emergenza previste in impianto per fronteggiare tali situazioni;

Il numero e le tipologia dei rivelatori utilizzati e il loro posizionamento è stato determinato dividendo l'impianto e gli edifici in zone e valutando il rischio potenziale in ognuna di esse. Sono state quindi preparate delle planimetrie che mostrano l'esatta posizione di ogni rivelatore e delle apparecchiature di allarme.

La scelta dei rivelatori, in termini di principio operativo, quantità e localizzazione è definita considerando:

- tipo di gas infiammabile che può essere presente;
- tipo di incendio che si deve rivelare;
- condizioni ambientali: temperatura, direzione e velocità del vento, polveri o vapori presenti nell'aria, presenza di inquinanti, possibili interferenze magnetiche, ostruzioni presenti nell'impianto;
- comportamento in termini di dispersione dei fumi o dei gas;
- performance richieste in termini di velocità di risposta;
- flussi dell'aria di ventilazione;
- possibili guasti e falsi allarmi;
- requisiti di manutenzione (frequenza e durata).

Il sistema di rivelazione gas, incendi e perdite da inizio alle seguenti azioni:

- allarme visivo e sonoro in Sala Controllo, controllo automatico dei ventilatori dell'impianto di ventilazione e condizionamento, delle serrande tagliafuoco allo scopo di prevenire la propagazione degli incendi o la dispersione di gas in aree critiche o presidiate da personale di impianto;
- attivazione dei segnali necessari ad effettuare ESD;
- attivazione delle pompe antincendio e degli impianti fissi previsti su conferma dell'impianto di rivelazione incendi.

Tutti i circuiti di rivelazione saranno monitorati dal sistema in modo da segnalare prontamente eventuali guasti.

La sequenza dettagliata delle azioni previste in caso di rivelazione è riportata nelle matrici cause / effetti (Cause and Effect Charts).

#### B1.5.2.1 Definizione delle zone di rivelazione

L'impianto viene diviso in zone di rivelazione appositamente identificate. Le zone sono caratterizzate sulla base delle condizioni operative che comprendono:

- Caratteristiche intrinseche delle aree: aree di processo, edifici, sistemi ausiliari di impianto;
- Limiti appropriati quali pareti resistenti a fuoco, strade di ampiezza adeguata, distanze di sicurezza e protezioni passive;
- Quantità di sostanze infiammabili;
- Dimensioni dell'area.

La valutazione di tutti gli eventi potenzialmente pericolosi associati a ciascuna area e delle condizioni locali consente la corretta selezione e il posizionamento delle apparecchiature del sistema di rilevazione gas, incendi e perdite.

Gli eventi potenzialmente pericolosi da considerare sono;

- perdite di gas naturale liquefatto
- perdite di gas naturale allo stato gassoso
- incendi

#### B1.5.2.2 Posizione dei rivelatori

In accordo alla UNI EN 1473 i rivelatori sono installati a protezione di:

- zona di scarico GNL
- linee di trasferimento;
- serbatoi di stoccaggio del GNL;
- vaporizzatori GNL;
- aspirazione aria di compressori e motori diesel;
- pompe GNL;
- flange;
- bacini di raccolta e punti di possibile accumulo di GNL;
- compressori gas di boil-off;
- edifici e punti di possibile accumulo di gas naturale;
- punti di aspirazione aria dei sistemi di ventilazione installati a servizio degli edifici.

L'installazione dei rivelatori tiene conto del peso specifico del gas, della ventilazione, delle condizioni atmosferiche e dei risultati dei calcoli di dispersione atmosferica.

Il posizionamento viene scelto per consentire una rilevazione quanto più possibile veloce e accurata delle perdite.

I rivelatori installati in ogni zona sono ridondati e collegati con cavi indipendenti per consentire il monitoraggio continuo del corretto funzionamento.

#### B1.5.2.3 Tipo dei rivelatori

I rivelatori e le apparecchiature utilizzati per il sistema di rilevazione gas, incendi e perdite sono i seguenti:

- c) Rivelatori di gas infiammabile
- d) Rivelatori di fiamma
- e) Rivelatori di incendio
- f) Rivelatori del freddo (perdite)
- g) Rivelatori di fumo
- h) Telecamere a circuito chiuso
- i) Pulsanti di allarme manuali

### **a) Rivelatori di gas infiammabile**

I rivelatori di gas infiammabili vengono posizionati vicino ai potenziali punti di perdita in accordo alla sezione 13.1.13 della UNI EN 1473.

Inoltre tali rivelatori vengono installati in edifici e spazi in cui si possano accumulare gas.

I rivelatori di gas saranno installati a protezione di:

- zone di scarico GNL;
- vaporizzatori GNL;
- all'aspirazione aria di compressori, motori diesel;
- pompe GNL;
- bacini di raccolta GNL;
- compressori gas di boil-off;
- edifici e spazi ove si possano accumulare gas;
- all'aspirazione aria dei sistemi di ventilazione.

Almeno due rivelatori di gas sono installati all'aspirazione aria dei condotti di ventilazione. I locali batterie che contengono batterie e che in condizioni di ricarica produrranno concentrazioni elevate di idrogeno saranno protetti da rivelatori di idrogeno

I rivelatori vengono installati in maniera da non essere influenzati da vento o da alte velocità della aria nei condotti del sistema di condizionamento. Inoltre sono realizzati in esecuzioni resistenti agli agenti atmosferici come pioggia, radiazione solare, polvere e alta salinità.

#### Tipologia

I rivelatori sono del tipo a raggi infrarossi o elettro-catalitico per le zone protette dagli agenti atmosferici e da polveri.

I rivelatori sono selezionati in accordo alle norme UNI EN 50054, 50055, 50056, 50057 e 50058 "Apparecchiature elettriche per la rilevazione e misura di gas combustibili".

Tutti i rivelatori sono del tipo a soglia regolabile e gli allarmi sono settati sui seguenti livelli di concentrazione di gas infiammabili:

- 20 % Limite inferiore di infiammabilità, LEL;
- 50% LEL.

I rivelatori gas localizzati nelle prese aria dei sistemi di ventilazione saranno settati sui seguenti livelli di concentrazione di gas infiammabili:

- 10 % LEL
- 20 % LEL.

I locali batterie che contengono batterie e che in condizioni di ricarica produrranno concentrazioni elevate di idrogeno saranno protetti da rivelatori di idrogeno settati sui seguenti allarmi:

- 10 % LEL
- 20 % LEL.

#### Azioni in seguito alla rivelazione

L'allarme di basso livello viene configurato per

- Rivelare la perdita di gas infiammabile il prima possibile;
- Attivare l'allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.

L'allarme di alto livello viene configurato per

- Attivare un allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo;
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;
- Fermare il sistema di condizionamento degli edifici;
- Iniziare le azioni di fermata delle apparecchiature.

### **b) Rivelatori di fiamma**

Rivelatori di fiamma potranno essere installati ove occorre una rapida rivelazione e ove il solo uso di rivelatori termici non si ritiene sufficiente. Saranno installati in aree dove possano essere protetti dall'irraggiamento solare, al fine di evitare falsi allarmi. I rivelatori di fiamma sono installati ai bordi delle zone sorvegliate e monitorano l'interno delle aree sorvegliate.

I rivelatori di fiamma sono installati nelle seguenti aree:

- zone di scarico GNL;
- serbatoi GNL;
- bacini di raccolta GNL;
- linea dalle pompe di erogazione GNL ai vaporizzatori vaporizzatori GNL;
- vaporizzatori GNL
- compressori gas di boil-off;
- pompe di erogazione GNL

### Tipologia

I rivelatori di fiamma utilizzati sono di tipo ottico. In base al tipo di fiamma rivelata si distinguono in rivelatori IR (infrarossi), UV (ultravioletti) o IR/UV.

I rivelatori IR sono particolarmente indicati per incendi con fiamma molto sviluppata, mentre i rivelatori UV possono rivelare fiamme anche allo stato iniziale, ma sono soggetti ad allarmi spuri dovuti alla radiazione solare, a sorgenti luminose o all'accumulo di sporco sulla testa ottica.

La maggior parte dei rivelatori usati nel terminale è di tipo IR/UV che combina le caratteristiche di rilevamento di entrambi i rivelatori e elimina la possibilità di allarmi spuri.

I rivelatori vengono installati in maniera da non essere soggetti a vibrazioni o urti, da essere facilmente manutenibili e in modo da evitare accumuli di sporco.

### Azioni in seguito alla rivelazione

I rivelatori di fiamma vengono programmati per

- Attivare l'allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;
- Attivare i sistemi di spegnimento e antincendio;
- Fermare il sistema di condizionamento degli edifici;

- Iniziare le azioni di fermata delle apparecchiature.

### **c) Rivelatori di incendio**

I rivelatori di incendio sono previsti all'interno degli edifici, negli alloggiamenti delle apparecchiature, dei locali contenenti apparecchiature elettriche presenti al terminale allo scopo di segnalare tempestivamente un possibile incendio.

#### Tipologia

I rivelatori di incendio sono del tipo:

- a bulbo (installati per gli impianti a sprinkler);
- a temperatura di tipo fisso, installati in generale all'esterno ed associati ad impianti ad acqua del tipo water spray;
- a temperatura del tipo compensato, all'interno di edifici o locali dove si prevedono normalmente variazioni di temperatura nei pressi di macchine associate a motori;
- a temperatura del tipo ad incremento di temperatura compensato installati nelle aree ove possono essere presenti fumi ad esempio i locali officina.

I rivelatori sono settati per fornire un allarme se la temperatura sale più di 15 gradi al di sopra della massima temperatura ambiente mai registrata.

#### Azioni in seguito alla rivelazione

I rivelatori di incendio vengono programmati per

- Attivare l'allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;
- Attivare i sistemi di spegnimento e antincendio;
- Fermare il sistema di condizionamento degli edifici;
- Iniziare le azioni di fermata delle apparecchiature.

### **d) Rivelatori del freddo (perdite)**

I rivelatori del freddo vengono usati per le perdite di GNL criogenico. Consentono una rivelazione veloce e affidabile. I rivelatori del freddo sono installati nei canali di raccolta delle perdite, nei bacini di contenimento, attorno alle pompe GNL, nello spazio anulare dei serbatoi LNG.

#### Tipologia

Vengono utilizzate sonde di temperatura o sistemi a fibra ottica. Tali sistemi forniscono la massima efficienza a temperature criogeniche.

#### Azioni in seguito alla rivelazione

I rivelatori di freddo vengono programmati per

- Attivare l'allarme in sala controllo;

- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;
- Fermare il sistema di condizionamento degli edifici;
- Attivare i sistemi a schiuma nei bacini di contenimento;
- Iniziare le azioni di fermata delle apparecchiature.

#### **e) Rivelatori di fumo**

I rivelatori di fumo sono installati all'interno di locali chiusi quali: sala controllo, sale quadri elettrici e cavi, uffici, locali di sistemazione delle macchine di ventilazione e condizionamento.

Nella sala di controllo e per i quadri elettrici di particolare importanza per le operazioni di impianto vengono utilizzati rivelatori ad alta sensibilità basati sul campionamento e l'analisi dei fumi prodotti da un eventuale incendio.

#### Tipologia

I rivelatori di fumo sono del tipo a ionizzazione, ottici o a alta sensibilità.

#### Azioni in seguito alla rivelazione

I rivelatori di fumo vengono programmati per

- Attivare l'allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;
- Fermare il sistema di condizionamento degli edifici;

#### **f) Telecamere a circuito chiuso**

Il sistema di telecamere a circuito chiuso viene utilizzato per la sorveglianza e la sicurezza generale del terminale. Il sistema copre tutto l'impianto. I monitor per la sorveglianza sono installati nelle guardiole di impianto e al pontile, nella sala controllo principale e al pontile. In aggiunta alle telecamere installate per la sorveglianza generale, vengono installate telecamere dedicate all'area di scarico alla testa del pontile, ai serbatoi di stoccaggio, alla torcia e alle guardiole.

#### Tipologia

Le telecamere sono installate con sistema di movimentazione e con possibilità di zoom.

#### **g) Pulsanti di allarme manuali**

Nell'impianto sono installati dei pulsanti di allarme manuali per l'attivazione di allarmi da parte di operatori presenti nell'impianto. I pulsanti d'allarme saranno colorati in rosso del tipo "lift flap & push button". Saranno raggruppati per zone, e localizzati nei pressi delle uscite principali e lungo le vie di fuga.

#### Azioni in seguito alla rivelazione

I pulsanti di allarme manuali di fumo vengono programmati per

- Attivare l'allarme in sala controllo;
- Attivare allarmi sonori e visivi in campo.
- Avvertire il personale di un pericolo imminente;

- Attivare i sistemi di spegnimento e antincendio;
- Iniziare le azioni di fermata delle apparecchiature.

Le dotazioni del sistema rilevazione gas, incendi e perdite sono rappresentate nei disegni:

3269-SK-DA-2A00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Area Del Pontile
3269-SK-DA-2E00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Guardiania Del Pontile
3269-SK-DA-2F00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Compressore BOG e Bacino di Contenimento
3269-SK-DA-2G00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Area Stoccaggio Azoto e presa acqua di mare
3269-SK-DA-2M00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Ricondensatore, Vaporizzatori e pompe di mandata
3269-SK-DA-2N00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Vaporizzatori e area servizi
3269-SK-DA-2Q00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Serbatoi di stoccaggio
3269-SK-DA-2R00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Dotazioni di allarme – Area Processo
3269-SK-DA-2P00_001	- Sistema di Rilevazione Gas Incendi e Perdite – Dotazioni di allarme – Area Pontile

N.B. Disegni e schemi sono disponibili in allegato alla sezione B2.

I tipi di rivelatori installati in ciascuna area sono:

**Tab. 5.2.3-1: Tipi di rilevatori**

Area	Tipo di Rivelatore							Note
	Fuoco	Gas	Fumo	Calore	Freddo	Telecamera a circuito chiuso	Pulsanti di allarme	
Processo	Testa del pontile	X	X			X	X	
	Pontile	X	-			-	X	
	Linea di trasferimento GNL dalla testa del pontile ai serbatoi di stoccaggio GNL	X	-			X	X	Nota 2
	Serbatoi di stoccaggio GNL	X	X			X	X	Nota 1
	Bacini di contenimento	X	X			X	X	
	Canali di raccolta perdite					X		
	Linea dai serbatoi di stoccaggio GNL al ricondensatore	X				X	X	Nota 2
	Compressori del gas di Boil off	X	X			X	X	
	Ricondensatore	X	X			X	X	
	Linea dal ricondensatore alle pompe di erogazione GNL	X				X	X	Nota 2
	Pompe di erogazione GNL	X	X		X	X	X	
	Linea dalle pompe di erogazione GNL ai vaporizzatori	X				X	X	Nota 2
	Vaporizzatori	X	X			X	X	
Torcia						X		
Ausiliari	Zone pompe	X			X		X	
	Compressori aria/ motori diesel	X	X				X	
	Aspirazioni del sistema di condizionamento		X	X				
	Locali batterie		X					Rivelatore di idrogeno
Edifici	Sale quadri	-	X	X			X	
	Magazzino			X	-		X	
	Sale controllo	-	X	X			X	Rivelatori fumo tipo VESDA
	Aree mensa e servizi				X			
	Uscite edifici						X	
	Vie di fuga						X	
	Guardianie			X			-	X

Nota 1: Rivelatori di freddo sulle flange, sulle valvole e nello spazio anulare dei serbatoi

Nota 2: Rivelatori di freddo sulle flange e sulle valvole

#### B1.5.2.4 Azioni conseguenti alla rivelazione

Il sistema di rivelazione è progettato per compiere una serie di azioni conseguenti al rilevamento di un evento. Le azioni generate dal sistema di rivelazione gas, incendi e perdite dipendono dal tipo di evento rivelato e sono riportate in forma generale nelle tabelle:

- Tab. 5.2.3-1: Tipi di rilevatori Tab. 5.2.4-1
- Tab. 5.2.4-2

- Tab. 5.2.4-3

dettagliate nelle matrici causa effetto sviluppate nel progetto.

**Tab. 5.2.4-1 SEGNALI DI RIVELAZIONE AL PONTILE ED AZIONI CONSEGUENTI**

	Segnale di Rivelazione	Azione Conseguente
1.	<b>Allarme incendio attivato manualmente</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
	In caso di:	
	Segnali di allarme dal pontile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allarme alla sala controllo al pontile.</li> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile (su conferma)</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>
2.	<b>Rivelazione Incendi</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
	In caso di:	
	Segnali di allarme dal pontile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allarme alla sala controllo al pontile.</li> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile (su conferma)</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>
	Segnale dalla sottostazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione del sistema di estinzione (su conferma)</li> </ul>
Segnali dalle valvole di sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dell'impianto a polvere chimica (dry chemical powder snuffing) (su conferma).</li> </ul>	
3	<b>Rivelazione Gas</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
	In caso di:	
	Segnali di allarme dal pontile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile.</li> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile (su conferma)</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>
Segnali dai canali di ingresso aria agli impianti di ventilazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercettazione della presa aria (Shut off fresh air intake).</li> </ul>	
4	<b>Rivelatori del Freddo (Rilasci di GNL)</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme sonoro.</li> </ul>
	In caso di:	
Due segnali dal Pontile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>	

**Tab. 5.2.4-2 SEGNALI DI RIVELAZIONE AL PONTILE ED AZIONI CONSEGUENTI**

	Segnale di Rivelazione	Azione Conseguente
5	<b>Segnale di emergenza dalla nave gasiera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> <li>• Attivazione del distacco in emergenza della nave.</li> </ul>
6	<b>Operazione di scarico distacco dei bracci in emergenza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> <li>• Attivazione del distacco in emergenza della nave.</li> </ul>
7	<b>Segnale di emergenza dal bacino di raccolta sversamenti al Pontile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown al Pontile.</li> <li>• Allarme alla sala controllo al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>
8	<b>Inizio dello shutdown al Pontile (anche da pulsanti di attivazione manuali) Attivazione del distacco in emergenza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allarme alla nave gasiera</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile.</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale</li> </ul>
9	<b>Inizio dello shutdown al Terminale (Anche a seguito di attivazione manuale)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inizio shutdown del processo.</li> <li>• Inizio shutdown al Pontile</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo al Pontile</li> <li>• Allarme alla Sala Controllo Principale.</li> </ul>

Tab. 5.2.4-3 SEGNALI DI RIVELAZIONE IMPIANTO A TERRA ED AZIONI CONSEGUENTI

	Segnale di Rivelazione	Azione Conseguente
1	<b>Allarme incendio attivato manualmente</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
2	<b>Rivelazione Incendi</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
	In caso di (su conferma del segnale di incendio):	
	Segnali dai bacini	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione degli impianti ad acqua del tipo water spray su pompe, strutture e tubazioni dei serbatoi di stoccaggio GNL</li> </ul>
	Rivelazione incendi sui serbatoi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blocco del processo al serbatoi interessato</li> </ul>
	Rivelazione incendi su pompe/ricondensatore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione degli impianti ad acqua del tipo water spray</li> <li>• Attivazione dello shutdown di processo</li> </ul>
	Segnale dalla sottostazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dell'impianto estinguente alla sottostazione (su conferma)</li> </ul>
	Segnali dalla valvola di sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dell'impianto a polvere chimica (dry chemical powder snuffing) (su conferma)</li> </ul>
3	<b>Rivelazione Gas</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme incendio sonoro.</li> </ul>
	In caso di (su conferma del segnale)	
	Rivelazione gas ai serbatoi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shut down di processo sul serbatoio interessato</li> </ul>
	Segnali dai canali di ingresso aria agli impianti di ventilazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercettazione della presa aria (Shut off fresh air intake).</li> </ul>
	Segnali dall'aspirazione aria ai motori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shut down del motore</li> </ul>
4	<b>Rivelatori del Freddo (Rilasci di GNL)</b>	
	Da qualsiasi zona:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione sul quadro di controllo impianto rivelazione gas e incendi.</li> <li>• Allarme sonoro.</li> </ul>
	In caso di (su conferma del segnale)	
	Due segnali da un'area	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown nell'area interessata</li> </ul>
	Due segnali da un bacino di raccolta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attivazione dello shutdown nell'area</li> </ul>

#### B1.5.2.5 Affidabilità dei rivelatori

Il circuito dei rivelatori è progettato per ottenere una elevata affidabilità grazie all'utilizzo di componenti certificati, ridondati e con sistemi di diagnostica interna.

L'alimentazione elettrica al sistema di controllo dell'impianto di rivelazione gas incendi e perdite è integrata da un sistema a batterie UPS (Uninterruptible Power Supplies). L'alimentazione elettrica del sistema sarà anche connessa al quadro del generatore diesel di emergenza.

### ***B1.5.3 PREVENZIONE E CONTENIMENTO RILASCIO DI IDROCARBURI***

#### B1.5.3.1 Fuoriuscite e perdite di GNL

L'impianto è dotato di valvole di intercettazione in ingresso ed uscita dalle apparecchiature principali (serbatoi, pompe, compressori, ricondensatore, vaporizzatori) e sulle linee principali di GNL.

Tali dotazioni permettono di isolare le apparecchiature e i tratti di linea e di ridurre al minimo i rilasci di GNL e di gas naturale in caso di perdite.

Nella zona di scarico del GNL dalla nave sono previsti sistemi di intercettazione e sgancio rapido dei bracci di scarico (PERC), che permettono lo sgancio rapido dei bracci sia manuale che automatico senza provocare danni strutturali.

Sono inoltre minimizzati gli accoppiamenti flangiati.

E' inoltre previsto un sistema di contenimento delle possibili perdite di GNL attraverso l'utilizzo di un sistema di canali che sono in grado di trasferirle in un apposito bacino di raccolta di ridotte dimensioni dove l'evaporazione del GNL viene limitata per mezzo di adatti rivestimenti isolanti e l'applicazione di schiuma ad elevata espansione.

Il sistema di raccolta è dotato di rilevatori di freddo allo scopo di allertare gli operatori e iniziare le azioni necessarie in caso di emergenza d'impianto.

Anche eventuali perdite dalle pompe vengono raccolte e inviate al bacino di raccolta.

Un adeguato sistema di convogliamento e contenimento viene realizzato sul molo di scarico del GNL. Tale sistema evita che eventuali rilasci di GNL si riversino in mare convogliando il GNL in un apposito bacino.

Per evitare danni per la caduta di oggetti o da collisione che potrebbero comportare perdite di GNL vengono presi opportuni accorgimenti per la manutenzione e l'installazione delle apparecchiature. I lavori attorno alle apparecchiature sono soggetti a valutazione del rischio, ma in generale non sono consentite operazioni di sollevamento nei pressi delle apparecchiature.

Ove necessario le strutture di acciaio saranno protette da opportuno rivestimento a prova di fuoco.

#### B1.5.3.2 Fuoriuscite e perdite di altri fluidi inquinanti

Le apparecchiature contenenti lubrificanti e additivi chimici usati nel processo devono essere provviste di adeguati bacini di contenimento impermeabilizzati. Vengono prese tutte le precauzioni operative per evitare fuoriuscite e perdite durante le operazioni di manutenzione. Eventuali minime fuoriuscite di olio lubrificante da compressori vengono raccolte e drenate. Il carburante (diesel) per il sistema di alimentazione di emergenza e per le pompe dell'acqua antincendio sarà stoccato in modo che eventuali perdite siano contenute e non ci sia alcuna possibilità di contaminazione delle risorse del sottosuolo.

I rifiuti liquidi generati da fuoriuscite o perdite sono in seguito smaltiti in conformità ai regolamenti e alle leggi vigenti.

## **B1.5.4 SISTEMA ACQUA ANTINCENDIO**

L'acqua antincendio sarà fornita come indicato al p.to B1.2.1.3.

3269-SX-DG-2Z00\_001-Planimetria Generale della rete antincendio – Zona Processo  
3269-SX-DG-2Z00\_002-Planimetria Generale della rete antincendio – Zona Pontile

Gli schemi di processo del sistema e delle stazioni antincendio principale e secondaria sono riportati nei disegni:

3269-SZ-DP-2Z63\_001 - Schema di processo – Rete antincendio  
3269-SZ-DP-2Z63\_002 - Schema di processo – Rete antincendio – Stazione di pompaggio principale  
3269-SZ-DP-2Z63\_003 - Schema di processo – Rete antincendio – Stazione di pompaggio secondaria

### **B1.5.4.1 Normative di riferimento**

Il sistema acqua antincendio è realizzato in accordo alle seguenti norme di riferimento:  
UNI EN 1473, "Installazioni ed equipaggiamenti per gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni a terra  
NFPA 14:2003, "Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems".  
NFPA 13:2002, "Standard for the Installation of Sprinkler Systems".  
NFPA 20:1999, "Standard for the Installation of Stationery Pumps for Fire Protection".  
NFPA 15:2001, "Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection".  
NFPA 22:2003, "Standard for Water Tanks for Private Fire Protection".  
NFPA 25:2002, "Standard for the Inspection, Testing and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems".  
NFPA 24:2002, "Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances".  
NFPA 10:2002, "Standard for Portable Fire Extinguishers".  
NFPA 11A:1999, "Standard for Medium-, and High-Expansion Foam Systems".

### **B1.5.4.2 Descrizione dell'impianto**

Il sistema acqua antincendio è costituito essenzialmente da:

- riserva di stoccaggio acqua antincendio;
- stazione di pompaggio principale acqua antincendio;
- stazione di pompaggio secondaria acqua antincendio;
- rete di distribuzione acqua antincendio;
- impianti di spegnimento fissi ad acqua;
- impianti di spegnimento fissi a gas estinguenti;
- impianti di spegnimento fissi a polvere chimica;
- impianto di spegnimento semifissi;
- estintori;
- impianti di rivelazione gas, incendi e impianti di allarme;
- pannello di controllo.

### **B1.5.4.3 Definizione della massima richiesta d'acqua antincendio**

Viene di seguito riportata una tabella riassuntiva dei sistemi a diluvio unitamente alle loro valvole e alle apparecchiature protette:

Tabella 6.5.3.1: Sistemi a diluvio

Apparecchiatura protetta (tag)	Portata [l/min/m <sup>2</sup> or l/min/m (*)]	Portata totale [m <sup>3</sup> /h]	Valvola	Dimensioni Valvola (pollici)	Sistema di attivazione		
					Manuale	Rivelatore di calore	Rivelatore di incendio
Ricondensatore 30-V01	10.2	64	63XV122	3"	x		x
Pompe AP di invio GNL 30-P01 A to E	20.4	367	63XV124	6"	x	x	x
Compressore BOG 40-K01A/B KO Drum 40-V01	6.1 10.2	84	63XV120	6"	x		x
Serbatoio di stoccaggio GNL 20-T01A (Piattaforma pompe-piattaforma strumenti – Tubazioni e Strutture)	10.2	756	63XV107A 63XV107B	8" 8"	x		x
Serbatoio di stoccaggio GNL 20-T01A (Piattaforma pompe-piattaforma strumenti – Tubazioni e Strutture)	10.2	756	63XV108A 63XV108B	8" 8"	x		x
Pipe Rack del serbatoio di GNL 20-T01A	10.2	388	63XV105	8"	x		x
Pipe Rack del serbatoio di GNL 20-T01B	10.2	388	63XV106	8"	x		x
Separatore di condensa (KO Drum) della Torcia 65-V01	10.2	78	63XV126	4"	x		x
Separatore di condensa (KO Drum) del pontile 10-V01A	10.2	36	63XV130	3"	x		x
Bacino di contenimento del pontile 64-CV02	Sistema a schiuma	35	63XV160	3"	x		x
Bacino di contenimento dell'area di processo e stoccaggio 64-CV02	Sistema a schiuma	35	63XV150	3"	x		x
Barriere d'acqua della testa del pontile	70 l/min/m	360	63XV132	8"	x		x
Barriere d'acqua lungo il pontile	70 l/min/m	400	63XV133A /B/C/D	8"	x		x

La massima richiesta della rete antincendio è determinata dalla portata richiesta dal sistema piu' grande (756 m<sup>3</sup>/h)(dedicato alla protezione di un serbatoio di stoccaggio) a cui si aggiungono 380 m<sup>3</sup>/h per i sistemi manuali di protezione (monitori, manichette) in accordo alla UNI EN 1473, per un totale di 1136 m<sup>3</sup>/h.

#### B1.5.4.4 Sistema di Pompaggio

La riserva acqua dolce antincendio è costituita da un serbatoio cilindrico verticale della capacità di 2400 m<sup>3</sup>. Il serbatoio è alimentato dalla rete pubblica di distribuzione acqua dolce al terminale, il serbatoio è dimensionato per alimentare la richiesta di acqua antincendio per il maggiore scenario di incendio credibile, per almeno due ore di intervento.

La stazione di pompaggio principale acqua antincendio sarà costituita da due pompe una azionata da motore elettrico ed una da motore diesel, ognuna della capacità di 1200 m<sup>3</sup>/ora, pressione di mandata pari a 10 barg e da due pompe jockey di pressurizzazione della rete che manterranno la rete normalmente alla pressione di circa 4 barg. La stazione di pompaggio principale è alimentata dalla riserva acqua antincendio. L'abbassamento della pressione nella rete a seguito dell'attivazione di un impianto antincendio provocherà la partenza della prima pompa principale antincendio. Se dopo un certo tempo di funzionamento la pressione in rete non supererà i 6 barg, si avrà la partenza della seconda pompa antincendio.

La stazione di pompaggio secondaria acqua antincendio sarà costituita da due pompe una azionata da motore elettrico ed una da motore diesel, ognuna della capacità di 1200 m<sup>3</sup>/ora con pressione di mandata pari a 10 barg. La stazione di pompaggio secondaria è collocata nell'area d'acqua mare dell'impianto e alimentata da acqua di mare.

#### B1.5.4.5 Rete di distribuzione principale

La rete di distribuzione acqua antincendio costituisce essenzialmente un anello che distribuisce acqua antincendio a tutte le aree del terminale. Dalla rete sono alimentati idranti, monitori e gli impianti fissi ad acqua. Il dimensionamento dell'anello è stato effettuato in modo che la velocità dell'acqua all'interno delle tubazioni non sia superiore a 3 m/s nei tratti in cui sia possibile un flusso bidirezionale.

L'anello è protetto da danni meccanici e ove possibile è interrato. La stazione di pompaggio e la rete idranti sono progettate in accordo a norme internazionali (NFPA 20, NFPA 24).

Gli idranti sono del tipo fuori terra disposti lungo l'anello di distribuzione acqua antincendio ad intervalli di 60 metri l'uno dall'altro. L'attacco di base dell'idrante alla rete antincendio ha un diametro di 200 mm, ogni idrante avrà due attacchi di uscita. La pressione massima agli attacchi di uscita, è controllata mediante adeguata valvola di regolazione a 5 barg. Nell'area di processo ogni due idranti è installata una cassetta di corredo.

La rete è sezionata mediante valvole installate alla radice delle connessioni principali e ad distanze massime di 300 metri sull'anello principale in modo da poter intercettare la rete in parti e poter effettuare interventi di manutenzione senza mettere tutto l'impianto fuori servizio.

Le valvole di sezionamento installate entro pozzetti di ispezione adeguatamente drenati saranno operabili da fuori terra ed avranno un indicatore di posizione.

Impianti di spegnimento fissi ad acqua del tipo water spray sono previsti a protezione di:

- apparecchiature installate sul tetto dei serbatoi di stoccaggio GNL;
- tubazioni in uscita dai serbatoi di stoccaggio GNL;
- pompe alta pressione GNL;
- pompe media pressione GNL;
- ricondensatore.

Gli impianti di spegnimento sono progettati in accordo allo Standard NFPA 15. Gli impianti garantiscano le seguenti densità di scarica:

- apparecchiature installate sul tetto dei serbatoi di stoccaggio GNL: 3 l/min/m<sup>2</sup>, per le pompe 20 l/min/m<sup>2</sup>;
- tubazioni in uscita dai serbatoi di stoccaggio GNL: 2.84 l/min/m<sup>2</sup>;
- pompe alta pressione GNL: 20.4 l/min/m<sup>2</sup>;
- ricondensatore: 10.2 l/min/m<sup>2</sup>.

Le apparecchiature protette con impianto ad acqua sono dotate di adeguato impianto automatico di rivelazione incendi. Sono installati a tale scopo dei rivelatori a cavo termosensibile. L'impianto ad acqua è attivato:

- automaticamente dal quadro di controllo antincendio su segnale di rivelazione incendi;
- manualmente da pulsante di comando disposto alla Sala Controllo del terminale;
- manualmente in campo agendo sulla valvola di controllo dell'impianto ad acqua.

Le valvole di controllo/attivazione degli impianti ad acqua (water spray system control valves) sono installate su strutture di montaggio adeguate (skid) in posizione facilmente accessibile, ad almeno 15 metri di distanza dall'apparecchiatura protetta. Le valvole di controllo sono protette contro possibili danni meccanici derivanti dal movimento di veicoli e dall'irraggiamento termico durante le condizioni di emergenza in modo da consentire comunque l'avvicinamento alle valvole durante un'emergenza.

Impianti di spegnimento ad acqua del tipo sprinkler sono previsti a protezione degli edifici manutenzione ed officina. Gli impianti saranno progettati in accordo allo Standard NFPA 13.

#### B1.5.4.6 Distribuzione al pontile

Sarà installato un impianto del tipo a cortina d'acqua intorno alla piattaforma (testa del pontile), lungo il pontile e le vie di fuga. L'impianto sarà progettato allo scopo di proteggere il personale nel caso di incendio di GNL e di controllare la dispersione dei vapori di GNL.

La testa del pontile sarà protetta con muro d'acqua tra la nave e il pontile (70 l/min/m, come previsto dalla EN1473); la tubazione dalla testa del pontile al terminale è protetta possibili incendi con muro d'acqua (70 l/min/m, come previsto dalla EN1473);

Al molo sono installati quattro idranti equipaggiati con le relative cassette di corredo. E' inoltre previsto un attacco di connessione del tipo internazionale per permettere che l'acqua antincendio possa essere alimentata dalla nave.

Due monitori ad acqua montati su torre saranno installati alla piattaforma. I monitori sono operati in remoto da postazioni ubicate a distanza di sicurezza, protette dall'irraggiamento termico per mezzo di schermi.

#### B1.5.4.7 Altri impianti

Impianti fissi ad estinguente gassoso sono installati a protezione dei seguenti locali:

- sale quadri;
- falso pavimento all'interno della sala controllo<sup>1</sup>;
- cabina di controllo al pontile.

Un impianto fisso a polvere chimica è previsto a protezione delle valvole di sicurezza disposte sui serbatoi di stoccaggio GNL. Nel caso in cui uno degli sfiati delle valvole prenda fuoco il sistema a polvere chimica (dry chemical snuffing system) inietterà la polvere nella tubazione terminale della valvola di sicurezza.

Estintori portatili sono installati lungo le aree di impianto ed all'interno degli edifici. La localizzazione è effettuata in base ai seguenti principi:

- estintori carrellati a polvere del tipo ABC da 50 kg sono installati nei pressi delle aree dove si possono verificare dei piccoli incendi connessi a rilasci di sostanze all'interno di vasche di raccolta o al pontile;

<sup>1</sup> La sala controllo non si prevede sia protetta da impianto automatico a gas estinguente perché sarà costantemente presidiata 24 ore su 24.

- estintori portatili a polvere del tipo ABC da 9 kg sono installati nei pressi di apparecchiature che contengono liquidi o gas infiammabili;
- estintori a CO<sub>2</sub> da 5 kg sono installati in aree ove sono installate apparecchiature che possono essere danneggiate dall'acqua o dalla polvere e quindi nella Sala Controllo e nella sottostazione.

Gli estintori portatili saranno installati mediante adeguati supporti in modo che la base degli stessi risulti essere a non più di 1.5 metri dal pavimento e che sia ad una distanza di 1.2 metri dai lati delle porte. Se installati lungo vie di fuga saranno installati in modo da non ridurre l'ampiezza delle vie stesse.

## **B1.6 STUDIO DEL TRAFFICO MARITTIMO**

### ***B1.6.1 Attività propedeutiche e accordi***

Nell'Ottobre 2001, BG Group (BG) ha commissionato a Eagle Lyon Pope (ELP) uno studio relativo agli accessi marini e agli aspetti di sicurezza associati allo sviluppo di un terminale GNL nel Porto di Brindisi, nell'Italia meridionale. I risultati di questo studio sono contenuti nel Rapporto No. ELP – 55006 – 1001 – 57016 datato 17 Ottobre 2001. Il presente Rapporto va considerato come una ulteriore fase di quel lavoro.

Il 24 Aprile 2002 una delegazione composta da rappresentanti di BG e ELP si è incontrata con rappresentanti dell'Autorità Portuale e della Marina Militare per discutere le opzioni di ubicazione, orientamento e distanza tra gli ormeggi GNL e i loro cavalletti dalle altre attività all'interno dell'area portuale. Nell'incontro sono state espresse una serie di preoccupazioni e preferenze da parte della Marina Militare che hanno condotto a considerazioni relative a come gli ancoraggi LNG potrebbero essere posizionati in modo da adattarsi a quelle preoccupazioni e preferenze senza compromettere la sicurezza delle operazioni delle navi gasiere a Brindisi.

Il 18 Febbraio 2004 la delegazione composta da rappresentanti della Marina Militare (Maridipart. Taranto – Maribase Brindisi) Autorità Portuale di Brindisi, Conpamare Brindisi e della Brindisi LNG. Esaminati gli atti depositati, relativi alla progettazione delle opere ed allo studio di simulazione delle manovre di ormeggio nelle varie condizioni meteo marine, hanno definito e concordato il corso dello specchio di mare compreso tra il lato EST del pontile del terminale GNL e le isole Pedagne. Regolamentazione finalizzata a garantire la sicurezza della navigazione nell'ambito del Porto di Brindisi. La configurazione di ormeggio e l'identificazione dell'area di sicurezza è riportata sullo stralcio planimetrico allegato B1.6.1 (Final 450)

### ***B1.6.2 Requisiti Generali***

La posizione definita degli ormeggi LNG e dei cavalletti deve tenere conto di una serie di considerazioni di sicurezza marittima, come descritto nel seguito:

- a) Gli ormeggi devono essere posizionati nel porto esterno, lontani da luoghi abitati, movimenti di navi e potenziali sorgenti di accensione.
- b) Gli ancoraggi dovrebbero essere posizionati in acque profonde o in un area dove l'approfondimento può essere realizzato in modo conveniente
- c) Le manovre di avvicinamento agli ormeggi per le navi gasiere per GNL e le manovre di ormeggio con assistenza di rimorchiatori dovrebbero poter essere effettuate nelle condizioni ambientali del porto.
- d) L'allineamento degli ancoraggi dovrebbe essere tale che siano minimizzati i movimenti della nave gasiera ancorata dovuti al vento e/o all'azione delle onde.
- e) La configurazione dovrebbe essere tale che le navi gasiere per GNL possano lasciare la banchina e procedere fuori dal porto con la minima assistenza di rimorchiatori, particolarmente in caso di emergenza.
- f) Le navi gasiere per GNL non dovrebbero essere soggette al rischio non accettabile di collisione con il traffico di passaggio o a non accettabili forze di interazione idrodinamica dal traffico di passaggio.
- g) Le disposizioni di ormeggio (punti di ancoraggio, punti di attracco, ubicazione dei collettori di carico ecc) dovrebbero essere adattati agli scopi e in accordo con le linee guida OCIMF.
- h) La distanza dagli ormeggi per GPL (Molo Enichem) dovrebbe essere considerata come una distanza di sicurezza, con riferimento a linee guida internazionali.

### ***B1.6.3 Sintesi degli studi marini effettuati***

Durante la fase di elaborazione del progetto concernente il terminale di rigassificazione GNL iniziata nel 2001, la Brindisi LNG Spa ha commissionato degli studi marini che sono stati effettuati da HR Wallingford (HRW) e Eagle Lyon Pope (ELP), due compagnie specializzate nella consulenza marina e portuale e che fanno parte del Global Maritime Group.

Gli studi principali relativi alla presentazione della Fase II al Consiglio superiore dei Lavori Pubblici sono sotto elencati insieme ad un breve sunto del campo di applicazione e dei risultati. Si tiene a precisare che gli studi sono stati svolti durante la normale fase tecnica di sviluppo del progetto e sono da intendersi principalmente per l'uso interno, pertanto sono in lingua inglese. Inoltre, molti studi includono riferimenti alla progettazione di opzioni per future operazioni da effettuare con gasiere di più grandi dimensioni, che non costituiscono parte del progetto attualmente approvato. Le parti riguardanti gli studi condotti da ELP relative a queste opzioni devono essere lette nel contesto di fattibilità nell'ambito di un progetto di sviluppo finale generale.

La società appaltatrice della Brindisi LNG ha il compito di effettuare le attività ingegneristiche di dettaglio che comprendono un'analisi sull'ormeggio dinamico e la progettazione del sistema di scarico al fine di minimizzare il tempo di fermo al punto d'approdo.

La Brindisi LNG svolgerà un'esercitazione di livello avanzato con simulazione in tempo reale per piloti marini, comandanti di nave ed armatori di rimorchiatori che avranno il compito di facilitare la movimentazione delle gasiere all'interno e all'esterno del porto. Si allega una descrizione del corso di esercitazione "full mission" con simulatore organizzato da BG LNG Services (Allegato1) che sarà adattato alle esigenze specifiche del progetto di Brindisi.

Si allega anche una tabella rappresentante in sequenza le attività e i tempi approssimativi delle operazioni di scarico del GNL (Allegato 2). Questa tabella sarà rivista e concordata con le autorità di Brindisi e gli operatori in base alle condizioni specifiche della zona di Brindisi.

#### **B1.6.3.1 Relazioni preparate da HRW**

- Studi sulla Modellazione ( Relazione EX 4795 datata giugno 2003).
- Venti estremi e persistenza del vento (Relazione Ex 4856).

#### **B1.6.3.2 Relazioni preparate da ELP**

- Simulazione di Manovre di Nave (documento ELP-57097-55137-1103)
- Revisione del documento intitolato Località di Approdo e Distanza ( documento ELP- 57093-55137-1003).
- Analisi di Ormeggio ( documento ELP- 55137-1103-57098 Rev 1)
- Disponibilità di Approdo ( documento ELP- 55137-1203-57095 Rev 2)
- Revisione del documento Dati sul Tempo ( documento ELP- 57094-55137-1203)
- Analisi dei Movimenti delle Navi Gasiere trasportanti GNL ( ELP-55137-0104-57102).
- Simulazione di manovre delle navi (ELP-57210-1207-55265 Rev. 3)

## **B1.6.4 Riassunto degli studi**

### **B1.6.4.1 HR Wallingford – Studi di Modellazione (Relazione Ex 4795)**

E' da notare che questa relazione è stata precedentemente fornita al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sia in lingua inglese che in traduzione italiana come parte della presentazione della Fase I.

HRW ha effettuato uno studio dettagliato dei processi fisici che hanno luogo all'interno del porto, per esempio la condizione delle onde, le correnti, problemi termici, sedimenti, maree, moti ondosi e livelli d'acqua estremi.

La relazione è stata utilizzata per fornire informazioni di base e condizioni di progettazione per la progettazione ulteriore del terminale GNL. Nella progettazione della colmata e nelle strutture marine e in molti studi ELP vi sono riferimenti a questa relazione.

### **B1.6.4.2 HR Wallingford – venti estremi e persistenza del vento ( Relazione EZ 4856)**

Le caratteristiche dei venti estremi e la persistenza del vento per la zona di Brindisi sono state derivate da HRW. Alcuni suggerimenti vengono forniti per quel che concerne l'utilizzo dei più adeguati set di dati ( misurati o modellati) per i singoli parametri di progettazione.

### **B1.6.4.3 ELP – Simulazioni di manovra di nave ( documento ELP-57097-55137-1103)**

ELP ha compiuto una serie di simulazioni veloci di manovre di nave in tempo reale al fine di:

- Confermare la fattibilità per le grandi navi gasiere trasportanti il GNL di entrare ed uscire dal porto di Brindisi e di approdare e di lasciare il terminale GNL.
- Stabilire i limiti operativi massimi del vento e delle correnti per le manovre.
- Acquisire le nozioni principali sui requisiti di traino dei rimorchiatori per le manovre.
- Fornire un input per la valutazione del posizionamento dell'approdo, allineamento e distanza .

Le simulazioni per lo studio sono state effettuate mediante l'impiego di un Simulatore Navi Computerizzato PC Ship Simulator (PCSS) sviluppato dalla British Maritime Technology (BMT). Lo standard utilizzato dal BMT PCSS è riportato nell'Appendice 1 della relazione ELP. Il modello di nave utilizzato nelle simulazioni era come previsto dal progetto.

E' stato effettuato anche un confronto con gasiere leggermente più grandi del tipo a membrana.

E' da notare che le simulazioni sono state effettuate per due potenziali punti di approdo del GNL. Il punto di approdo (sul versante orientale del pontile) è il punto di approdo inserito nello schema del terminale GNL.

I risultati principali dello studio sono i seguenti:

- Conferma che le manovre all'interno e all'esterno del punto di approdo del GNL possono essere effettuate in modo sicuro e in una serie di condizioni ambientali.
- Conferma che le caratteristiche delle manovre delle future gasiere.
- Fornisce una traccia composita di tutte le manovre effettuate con successo nel punto di Approdo (simulazioni da... a...). Questo dimostra che la nave trasportante GNL può navigare in sicurezza all'interno dell'area mostrata, con una profondità di - 13.1. m ( minima marea astronomica ), equivalente a - 13.5 m ( IGM datum).
- Determina le condizioni di vento che possono costituire un limite per le operazioni di arrivo e di partenza ( sia 25 o 30 nodi in base alla direzione del vento). Questi potrebbero essere considerati come i limiti operativi più estremi una volta che i piloti e gli armatori di rimorchiatori abbiano acquisito l'esperienza necessaria per effettuare la movimentazione di gasiere. Questi limiti

sarebbero, inoltre, testati e, se necessario, corretti dopo aver effettuato il corso di simulazione "full mission" della Brindisi LNG.

- Conferma che i requisiti minimi specificati per i rimorchiatori saranno di 4 x 50 tonnellate + 1 di riserva.

#### B1.6.4.4 ELP – Approdo e distanza (ELP-57093-55137-1003)

ELP ha studiato la zona basilare del punto di approdo del GNL e la distanza dalle altre strutture portuali dal punto di vista della fattibilità marina e della sicurezza. Lo studio ha preso in considerazione gli output provenienti dalle simulazioni in manovra della nave e il FEED, compresa la valutazione quantitativa del rischio.

I risultati principali sono i seguenti:

1. L'allineamento del punto di approdo GNL si presenta molto favorevole all'accesso di navi gasiere e alla direzione del vento prevalente.
2. La distanza concessa per il Corridoio navale per una futura base navale nelle vicinanze è sufficiente a garantire la buona riuscita delle operazioni navali.
3. La distanza tra il punto di approdo e l'esistente punto di approdo della PE è adeguata.
4. Il punto di approdo risulta ben isolato dal traffico che avviene nel porto esterno.

#### B1.6.4.5 Analisi di ormeggio (ELP-55137-1103-57098 Rev. 1)

ELP ha effettuato l'analisi della configurazione del punto di approdo proposto e pontile per quanto concerne:

- La superficie piana del lato delle gasiere proposte e il rapporto con le boe di ormeggio e i parabordi.

La configurazione degli approdi e delle boe di ormeggio è stata determinata insieme alla Postford Haskoning come parte del FEED. La fattibilità della configurazione è stata verificata mediante l'impiego di un OCIMOOR, un software in-house, per navi gasiere considerato nel FEED.

- L'analisi di ormeggio per confermare la conformità alle istruzioni del OCIMFs. Si ricorda che questa analisi è stata effettuata in collaborazione con la Postford Haskoning mediante l'impiego del software interno OCIMOOR.
- L'analisi della nave in passaggio ai fini della valutazione degli effetti del traffico all'interno del porto è stata effettuata utilizzando un simulatore idrodinamico della British Maritime Technology.
- I risultati principali sono i seguenti:
- I modelli di ormeggio sono stati stabiliti per le navi gasiere delle capacità di progetto.
- Il numero minimo di linee di ormeggio consigliato per navi gasiere di dimensioni più piccole è 14, con un diametro minimo di cavo di 36 mm. Per le navi gasiere di dimensioni maggiori, il numero equivalente è di 16 linee di ormeggio con un diametro di cavo minimo di 44 mm. Questi requisiti sono stati incorporati nel FEED.
- Sono stati dati dei suggerimenti per quel che concerne il limite di velocità ( 6 nodi, in conformità con il limite di velocità già esistente nel porto).

#### B1.6.4.6 ELP – Disponibilità del punto di approdo (ELP-55137-1203-5795 Rev. 2)

La società ELP ha effettuato uno studio con il compito di rivedere i dati disponibili sulla situazione ambientale e sul traffico, prendendo in considerazione le condizioni operative e ha effettuato la simulazione Monte Carlo per determinare la disponibilità del punto di approdo.

E' stato preso in considerazione un numero pari a 100 arrivi di navi gasiere trasportanti GNL per anno, in conformità con il limite approvato. Il traffico commerciale esistente è stato oggetto di modellazione, tenendo conto del traffico navale, e un'analisi di sensitività è stata svolta prendendo in considerazione un movimento di

7000 navi all'anno, notevolmente superiore rispetto al numero attuale. I dati ambientali sono stati estratti dagli studi effettuati da HRW e dal British Admiralty Pilot Book.

Le principali scoperte dello studio sono le seguenti:

- Le condizioni meteorologiche del porto sono in genere buone, data una velocità del vento con un periodo di ritorno in un anno pari a 36 nodi ( Beaufort Forza 8) e una velocità del vento con periodo di ritorno di 10 anni di 48 nodi (Bf forza 10). I venti forti avvengono principalmente su un asse a 150°/330°; i punti di approdo GNL sono orientati a circa 326° e avranno di norma i venti sull'asse longitudinale, tipicamente provenienti da nord. La presenza di venti con un'intensità maggiore di 25 nodi è rarissima nei mesi estivi.
- Le condizioni dell'onda con periodo di ritorno di un anno al punto di approdo sono 1.6 m H<sub>s</sub> in un periodo da 9 a 10 s. questo effetto è stato ulteriormente preso in considerazione nell'analisi dei moti. Le maree e le correnti all'interno del porto sono piccole, pertanto non dovrebbero ostacolare le operazioni navali.
- In quelle circostanze in cui il transito di gasiere GNL è limitato, 25 nodi con 4 rimorchiatori vi potrebbero essere 4 casi di ritardi all'anno nell'arrivo o nella partenza ( se si calcola che le operazioni avvengono soltanto durante il giorno). La durata di questi ritardi è di circa due ore ad un livello P50 e di circa 3 ore ad un livello P90. un caso di ritardo di circa 2 ore dovuto alla presenza di nebbia può avvenire ogni 3-4 anni.
- I venti di 35 nodi o più forti che provocano interruzione degli scarichi possono avvenire una volta ogni due anni e venti maggiori di 40 nodi che causano l'interruzione dell'approdo al porto possono accadere molto raramente. La durata del ritardo può variare da circa 3 ore ad un livello P50 fino a 6 ore ad un livello P90.
- Le condizioni meteorologiche generalmente buone per il porto e la breve durata delle onde e dei venti estremi implicano che il terminale GNL necessiterà di un valido sistema di previsione meteo e di un sistema operativo di risposta ben elaborato.
- L'integrazione delle navi gasiere GNL con il traffico esistente all'interno del porto è stata presa in considerazione in base ai livelli di traffico attualmente esistenti con un aumento del 30% ed un raddoppio del traffico attuale. Sono stati previsti circa 30-35 casi all'anno in cui le navi gasiere GNL potrebbero dover aspettare l'assegnazione di uno spazio acqueo. La durata dei ritardi nel caso di attesa dei rimorchi è di 30 minuti (P50) e di 48 minuti (P90) e varia dai 6 ai 12 minuti nel caso di attesa di assegnazione di uno spazio acqueo. Il raddoppio del traffico implica che i casi di attesa dei rimorchi aumenterebbero a 43 all'anno e raddoppierebbero i casi di attesa di assegnazione di spazio acqueo, sebbene la durata di questi ritardi sia, tutto sommato, breve.

#### B1.6.4.7 ELP – Revisione dei dati meteorologici ( ELP-57094-55137- 1203 )

La società ELP ha condotto uno studio sui seguenti aspetti:

- Revisione dei dati ambientali ( venti, correnti, onde, maree, visibilità).
- Revisione del requisito minimo di profondità dell'acqua per la gasiera GNL più grande che è stata proposta.
- Revisione dei dati batimetrici.
- Campo di applicazione dei requisiti operativi delle gasiere trasportanti GNL.

Lo studio ha preso in considerazione i requisiti delle grandi navi gasiere attualmente in uso nonché future navi dotate di una capacità fino a 165.000 m<sup>3</sup>.

I principali risultati sono i seguenti:

- I dati relativi al vento e alle condizioni attuali sono da considerarsi completi.
- Una profondità di -13.1 m al di sotto della minima marea astronomica (-13.5 m IGM) è stata identificata ed inserita nelle tavole batimetriche.
- I dati relativi all'onda suggeriscono una situazione di moto ondoso più sfavorevole rispetto a quanto inizialmente previsto all'interno del porto. L'impatto di quanto menzionato sui requisiti di profondità per le navi gasiere trasportanti GNL è stato oggetto di un'ulteriore analisi.
- I dati in tempo reale sul vento e sulla corrente devono essere forniti al sito e messi a disposizione dei piloti e dei comandanti delle gasiere trasportanti GNL.

#### B1.6.4.8 ELP – Analisi dei moti delle gasiere trasportanti GNL ( ELP-55137-0104-57102 )

ELP ha effettuato un'analisi dei moti di una nave gasiera all'interno del porto. In particolare, lo studio deve quantificare il moto verticale della nave provocato dall'onda nella zona di approdo. Al fine di mantenere uno scenario conservativo, lo studio ha modellato il comportamento delle navi di grandi dimensioni attualmente in uso ( della capacità di 145.000 m<sup>3</sup>) e di navi future con una capacità fino a 220.000 m<sup>3</sup> su una profondità limite di 12 m.

I risultati sono i seguenti.

- I moti verticali risultano peggiori per le gasiere di capacità di 220.000 m<sup>3</sup>.
- La disponibilità minima sottochiglia (under keel clearance) risulta adeguata per entrambe le navi e durante le manovre di approdo e di arrivo/partenza.
- I moti fino a  $H_s = 2.1$  m (frequenza di 200 anni) sono accettabili se si assume una profondità minima di 13 metri. Così, il limite sicuro di operatività all'interno del porto sarà regolato da un limite di operabilità dei rimorchiatori pari a  $H_s = 2.0$  m , a fronte delle considerazioni effettuate per determinare la disponibilità minima sottochiglia (under keel clearance) (UKC).
- E' improbabile che i moti ai punti di approdo possano avere ripercussioni sulle operazioni di scarico poiché l'onda massima rilevata (da una gasiera con una capacità di 220.000 m<sup>3</sup>) è pari a  $\pm 0.12$  m con un periodo di ritorno di 200 anni. I moti oscillanti potrebbero essere più significativi per una gasiera dalla capacità di 220.000 m<sup>3</sup> (massimo  $\pm 1.36$  m a prua) ma molto meno per le gasiere trasportanti GNL di dimensioni inferiori. Questo effetto verrà preso in considerazione nella progettazione di dettaglio delle disposizioni di ormeggio.

## **B1.6.5 Ormeggio**

### B1.6.5.1 Simulazione Manovra delle Navi (ELP-57210-1207-55265 Rev. 3)

#### B1.6.5.2 Disposizioni di Ormeggio

Sono state fornite considerazioni iniziali relative alle dimensioni minime di sicurezza di un "corridoio" per far sì che sia garantito l'ormeggio per navi gasiere dentro al Porto Esterno. I fattori da considerare nel determinare la larghezza di questo "corridoio" sono indicati di seguito, tenendo conto di punti di ormeggio, testa del pontile a di una via di accesso all'ormeggio.

•	Larghezza della nave gasiera per GNL	46 metri
•	Distanza tra la linea di ormeggio e punto di ormeggio	30 metri
•	Metà larghezza della punto di ormeggio	3 metri
•	Franco	1 metro
•	Via di accesso	9 metri
•	Franco	1 metro
•	Metà larghezza della punto di ormeggio	3 metri
•	Distanza dalla linea di ormeggio alla punto di ancoraggio	30 metri
•	Larghezza della gasiera per GNL	46 metri
	<b>Larghezza totale "del corridoio di ormeggio"</b>	<b>170 metri</b>

Si può notare che le precedenti distanze, soggette alla progettazione finale, considerano che le linee di ormeggio delle navi gasiere siano in accordo con le linee guida OCIMF con riferimento alle lunghezze e agli angoli delle linee tra la nave e l'ormeggio. Di conseguenza la riduzione del "corridoio" a 170 m è stata un aspetto fondamentale utilizzato per ottimizzare lo spazio disponibile nella porzione orientale del porto esterno.

#### B1.6.5.3 Distanza dall'Ormeggio per GPL (Molo Enichem)

La raccomandazione originale era di una distanza di 300 metri tra le navi GPL ormeggiate al pontile Enichem e una nave gasiera ormeggiata al proposto pontile GNL.

#### B1.6.5.4 Larghezza del "Corridoio di Sicurezza Navi Marina Militare"

Nell'incontro di Aprile a Brindisi, i rappresentanti della Marina Militare hanno espresso una preferenza per un corridoio di larghezza 500 m per l'accesso alla Base Navale tra le isole a nord est e gli ancoraggi GNL a sud ovest. Ciò era basato sul requisito di consentire il movimento delle navi più grandi della flotta navale italiana dentro il canale di accesso, senza assistenza di rimorchiatori, e di considerare un margine di sicurezza nel caso di guasto al motore.

Questa preferenza è stata discussa nuovamente a Taranto il 18 Luglio 2002, nel contesto della rivista configurazione presentata in questo rapporto e si è concordato che la larghezza del corridoio della Marina può essere ridotta a 450 m.

La configurazione originale proposta dai rappresentanti della Marina Militare mostrava un allineamento dell'ormeggio di 295.5°, benché fosse di traverso rispetto alla direzione dei venti prevalenti di 326°, con il corridoio di accesso della Marina parallelo e adiacente al limite esterno della gasiera ormeggiata a est.

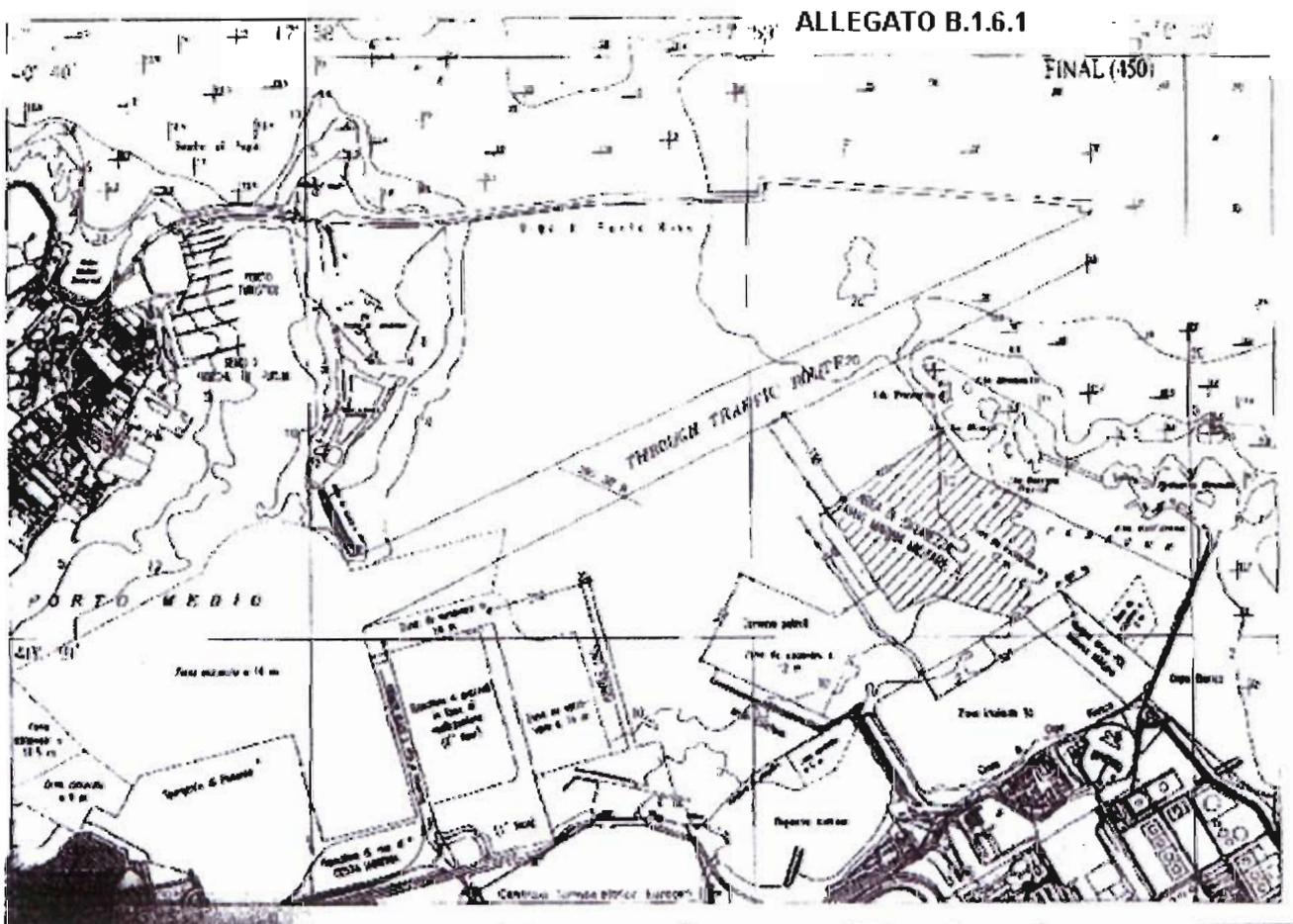
Tuttavia, ruotando il corridoio fino ad un allineamento di 326° verso l'Isolotto Traversa è possibile avvantaggiarsi dello spazio con acque più profonde a est degli ormeggi GNL e così ottenere un aumento della larghezza del corridoio di accesso della Marina. Inoltre questo ri-allineamento del corridoio consente anche un ri-allineamento a 326° delle gasiere ormeggiate - direzione originariamente preferita in linea con i venti dominanti. Si considera che un ulteriore vantaggio consista nel fatto che le imbarcazioni possono effettuare una facile inversione nel porto e effettuare percorsi di arrivo e partenza in linea con i venti prevalenti.

Questo ri-allineamento del corridoio della Marina, la larghezza rivista del corridoio della Marina di 450 m e il risultante ri-allineamento degli ormeggi GNL rappresentano aspetti fondamentali utilizzati per ottimizzare lo spazio nella porzione orientale del porto esterno (vedi allegato 3).

#### B1.6.5.5 Configurazione finale preferita (Finale 450)

Questa è la configurazione concordata con i rappresentanti della Marina e dell'Autorità Portuale il 18 Luglio 2002. E' indicata nella Figura (allegato 3). I vantaggi di questa opzione sono:

- L'allineamento rivisto dei corridoi di accesso della Marina e delle navi LNG garantisce un maggior grado di controllo per la manovra delle navi a basse velocità, in quanto le imbarcazioni che usano il corridoio sono in linea con i venti dominanti
- Questa opzione fa sì che gli ormeggi delle navi gasiere siano posizionati in modo tale che la distanza tra la nave gasiera ormeggiata e la "Rotta del Traffico di Attraversamento" tra l'interno del porto e il mare sia massimizzata a circa 330 metri.
- Il "corridoio" dell'ormeggio GNL di 170 m consente un modello simmetrico delle disposizioni dell'ormeggio e un allineamento favorevole delle navi gasiere all'ormeggio.
- Viene aumentata la distanza di sicurezza di 300 m da una nave gasiera GPL ormeggiata al molo Enichem.
- Il pontile a "gamba di cane" si presta a una serie di opzioni in termini di punto partenza dalla linea di costa, tipi di costruzione (via di accesso, cavalletto) ecc.
- La larghezza del corridoio della Marina è stata concordata con la Marina e con l'Autorità Portuale.
- La regolamentazione del corso nello specchio di mare posto ad Est del pontile del terminale GNL e le isole Pedagne è stata concordata con la Marina Militare e l'Autorità portuale di Brindisi (verbale del 18 Febbraio del 2004).



## Allegato B1.6.2

### Descrizione tipica del corso avanzato con simulazioni sulla movimentazione di navi

*Nota: la seguente descrizione rappresenta un corso tipico intitolato "Advanced Shiphandling Simulator Course incorporating Pilotage Resource Management", che è stato elaborato ed eseguito con successo per il personale che si occupa delle operazioni di scarico di navi gasiere trasportanti GNL nella località di Lake Charles, Louisiana. Il contenuto del corso è soggetto a futuri sviluppi in modo tale da essere adattato alle esigenze specifiche del porto di Brindisi, le autorità portuali del suddetto porto e degli operatori.*

#### **Informazioni generali**

Il corso è stato disegnato per il team di pilotaggio composto da piloti marini, comandanti ed armatori di rimorchiatori, i quali hanno il compito di garantire il passaggio sicuro di una nave durante il transito in corsi d'acqua circoscritti. Gli ideatori del corso, BG LNG Services, Lake Charles Pilots and Marine Safety International, hanno coniato il termine "Team di pilotaggio" e "Gestione Risorse di Pilotaggio" per sottolineare quanto sia importante stabilire in modo rapido un rapporto unico e professionale tra il Bridge Team che opera sul ponte della nave ed il personale a terra che possiede una buona conoscenza del porto a livello locale. Il corso è all'avanguardia nel sottolineare questa importante esigenza nell'industria marina.

Mentre il Bridge Resource Management (BRM) si occupa di sviluppare una cultura che incoraggi il lavoro di squadra e la comprensione tra il personale che opera sul ponte di fornire assistenza al comandante della nave, il Pilotage Resource Management (PRM) migliora la qualità del lavoro di squadra e la comprensione tra il pilota, il comandante della nave ed gli armatori di rimorchiatori che si occupano delle operazioni di transito e della movimentazione della nave.

Questo corso si occuperà altresì delle molteplici complessità incontrate dagli addetti al comando di una nave. I partecipanti si scambieranno i ruoli tra di loro. Lo scambio di ruoli consentirà ai partecipanti di capire come lo svolgimento delle proprie mansioni possa avere un impatto sulla riuscita delle manovre e dovrebbe altresì aiutare ciascuno dei candidati a svolgere meglio le proprie mansioni. Il corso mette anche in evidenza la necessità di standardizzare i comandi per far sì che tutti i componenti del team capiscano quali sono le operazioni necessarie e tutto ciò che accade durante l'intero transito. I partecipanti, pertanto, sono incoraggiati ad utilizzare comandi brevi e precisi che possano essere riconosciuti a livello internazionale.

Oltre ad essere un training di formazione sulla Gestione delle Risorse di Pilotaggio, questo è un corso avanzato sulla movimentazione delle navi. Un corso di simulazione da solo non è sufficiente a fornire le abilità necessarie per un pilotaggio di livello avanzato, ma può essere molto utile a migliorare e perfezionare le nozioni e le abilità richieste per una corretta movimentazione della nave. In sintesi, può aiutare ad acquisire le conoscenze necessarie alla corretta movimentazione di una nave.

Una movimentazione adeguata è il risultato di decisioni oculute sulle manovre da effettuare che si basano sulla buona conoscenza della materia e sulla capacità di discernimento. Le condizioni in cui vengono prese queste decisioni e la validità delle decisioni prese determinano la corretta e sicura movimentazione di una nave. Ai partecipanti saranno dati degli scenari che non sempre costituiscono la routine e pertanto richiedono prontezza nel valutare e nell'agire. Facendo queste esercitazioni su simulatore, il gruppo può analizzare i processi di pensiero e le azioni in situazioni di emergenza senza pericoli per la vita umana o per l'ambiente e sviluppare i piani di controllo più adeguati per il futuro.

I simulatori dinamici aiutano a valutare i requisiti necessari alla movimentazione di una nave fornendo dati realistici di cui la persona addetta alla movimentazione ha bisogno per valutare la posizione della nave, la velocità, il movimento laterale e la portata della svolta. Poiché la simulazione avviene in tempo reale, i vari esercizi danno a ciascuno dei partecipanti l'opportunità di verificare i risultati effettivi delle proprie decisioni nonché di cominciare a capire come avviene la movimentazione di una nave con o senza l'ausilio di rimorchiatori. Il processo continuo di pianificazione, esecuzione, monitoraggio e revisione delle varie manovre aumenta in ciascun individuo la capacità di valutare ciò che occorre per una corretta movimentazione di una nave, in modo particolare in aree circoscritte e durante le operazioni di emergenza e, al termine del corso, dovrebbe migliorare l'abilità di ciascuno nelle manovre di movimentazione di una nave.

#### **Obiettivi primari del corso**

- Migliorare il lavoro di squadra tra il personale della nave, piloti ed armatori di rimorchiatori (Team di Pilotaggio)
- Standardizzare e migliorare la comunicazione mediante l'impiego di comandi riconoscibili a livello internazionale, in modo particolare per far sì che il comandante capisca gli ordini dati agli armatori di rimorchiatori e per fare in modo che il comandante e il pilota possano comunicare in modo efficace
- Migliorare la capacità di valutare i requisiti richiesti per la movimentazione di gasiere di grandi dimensioni in corsi/specchi d'acqua circoscritti consentendone il transito sicuro
- Presentare a ciascuno dei partecipanti scenari con le varie difficoltà che si possono incontrare durante il transito, al fine di assistere nell'elaborazione di piani di emergenza durante il transito e di incoraggiare ciascun individuo a reagire con prontezza nelle circostanze d'emergenza.

#### **Obiettivi secondari del corso**

- Effettuare transiti di prova durante le ore notturne per valutare la fattibilità del transito delle gasiere durante la notte e per individuare le aree in cui sono necessari dei miglioramenti per poter effettuare le operazioni di notte
- Valutare l'efficacia dei vari strumenti che assistono nella navigazione
- Esaminare gli effetti del vento e della corrente per poter sviluppare parametri operazionali adeguati attraverso la sperimentazione scientifica piuttosto che fare delle stime basate esclusivamente sull'esperienza e sul giudizio
- Valutare la performance dell'armatore di rimorchiatore nelle varie condizioni meteorologiche al fine di determinare dei requisiti minimi nelle varie condizioni meteorologiche.
- Aggiornare gli utenti del porto sull'utilizzo di rimorchiatori mostrando il modo in cui il loro impiego può migliorare la sicurezza e l'efficienza delle operazioni.

#### **Articolazione del corso**

Il corso consiste, per lo più, in esercitazioni pratiche. L'esperienza si acquisisce con la pratica e l'unico posto in cui è possibile provare a prendere decisioni concernenti la movimentazione di navi di grandi dimensioni è sui simulatori. Pertanto, il tempo per la pratica è stato massimizzato. Ciascun marinaio frequentante il corso avrà modo di effettuare diverse manovre nei corsi e specchi d'acqua circoscritti. Ogni partecipante avrà modo di osservare ed assistere gli altri componenti del team durante le varie esercitazioni e a ciascun partecipante a turno sarà data la possibilità di assumere tutti i ruoli presenti all'interno del team: comandante, pilota, armatore di rimorchiatore. Questo scambio di ruoli ha lo scopo di consentire a tutti coloro che partecipano al corso di vedere le operazioni dal punto di vista degli altri membri del team. Il lavoro in classe sui principi che regolano la movimentazione di

una nave, sulle procedure di manovra, sull'interazione ed altre tematiche di discussione avviene durante la relazione che segue ogni esercitazione pratica.

Le esercitazioni su simulatore includono sia le condizioni normali che quelle straordinarie. Esse comprendono i problemi causati dal vento e dalla corrente, gli effetti della sponda, l'interazione, la comunicazione e/o interruzioni meccaniche e altre situazioni potenzialmente pericolose.

Le esercitazioni sono effettuate con i diversi tipi di nave in uso al porto. I diagrammi principali sulle dimensioni e sulle manovre da effettuare su queste navi si trovano all'interno della documentazione relativa al corso.

Oltre alle esercitazioni assegnate che realizzano gli obiettivi del corso menzionati in alto, i partecipanti hanno l'opportunità di esercitarsi con le manovre durante le quali hanno incontrato maggiori difficoltà, oppure con manovre che non hanno avuto occasione di provare in precedenza o per le quali il rischio era troppo grande.

### Allegato B1.6.3.

#### Tempistica tipica all'interno del porto per le operazioni di scarico dalle gasiere GNL

*Nota: la seguente tabella rappresenta una sintesi affidabile della tempistica richiesta dalle formali operazioni di scarico al porto di Brindisi. Gli unici aspetti che possono cambiare rispetto a quanto qui indicato sono i tempi relativi al transito verso e dal punto di approdo, e il tempo che può essere guadagnato con la gestione di più operazioni in parallelo, concordando le operazioni in anticipo con le autorità del posto. La tempistica finale sarà determinata in futuro una volta chiariti gli accordi con le autorità locali, con il terminale e una volta definite le procedure. Tuttavia, va sottolineato che nel caso di Brindisi vi sarebbero pochissime variazioni rispetto alla tempistica qui indicata.*

#### **Tempi normalmente necessari per le operazioni di scarico delle gasiere GNL al porto**

La seguente tabella fornisce un profilo generale dei tempi necessari per le operazioni di scarico nei porti GNL di tutto il mondo. Tutti i paesi, come anche tutti i porti, hanno requisiti e procedure operative differenti, quindi questa tabella può essere utilizzata soltanto come strumento orientativo.

E' da notare che la lista descrive in dettaglio molte operazioni che possono, o non possono, avvenire durante la permanenza al porto. Si è compilato un elenco esaustivo al fine di indicare le attività legate alla permanenza al porto di una gasiera GNL, molte delle quali avvengono in concomitanza con le operazioni di carico.

E' da notare il tempo di permanenza al porto, escludendo il tempo di transito in entrata e il tempo di transito in uscita, da First Line Ashore (primo cavo a terra) al Vessel Clear of Berth (nave lascia il punto d'approdo) è di circa 24 ore se le operazioni avvengono senza complicazioni.

SG

Evento	Tempo	Annotazioni
End Of Passage (EOP) / Fine del Passaggio	Tra le 2 e le 8 ore (Tempo Totale), 0,50 ora impegno corridoio comune	<p>Il periodo di tempo dipende dalla posizione del terminale rispetto alla bca marina e dalle pratiche di navigazione del porto rispetto alla velocità di transito consentita, alle limitazioni dovute alle maree o al tempo, alla disponibilità dei piloti, dei rimorchiatori e delle barche di scorta.</p> <p>In ogni caso il tempo di attesa fuori del porto delle gasiere non ha nessun impatto sulle operatività portuale.</p> <p>L'impegno del corridoio di ingresso che blocca il traffico in entrata/uscita è di soli 30 minuti.</p>
Escort Boat Alongside – inbound / Imbarcazione di appoggio in attracco – In entrata		
Escort Tugs Alongside – inbound / Rimorchiatori in attracco – In entrata		
Pilot Boarding Area / Area di bordo del pilota		
Holding Area – Inbound / Area di ormeggio in entrata		
Anchor Down – inbound / Ancora giù – In entrata		
Anchor Up – Proceeding Inwards / Ancora su – Procedere verso l'interno		
Left Holding Area – Proceeding Inwards / Area di ancoraggio a sinistra – Procedere verso l'interno		
Notice of Readiness Tendered (NORT) / Presentata dichiarazione del Comandante di essere pronto allo scarico		
Notice of Readiness Accepted (NORA) / Dichiarazione del Comandante (di essere pronto allo scarico) accettata		
Channel Pilot On Board – inbound / Pilota a bordo		
Docking Pilot On Board – inbound / Pilota per manovre di ormeggio a bordo		
Docking Tugs in Attendance / Rimorchiatori di ormeggio presenti		
Channel Pilot Departs – inbound / Pilota in partenza		
Escort Boat Departs – inbound / Imbarcazione di appoggio in partenza		
Escort Tugs Depart – inbound / Rimorchiatori di appoggio in partenza		
First Line Ashore / primo cavo a terra	1 ora	<p>La maggior parte dei terminali GNL utilizzano rimorchiatori per manovrare e posizionare la nave lungo il punto d'approdo. Le corde vengono poi fatte passare mediante l'impiego di linee di sollevamento e messengeri, specialmente in luoghi esposti in cui le barche ormeggianti non possono operare in modo sicuro. L'ormeggio può richiedere più di un'ora se la gasiera deve essere riposizionata in qualunque momento.</p>
First Line Ashore / primo cavo a terra		
In Final Position – Making Fast / In posizione finale – Ormeggiare		
Securely Moored Alongside / Ormeggiata in modo sicuro		
All Lines Fast / Tutti i cavi d'ormeggio legati		

All Lines Fast / Tutti i cavi d'ormeggio legati	1,5 ore	I funzionari del Porto possono salire a bordo non appena la nave – l'accesso alla costa (corridoio) è in posizione sicura e con le reti di sicurezza montate. Questa operazione può richiedere circa 1 ora. Il tempo necessario a compilare la documentazione ufficiale e l'autorizzazione dipende dal personale addetto e dalla disponibilità del Comandante a ricevere la nave. Se si verificano delle complicazioni, non è insolito che le operazioni possano durare anche 3-4 ore. È possibile risparmiare del tempo in quei porti in cui il personale del porto è pronto a consentire al personale del terminale a bordo di cominciare a connettere i bracci durante le operazioni di scarico della nave, quindi la tempistica qui fornita è conservativa.
Finished with Engines (FWE) / terminate operazioni con i motori		
Docking Pilot Departs – Inbound / Pilota per ormeggio in partenza		
Steam Off Main Engine / Spegnere motore principale		
Docking Tugs Depart / Rimorchiatori per manovre di ormeggio in partenza		
Ship – Shore Access in Place / Nave – Accesso alla costa avvenuto		
Port Officials On Board / Funzionari del porto a bordo		
Free Pratique Granted / Libera pratica concessa		
Ship Cleared Inwards By Customs / Nave ha ottenuto il permesso di procedere verso l'interno dalla dogana		

Ship Cleared Inwards By Customs / Permessi di scarico dalla dogana	2,5 ore	Sebbene questo elenco comprenda le operazioni effettuate da terminali GNL costruiti tempo fa, non tutti gli elenchi comprendono tutte le operazioni. Qualsiasi operazione concernente BG dovrà essere in linea con la migliore pratica in termini di sicurezza e di operazioni, quindi BG richiede che tutte le operazioni siano espletate con diligenza presso qualsiasi suo terminale.		
First Safety Checks Complete / I primi controlli di sicurezza sono stati completati				
Start Baling / Iniziare la zavoratura				
Start Connecting Vapour Arm / Iniziare a connettere il braccio per il ritorno dei vapori				
Complete Connecting Vapour Arm / Ultimare la connessione del braccio per il ritorno dei vapori				
Start Connecting Liquid Arms / Iniziare a connettere i bracci liquidi				
Complete Connecting Vapour Arms / Ultimare la connessione dei bracci per il ritorno dei vapori				
Start Nitrogen Purge / Iniziare spurgo azoto				
Complete Nitrogen Purge / ultimare spurgo azoto				
Stop Supplying Gas to Boilers / Terminare fornitura di gas ai boiler				
Start Opening Custody Transfer / iniziare apertura del custody transfer				
Complete Opening Custody Transfer / Ultimare apertura del custody transfer				
Vapour Return Open to Shore / Vapore di ritorno aperto a terra				
Complete Oxygen Test / Completare test dell'ossigeno				
Start Warm ESD Test / (Iniziare il test ESD a caldo)				
Complete Warm ESD Test / Ultimare test ESD a caldo				
Start Liquid Arm Cooldown / Iniziare il cooldown del braccio liquido				
Complete Liquid Arm Cooldown / completare il cooldown del braccio liquido				
Start Cold ESD Test / Iniziare test ESD (Arresto d'Emergenza) a freddo				

Complete Cold ESD Test / Completare test ESD a freddo (Test di Arresto d'Emergenza)		
Second Safety Checks Completed / Completati secondi controlli di sicurezza		
Start Discharge - Ramp-up to Bulk discharge / Iniziare scarico - Ramp-up per lo scarico in massa		
Start Discharge - Ramp-up to Bulk Discharge / Iniziare operazioni di scarico - Ramp-up per scarico in massa	1 ora	Queste operazioni richiedono quasi sempre circa un'ora.
Complete Ramp-up / Start Bulk Discharge / Completare ramp-up / Iniziare scarico in massa		
Complete Ramp-up / Start Bulk Discharge / Completare ramp-up / Iniziare scarico in massa		
Third Safety Checks Completed / Terzo controlli di sicurezza ultimato		
Start Loading LN <sub>2</sub> / Cominciare a caricare LN <sub>2</sub>		
Start Loading Fuel Oil / Cominciare a caricare carburante		
Complete Loading Fuel Oil / Completare carico di carburante		
Start Loading GO and/or DO / Cominciare a caricare GO e/o DO		
Complete Loading GO and/or DO / Completare carico GO e/o DO		
Start Loading Fresh Water / Cominciare a caricare acqua dolce		
Complete Loading Fresh Water / Ultimare caricamento di acqua dolce		
Start Loading Stores / Cominciare a caricare rifornimenti		
Complete Loading Stores / ultimare caricamento piani		
Complete Bulk Discharge - Start Ramp-Down / Completare scarico in massa - iniziare il ramp-down	12 ore	La maggior parte dei Contratti di Trasporto GNL esigono che la nave sia in grado di effettuare uno scarico in massa (e.g. dalla fine del ramp-up all'inizio del ramp-down) in dodici ore, sebbene alcuni esigano che la nave scarichi completamente (e.g. dall'inizio alla fine) in dodici ore.  Questo è valido al momento per tutte le navi che si avvicinano ai 200K m <sup>3</sup> , tuttavia, con tempo e con il migliorare della tecnologia, forse anche le navi più grandi di 200K m <sup>3</sup> potrebbero avere la stessa capacità.  Il regolamento del porto e le procedure del terminale determineranno cosa si potrà portare a bordo e cosa non si potrà portare a bordo prima, durante e dopo le operazioni di scarico. Se sono consentite operazioni in contemporanea, è d'uso avere le chiatte a lato tenute ben salde prima che le operazioni di carico abbiano inizio. Questo per far sì che qualsiasi sorgente d'accensione possa essere eliminata durante le operazioni di carico.
Complete Bulk Discharge - Start Ramp-Down / Completare lo scarico in massa - Iniziare ramp-down	1 ora	Queste operazioni richiedono quasi sempre circa un'ora
Complete Ramp-Down - Complete Discharge / Ultimare il ramp-down - ultimare scarico		

Complete Ramp-Down – Complete Discharge / Ultimare ramp-down – ultimare scarico	1,5 ore	Il tempo richiesto dal momento in cui vengono ultimate le operazioni di scarico al momento della disconnessione dei bracci dipende molto dalle pratiche adottate all'interno del terminale. L'operazione di rimozione totale del ghiaccio deve avvenire prima della disconnessione dei bracci liquidi al fine di salvaguardare il personale che lavora nella zona di alimentazione e preservare la meccanica dei bracci. Alcuni terminali hanno trovato il modo di inserire dei rivestimenti intorno ai punti di alimentazione per facilitare e velocizzare la disconnessione. Comunque, un'ora e mezza è il tempo necessario se il terminale ha in atto un metodo per ridurre il tempo di disconnessione, più la manodopera per lavorare su più di un braccio alla volta.
Liquid Manifold Valves Shut / Valvole di alimentazione liquidi chiuse		
Start Purging Liquid Arms / Iniziare spurgo bracci liquidi		
Complete Purging Liquid Arms / Completare spurgo bracci liquidi		
Vapour Return to Shore Closed / Vapore di ritorno a terra chiuso		
Start Closing Custody Transfer / Iniziare chiusura del custody transfer		
Complete Closing Custody Transfer / Completare chiusura custody transfer		
Start Purging Vapour Arm / Iniziare spurgo braccio vapore		
Start Disconnecting Liquid Arms / Iniziare disconnessione bracci liquidi		
Complete Purging Vapour Arm / Completare spurgo braccio vapore		
Complete Disconnecting Liquid Arms / Ultimare la disconnessione dei bracci liquidi		
Start Disconnecting Vapour Arm / Iniziare la disconnessione del braccio vapore		
Complete Disconnecting Vapour Arm / Completare la disconnessione del braccio vapore		
Complete Disconnecting Vapour Arm / Ultimare disconnessione braccio vapore	2 ore	La maggior parte dei Contratti di Trasporto prevedono un arco di 2 ore per consentire al terminale di preparare e consegnare la documentazione relativa al carico al Comandante. Un terminale ben organizzato può svolgere tutto questo in molto meno tempo, ma a volte, specialmente se vi sono discrepanze inaccettabili, la documentazione può necessitare di tanto tempo. In questo caso la nave può essere spostata verso l'ancoraggio in attesa dei documenti.
Complete Ballasting / Ultimare zavoratura		
Cargo Documents On Board / Documenti del carico a bordo		
Ship Cleared Outwards / Nave autorizzata a partire		
Ship Cleared Outwards / nave autorizzata a partire	1,5 ore	Al momento tutte le gasiere GNL utilizzano turbine a vapore come mezzo di propulsione. Questo richiede come minimo un'ora per essere riscaldato completamente ed essere preparato alle manovre una volta che la gasiera lascia il punto d'approdo. Per via di incidenti avvenuti in passato su tutti i tipi di navi che utilizzano la propulsione a vapore, il riscaldamento completo non inizia fino a che l'ultimo braccio non sia stato disconnesso o fino a quando il ponte non sia stato rimosso dal corridoio. Questo dipende in larga misura dalle procedure adottate dal proprietario della nave e/o dai requisiti del terminale. Il riscaldamento completo richiede almeno un'ora e non può essere velocizzato. Se il motore principale viene utilizzato prima di essere adeguatamente riscaldato, si possono verificare vibrazioni pesanti nella turbine durante le manovre. Ciò può causare lo spegnimento del motore principale al fine di evitare danni. In alcune occasioni ciò ha provocato la perdita di alimentazione della nave che è divenuta "morta". Di solito bisogna calcolare circa mezz'ora per sfilare e ritirare i cavi d'ormeggio e circa cinque minuti per liberare il punto d'approdo.
Docking Pilot On Board – Outbound / Pilota per manovre di ormeggio a bordo		
Undocking Tugs in attendance / Rimorchiatori di uscita presenti		
Ship – Shore Access Clear / Nave - Passaggio libero		
Steam Open to Main Engine / Vapore avviato al motore principale		
Stand By Engines (SBE) ( start-by motori)		
Start Singing Up / Iniziare a sciogliere gli ormeggi (tranne l'ultimo)		
Mooring Lines Singled Up / Cavi d'ormeggio tutti sciolti (tranne l'ultimo)		
Mooring Lines All Gone – Last Line / I cavi d'ormeggio rimossi – ultimo cavo		
Mooring Lines All Clear / Cavi d'ormeggio rimossi		

Vessel Clear of Berth / Nave lascia punto d'approdo		liberare il punto d'approdo.
Vessel Clear of Berth / Nave lascia il punto d'approdo	Tra le 2 e 18 ore	Questo periodo di tempo dipende dalla posizione del terminale rispetto alla boa marina e alle pratiche di navigazione del porto rispetto alla velocità di transito consentita, alle maree, alle condizioni meteorologiche e dalla disponibilità dei piloti, dei rimorchiatori e delle barche di appoggio se la presenza di questi ultimi è un requisito del porto. Diversamente dalle petroliere ed altre navi con pescaggio maggiore, nel caso di gasiere GNL il pescaggio non supera un metro. La velocità di transito è, quindi, il tempo di transito in uscita di solito non differisce dalla velocità di transito in entrata. <i>Il tempo massimo di impegno del corridoio di traffico per navi in uscita a velocità di 6 nodi è di 0,5 ore.</i>
Escort Boat in Attendance – Outbound / Imbarcazione di appoggio presente – In uscita		
Escort Tug in Attendance – Outbound / Rimorchiatore d'appoggio presente – In uscita		
Undocking Tugs Depart / Rimorchiatori di uscita in partenza		
Channel Pilot On Board – Outbound / Pilota a bordo		
Escort Boat Departs – Outbound / Imbarcazione di appoggio in partenza – In uscita		
Escort Tug Departs – Outbound / Rimorchiatore di appoggio in partenza – In uscita		
Docking Pilot Departs – Outbound / Pilota per ormeggio in partenza		
Anchor Down – Outbound / Ancora giù – In uscita		
Channel Pilot Departs – Outbound / Pilota in partenza – In uscita		
Anchor Up – Outbound / Ancora su – In Uscita		

#### TEMPO DI ATTESA AL JETTY (Down Time) PER IMPIANTO NON AGIBILE

Tempo di attesa in banchina per impianto di stoccaggio o sistema di scarico non agibile	2% del tempo di scarico su base annuale	Sulla base dei dati statistici operativi disponibili per impianti simili questo tipo di "down time" è inferiore al 2% dei tempi normali di scarico gasiera (valore medio su base annuale)
---	---	---

## B1.7 EMISSIONI

### B1.7.1 Emissioni in atmosfera

#### B1.7.1.1 Generalità

Durante i processi di scarico, stoccaggio e rigassificazione del GNL una certa quantità di GNL vaporizza formando il cosiddetto BOG (ovvero Boil Off Gas) totalmente recuperati, ricondensati e riutilizzati.

L'impianto è fornito di un sistema di torcia che collette tutti gli scarichi gassosi e/o liquidi non recuperabili che si generano nell'impianto e li brucia prima di emetterli in atmosfera.

Il terminale è però progettato seguendo la filosofia del "zero flaring" ovvero la quantità di effluenti gassosi inviati a torcia è minimizzata tramite alcune scelte progettuali.

Risultato di ciò è che la quantità di gas emessa dalla torcia durante la marcia normale dell'impianto è riconducibile solo all'azoto usato per evitare l'ingresso di aria all'interno del sistema di collettamento degli effluenti gassosi, oltre ai gas combustibili dal sistema della fiamma pilota di accensione della torcia stessa che per sicurezza è tenuto sempre acceso.

In definitiva il BOG gas è interamente recuperato all'interno del processo.

Il sistema di "zero flaring" è ottenuto convogliando tutto il BOG nello spazio dedicato al gas nei serbatoi GNL. In essi la pressione viene regolata per mezzo dei compressori (40-K-01 A/B). Essi comprimono tutto il BOG generatosi per qualsiasi ragione, come perdite di frigoriferi del sistema, vapori provenienti dallo scarico nave ecc, e rinviano detti vapori al successivo Ricondensatore (30-V-01) dove vengono liquefatti nella corrente principale di GNL che poi procede verso le pompe ad Alta Pressione (30-P-01 A/B/C/D/E). Così facendo essi sono recuperati e non immessi in atmosfera.

In casi eccezionali invece come quelli di black-out elettrico, di erogazione nulla alla rete o apertura di valvole di sicurezza, il BOG non può essere recuperato e viene quindi smaltito in atmosfera, previa combustione in torcia.

#### B1.7.1.2 Emissioni in marcia normale

Durante la marcia normale come detto non viene rilasciato all'atmosfera gas naturale né tramite torcia né tramite altra via. Solo la corrente di azoto che serve ad inertizzare i collettori di torcia di alta e bassa pressione è rilasciata in atmosfera.

La portata di azoto rilasciata all'aria è stimata attorno a 500 kg/h continui.

Sulla sommità della torcia vi è la fiamma pilota sempre accesa che incendia eventuali rilasci di gas naturale. Per le minime quantità previste le emissioni in atmosfera sono da considerarsi trascurabili.

#### B1.7.1.3 Emissioni via torcia

La torcia viene usata solo in situazioni diverse dall'esercizio normale dell'impianto, vista la filosofia di "zero flaring" adottata nella progettazione.

Si stima che la torcia sia attiva causa eventi eccezionali discontinui per complessive 50 ore all'anno. Nel restante tempo è presente soltanto la fiamma pilota e pertanto le emissioni dovute al suo funzionamento sono del tutto irrilevanti.

Il normale consumo della torcia è di circa 6 Nm<sup>3</sup>/h corrispondente a circa 36.7 ton/anno. Indicativamente le emissioni dovute alla fiamma pilota risultano:

- COV (Composti Organici Volatili) = 180 kg / anno ca.
- NO<sub>x</sub> = 80 kg / anno ca.
- CO = 300 kg / anno ca.
- CO<sub>2</sub> = 100 ton/anno ca.
- PM10 = 3,1 kg/anno ca.

La torcia è dimensionata per un carico massimo istantaneo di 203 ton/h di gas naturale ( tale rilascio dura per meno di un minuto, mentre il funzionamento prolungato ( più di trenta minuti) della torcia è previsto a fronte di carichi di 6951 kg/h. le emissioni vengono pertanto valutate a fronte di tali carichi.

Quantitativamente esse sono:

- COV (composti organici volatili)= 1.75 ton/anno ca.
- NOx = 0.75 ton/anno ca.
- CO = 2.90 ton/anno ca.
- CO<sub>2</sub> = 962 ton/anno ca.
- PM10 = 30 kg/anno ca.

Le emissioni di COV sono calcolate in base ad un'efficienza di distruzione e rimozione del 99.5 %. Le emissioni di NOx e CO sono state stimate usando coefficienti tratti da "Technical Guidance Package for Chemical Sources: Flare Sources", pubblicata dalla Texas Natural Resource and Conservation Commission, Novembre 1994. Le emissioni di CO<sub>2</sub> sono calcolate per mezzo di un bilancio di massa per reazione stechiometrica con l'aria e le emissioni di PM10 sono state stimate usando coefficienti tratti da "Emission factor documentation for AP-42 section 1.4 natural gas combustion", EPA Marzo 1998.

#### B1.7.1.4 Emissioni di azoto da serbatoio di accumulo

L'impianto è dotato di un sistema di stoccaggio di azoto liquido che ha lo scopo di distribuire sia azoto liquido per la correzione del numero di Wobbe sia azoto gassoso per la purga delle linee di torcia e per le operazioni di manutenzione.

In caso di emergenza le valvole di sicurezza o di sfioro potranno dare origine ad una emissione di azoto puro in atmosfera pari ad una portata di 300 Nm<sup>3</sup>/h per un tempo limitato.

Durante il funzionamento normale dell'impianto, l'azoto gassoso che si genera nel serbatoio criogenico a causa del carico termico ambientale, viene utilizzato per alimentare i consumi normali dell'impianto. In caso di consumo nullo, l'azoto generato viene scaricato in atmosfera.

La portata massima sarà pari a: 230 Nm<sup>3</sup>/h.

#### B1.7.1.5 Emissioni via generatore diesel d'emergenza

L'impianto è dotato di un generatore diesel di emergenza per fornire energia elettrica in caso di perdita accidentale di potenza dalla rete ad alta tensione esterna.

Tale eventualità è estremamente remota e le emissioni dovute a tale evento possono considerarsi trascurabili.

#### B1.7.1.6 Emissioni via pompe antincendio diesel

Sull'impianto sono installate due pompe antincendio diesel come riserva delle pompe principali. Esse entrano in funzione in caso di guasti o malfunzionamenti delle pompe principali. Tale eventualità è estremamente remota e le emissioni dovute a tale evento possono considerarsi trascurabili.

#### B1.7.1.7 Emissioni dirette all'atmosfera

I serbatoi sono muniti di una serie di accorgimenti per evitare il fenomeno quali ingressi del GNL scaricato da nave a differenti altezze all'interno della massa liquida, misure di temperatura e densità lungo tutta l'altezza del liquido, procedure operative per evitare la stratificazione quali l'utilizzo della pompa primaria (20-P-01 A/B/D/E) in stand-by in ricircolo totale onde miscelare il contenuto dello stoccaggio.

Il basculamento è quindi ritenuto altamente improbabile ovvero non atteso durante la vita dell'impianto.

#### B1.7.1.8 Emissioni in manutenzione

Durante le manutenzioni ordinarie dell'impianto per potere operare in sicurezza su di una apparecchiatura si deve solitamente prima drenarla dal contenuto di GNL e poi bonificarla con Azoto onde permetterne la successiva apertura.

Come filosofia generale la parte liquida viene drenata verso i serbatoi di stoccaggio onde recuperarne il contenuto.

Per la bonifica si convoglia invece l'Azoto e i vapori di idrocarburo spiazzato dall'apparecchio in torcia, tramite il collettore di bassa o di alta pressione per essere poi bruciato alla sommità di essa prima del rilascio in atmosfera.

Il risultato è che nessun rilascio di idrocarburi è previsto in atmosfera per la fase di manutenzione ordinaria.

Le quantità di idrocarburi sono incluse nel volume totale della torcia di cui al p.to B1.7.1.3.

La frequenza delle operazioni di manutenzione e ispezione periodica riguardanti le principali apparecchiature in pressione (ovvero Separatore di liquido di torcia, Separatore di liquido al molo, Separatore in aspirazione al Compressore BOG , Ricondensatore, Vaporizzatori) sono limitate a quelle previste dalla Legge.

## **B1.7.2 EMISSIONI FUGGITIVE**

### **B1.7.2.1 Generalità**

Le Emissioni Fuggitive sono quelle minime quantità di fluidi che vengono rilasciate dalle apparecchiature o tubazioni o parti di entrambe in quantità minime dovute al solo fatto di trattare idrocarburi.

Pur usando materiali e componenti di prima qualità esse non sono eliminabili ma avendo esse valori quantitativi molto bassi, come di seguito illustrato, non sono da considerarsi un problema,

### **B1.7.2.2 Fattori di emissione**

I fattori di emissione presi in considerazione per le diverse sorgenti sono quelli presentati dalla Chemical Manufacturers Association (CMA), elencati nella seguente tabella.

<b>Sorgente</b>	<b>Fluido</b>	<b>Fattore di emissione (kg/h/sorgente)</b>
Valvole	Gas	4,5 E-03
Valvole	Liquido Leggero	2,5 E-3
Pompe	Liquido Leggero	1,3 E-2
Compressori	Gas	2,28 E-1
Fittings	Gas	3,9 E-4
Fittings	Liquido Leggero	1,1 E-4
Altro	Gas / Liquido Leggero	8,8 E-3

### **B1.7.2.3 Sorgenti e valori di emissioni fuggitive**

<b>Sorgente</b>	<b>Bracci di scarico</b>	<b>Stoccaggio</b>	<b>Vaporizzatori</b>	<b>Compressori BOG</b>	<b>Sistema di misura</b>	<b>TOTALE (nb / kg/h)</b>
Valvole Gas	18	30	90	50	35	223/1.00
Valvole Liquido Leggero	50	60	90	20	0	220/0.55
Pompe	0	0	5	0	0	5/0.065
Compressori	0	0	0	2	0	2/0.46
Fittings Gas	50	20	100	40	15	225/0.088
Fittings L.L.	20	30	100	40	15	205/0.023
Altro	6	10	8	4	5	33/0.29
Emissioni totali (kg/h)	0.28	0.38	0.82	0.79	0.21	2.48
Emissioni annue totali	2.46	3.37	7.15	6.89	1.83	<b>21.69</b>

## **B1.7.3 EMISSIONI SONORE**

Sono riportati nella tabella successiva i livelli di pressione sonora (dBA) delle principali sorgenti acustiche, nel progetto.

La seguente tabella riporta, per le principali sorgenti di emissione acustica presenti nel progetto, i livelli di pressione sonora (dBA) rilevati alla distanza di 1m dalla sorgente stessa.

descrizione macchina	Siglat	Nr.Totali/ esercizio	Regime di Funzionamento	Lp @ 1 m [dBA] (*)
<b>Pompe</b>				
Pompe interne ai serbatoi	20-P01-A/B/D/E	4/2	Esercizio	-
Pompe di mandata	30-P01A/B/C/D/E	5/4	Esercizio	80
Pompe acqua servizio	59-P01-A/B	2/1	Esercizio	80
Pompe acqua potabile	58-P01-A/B	2/1	Esercizio	80
Pompe acqua mare	60-P01-A/B/C	3/2	Esercizio	80
Pompe antincendio (Elettriche)	63-P01A/D	2/0	Emergenza	90
Pompe antincendio (Diesel)	63-P01B/E	2/0	Emergenza	90
Pompe mantenimento pressione linea antincendio	63-P02-A/B	2/1	Esercizio	90
Pompe Trasferimento Diesel	66-P01-A/B	2/0	Emergenza	80
<b>Compressori Generatori</b>				
Compressore aria strumenti	56-K01-A/B	2/1	Esercizio	80
Compressori BOG	40-K01A/B	2/2	Esercizio	80
Generatore Diesel Emergenza	51-SE01-DE	1/0	EMERGENZA	90
<b>Scambiatori</b>				
ORV	30-E-01 A/B/C/D/E	5/5	Esercizio	80
Vaporizzatore Atmosferico Azoto	57-SE-02	1/1	Esercizio	80
<b>Altro</b>				
impianto fornitura azoto	57-SE-02	1/1	Esercizio	80
Sistema Clorazione Acqua Mare	60-SE01-A/B	2/1	Esercizio	80
Camino Torcia	65-SE01	1/0	Emergenza	125
Valvole di controllo	-	-	Esercizio	80
Valvole di blowdown e di sfiato d'emergenza	-	-	Emergenza	125

(\*) Livello pressione

## **B1.7.4 PRELIEVI E SCARICHI IDRICI**

### **B1.7.4.1 Acqua di processo (acqua mare)**

L'acqua di mare utilizzata per riscaldare il GNL nei vaporizzatori sarà fornita da un'opera di presa costituita da due canali di filtrazione, tre pompe per il prelievo dell'acqua di mare, e da un impianto di elettro-clorazione dell'acqua di mare.

La portata di acqua prelevata durante il periodo di massima richiesta sarà di 26.700 m<sup>3</sup>/h.

### **B1.7.4.2 Acqua per usi civili**

Il prelievo massimo di acqua per usi civili ed industriali effettuato da rete esterna è in sintesi il seguente:

Acqua per usi civili:	15 m <sup>3</sup> /giorno (200 litri/giorno per addetto);
Acqua per usi industriali:	10 m <sup>3</sup> /giorno (due manichette per due ore).

### **B1.7.4.3 Scarichi acque reflue**

Durante l'esercizio dell'impianto, gli scarichi idrici saranno limitati all'acqua di mare utilizzata per riscaldare il GNL nel processo di rigassificazione, alle acque meteoriche ed alle acque reflue civili/sanitarie bianche e nere. Le acque reflue nere, relative agli usi civili, accumulate in appositi serbatoi o vasche tenuta stagna, potranno essere conferite attraverso fognatura dedicata ad un impianto di trattamento esterno posto nelle adiacenze dell'impianto di rigassificazione gestito da terzi. In alternativa smaltite sistematicamente con autospurgo e consegnate localmente ad un impianto di trattamento e depurazione autorizzata.

La presenza del personale addetto all'esercizio dell'impianto di rigassificazione comporterà una produzione di reflui civili/sanitari in ca. 15 m<sup>3</sup> /giorno. I fanghi ottenuti dal trattamento delle acque meteoriche e di lavaggio saranno raccolti in idonei contenitori a tenuta stagna ed inviati periodicamente ad impianti di smaltimento esterni autorizzati. Le acque meteoriche di prima pioggia e di dilavamento depurate e controllate saranno scaricate a mare.

Le acque meteoriche pulite di seconda pioggia o recapitanti da superfici impermeabili non carrabili, saranno scaricate direttamente a mare.

Ai fini di quanto sopra, l'impianto di Rigassificazione sarà dotato per la raccolta e il drenaggio delle acque meteoriche di apposite reti recapitanti in fognature separate, come previsto dalle vigenti normative in materia.

Le acque meteoriche di prima pioggia e le acque di lavaggio verranno trattate all'interno dell'impianto di rigassificazione in accordo alle vigenti disposizioni di legge Nazionali e Regionali di cui al D.L. 152/99; 258/2000; 3 Aprile 2006 n°152 e al Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (doc. Novembre 2005).

In particolare le acque di prima pioggia (che cadranno su tutte le aree pavimentate, (incluse le strade) e le acque provenienti dal lavaggio delle apparecchiature, verranno trattate in un impianto costituito da un separatore olio/acqua e da un flottatore ad aria indotta .

Le acque di seconda pioggia considerate pulite verranno sottoposte, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura.

I prodotti rimossi durante il trattamento verranno smaltiti secondo la vigente normativa tramite ditte specializzate.

Le acque provenienti dai "troppo pieni" dei serbatoi dell' acqua potabile e dell' acqua servizi nonché dall'essiccatore dell'aria strumenti, verranno inviate alla rete di raccolta acqua meteorica.

La portata di acqua di mare scaricata dopo il riscaldamento dei vaporizzatori sarà pari a 26.700 m<sup>3</sup>/h nella condizione di massima portata.

Lo scambio termico comporta una riduzione della temperatura dell'acqua di 6 °C rispetto a quella dell'acqua in ingresso.

L'acqua di mare utilizzata per la rigassificazione verrà addizionata con cloro al fine di contrastare la crescita biologica nelle componenti impiantistiche.

Il dosaggio del cloro verrà effettuato in funzione della effettiva richiesta e comunque in modo tale da garantire il rispetto del limite ammissibile allo scarico imposto dalla normativa vigente (D.Lgs 22/97) che è pari a 0.2 ppm.

Si prevede di effettuare misure in continuo per i seguenti parametri:

- portata;
- temperatura;
- pH;
- cloro attivo.

Saranno inoltre predisposte idonee prese campione allo scarico

#### B1.7.4.4 Rifiuti

Durante il normale esercizio dell'impianto, i rifiuti prodotti saranno sostanzialmente di tipo solido assimilabile agli urbani. La produzione è stimata in 0,50 Kg/giorno per addetto. Saranno adottati sistemi di gestione della raccolta differenziata. Questi rifiuti verranno conferiti al servizio pubblico di raccolta per una quantità totale presunta di c.a. 10 ton/anno. I rifiuti speciali non pericolosi, previsti in modeste quantità, liquidi e solidi, prodotti nel corso delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, verranno gestiti, raccolti e stoccati temporaneamente in sito. Il trasporto e lo smaltimento saranno effettuati nel rispetto della vigente normativa in materia di rifiuti. In particolare si adotteranno raccolta e stoccaggio differenziati per tipo di rifiuto, lo stoccaggio sarà eseguito in idonei contenitori impermeabili posti in aree allo scopo dedicate. Eventuali stoccaggi temporanei all'aperto di rifiuti speciali non pericolosi saranno provvisti di bacini di contenimento impermeabili. I rifiuti speciali, liquidi e solidi, previsti in piccolissime quantità prodotti durante l'esercizio o nel corso di attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, saranno gestiti secondo la vigente normativa in materia di rifiuti, e trasportati e smaltiti da ditte specializzate aventi i requisiti di legge previsti allo scopo.



## B1.8 ATTIVITA' A TERRA

### B1.8.1 OPERE TEMPORANEE DI CANTIERE

Le strutture temporanee di cantiere consisteranno di tutti gli impianti e i servizi realizzati al fine di permettere l'esecuzione dei lavori di costruzione in un cantiere sicuro, organizzato e controllato.

#### Uffici temporanei di cantiere

Verranno costruiti uffici prefabbricati con struttura metallica, isolamento, accessoriati di aria condizionata, con servizi igienici adeguati e completamente arredati.

Gli uffici includeranno sale riunioni, PC LAN locali con UPS e rete telefonica verso l'esterno.

Gli uffici saranno posizionati in un'area recintata ad accesso controllato dotata di parcheggio.

Altri servizi ausiliari includeranno il servizio mensa, la pulizia, la manutenzione e l'antincendio.

Parte di questi servizi potranno essere ubicati in aree esterne limitate all'impianto e/o affidati a strutture esterne di terzi.

<b>Uffici di Cantiere</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>
Uffici per il Cliente	c.a.~ 800
Uffici per l'Appaltatore (impianto)	c.a.~ 1000
Uffici per l'Appaltatore (serbatoi GNL)	c.a.~ 1100
Uffici per l'Appaltatore (opere civili e marittime)	c.a.~ 300
Infermeria	c.a.~ 20
Guardiola (ingresso area di cantiere)	c.a.~ 50
Uffici per la sicurezza	c.a.~ 200
Area riservata per sosta ambulanze e mezzi vigili del fuoco	c.a.~ 200

#### Aree di cantiere per i lavori civili e marittimi

L'appaltatore per le opere civili e marittime impianterà le proprie strutture temporanee di cantiere all'interno dell'area denominata Costa Morena, ubicata nel porto di Brindisi.

Tale area sarà utilizzata come base operativa dei mezzi marittimi, per lo stoccaggio dei materiali e come mezzo di smistamento degli automezzi.

Con l'avanzamento dei lavori della colmata si creerà la possibilità di disporre poi di una ulteriore area aggiuntiva di cantiere interna al sito.

#### Aree di cantiere per i lavori di costruzione dei serbatoi GNL

L'Appaltatore per la costruzione dei serbatoi di GNL impianterà le proprie strutture temporanee di cantiere non appena l'avanzamento dei lavori della colmata lo permetterà in modo da poter avere libero accesso al sito per lo svolgimento delle proprie attività.

#### Aree di Cantiere per i lavori di costruzione e montaggio Impianto

L'Appaltatore per la costruzione dell'impianto suddividerà le aree disponibili nella seguente maniera:

- Subcontrattore civile (strade etc) c.a 5,000 m<sup>2</sup>
- Subcontrattore civile (edifici) c.a 3,000 m<sup>2</sup>

- Subcontrattore meccanico c.a 10,000 m<sup>2</sup>
- Subcontrattore delle verniciature c.a 3,000 m<sup>2</sup>
- Mensa per fornitore e subcontrattori c.a 2,000 m<sup>2</sup>
- Subcontrattore elettrico/strumentale c.a 3,000 m<sup>2</sup>
- Subcontrattore Isolamenti c.a 2,000. m<sup>2</sup>
- Magazzino e deposito c.a 15,000 m<sup>2</sup>

### **Acqua ed energia elettrica**

Verrà realizzato un sistema di distribuzione acqua, approvvigionato con autobotti o collegato alla rete esterna, ed integrato con serbatoi di accumulo. Inoltre sarà creata una rete di distribuzione elettrica interna al cantiere, collegata alla rete del Fornitore locale di energia elettrica. Saranno pure installati generatori diesel.

Il consumo medio di energia elettrica e' stimato in circa 4,000 ÷ 5,000 kVA per mese.  
Il consumo medio di acqua e' stimato in circa 2,700 m<sup>3</sup> di acqua potabile al mese.

### **Impianto di betonaggio**

La produzione degli impianti di betonaggio sarà tale da soddisfare i requisiti delle specifiche del progetto. Si utilizzeranno prevalentemente gli impianti presenti nell'area.

In sito è prevista l'installazione di un impianto di betonaggio a garanzia della continuità di produzione.

Operatori qualificati si occuperanno della gestione degli impianti sotto la supervisione di tecnici specializzati.

### **Magazzino materiali e macchinari**

L'Appaltatore e subappaltatori avranno a disposizione proprie aree per magazzino e deposito. Essi provvederanno ad attrezzare sia magazzini coperti che zone di stoccaggio a cielo aperto, in funzione delle specifiche necessità dei materiali da stoccare nelle fasi di montaggio e costruzione.

Le aree all'aperto saranno completamente recintate ed adeguatamente illuminate. Le strade di accesso al sito ed interne ad esso saranno adatte al traffico di mezzi pesanti.

### **Laboratori per Test e Calibrazione**

Le officine temporanee per i test e le calibrazioni saranno costruite in un'area adiacente il sito. Come regola generale, queste strutture saranno in carico ai vari subappaltatori che si occuperanno pure delle relative attività.

In caso di test specialistici, come analisi dell'acqua, degli inerti, prove su cemento, etc., ci si avvarrà di laboratori esterni.

Le attrezzature di laboratorio saranno collaudate e certificate da società autorizzate.

### **Struttura di primo soccorso**

L'appaltatore rispetterà quanto richiesto dalla legge italiana, nella fattispecie il DL 626, il DL 494 e il DPR 303/56 e successive modifiche.

Nella struttura di primo soccorso, sarà sempre reperibile un infermiere e verranno previste visite periodiche del medico locale. Un'ambulanza con autista sarà sempre presente in sito.

I Subcontrattori avranno l'obbligo di fornire kit di primo soccorso e addestrare il proprio personale relativamente alle norme vigenti.

L'appaltatore controllerà regolarmente l'implementazione di tutte le misure previste dal piano di sicurezza che prevederà anche l'identificazione dei centri ospedalieri locali e gli accordi con tali centri e le strutture sanitarie qualificate.

### **Sicurezza**

Il cantiere sarà protetto da una recinzione temporanea dotata di telecamere collegate ad una sala controllo. Un opportuno sistema di illuminazione verrà installato in ogni strada di accesso al sito e i varchi di accesso saranno dotati di cancelli sorvegliati. Sarà previsto anche un servizio di guardiania notturna.

SG

Tutto il personale che opererà in cantiere, anche su base temporanea, inclusi i visitatori, sarà dotato di una tessera di identificazione come previsto dal D.L. 123, Art. 6 del 03 agosto 2007 e di un documento autorizzante l'accesso al sito.

### **Mensa di cantiere**

Tutto quanto concerne l'approntamento e la gestione della mensa di cantiere sarà a cura dell'Appaltatore.

Tale struttura potrà essere ubicata in area limitrofa al sito.

### **Smaltimento rifiuti**

La produzione di tutti i rifiuti derivanti dalle attività di cantiere verrà gestita e registrata dall'Appaltatore e da ogni Subcontrattore su appositi registri, dove verranno riportate la tipologia e le quantità prodotte per ciascuna di esse (carta, legno, plastica, batterie, liquami, olii, etc) con le modalità di smaltimento effettuate tramite ditte autorizzate. Ogni attività sarà eseguita in ottemperanza alle normative vigenti ed in particolare al D.L. 152 del 03 aprile 2006.

### **Imballaggi**

Tutti i fornitori dei materiali di costruzione dell'impianto dovranno attenersi alle specifiche predisposte dall'Appaltatore che prescriverà imballaggi idonei al trasporto in sicurezza e alla conservazione delle varie tipologie di materiali. Tutti gli imballaggi saranno smaltiti dai singoli utilizzatori in accordo alle modalità prima descritte.

## **B1.8.2 LAVORI CIVILI**

### **B1.8.2.1 Introduzione**

Nel seguito vengono descritti i principali lavori civili che saranno realizzati al sito. Le attività relative alla realizzazione della colmata stessa, alla realizzazione dell'opera di presa e di restituzione vengono descritte nel capitolo dedicato alle opere a mare.

Le principali attività oggetto dei lavori civili saranno:

- Indagini suppletive
- Movimenti terra
- Realizzazione dei sistemi di drenaggio
- Realizzazione degli interrati
- Fondazioni e palificazioni
- Edifici
- Altre opere in calcestruzzo (basamenti, solettoni etc)
- Inghisaggi
- Esecuzione di strade e piazzali

### **B1.8.2.2 Descrizione dei principali lavori civili**

Compatibilmente con le priorità di costruzione la realizzazione degli edifici comincerà appena possibile dando priorità alla sottostazione e cabina elettrica principale.

#### **a) Edificio sala controllo e laboratori**

Il fabbricato è costituito da una struttura portante in cemento armato su fondazioni dirette. I tamponamenti esterni saranno a doppia parete, realizzata con blocchetti di calcestruzzo intonacati con interposto isolamento. I muri interni saranno realizzati sempre con blocchetti di calcestruzzo intonacati e/o rivestiti in piastrelle ove necessario (servizi, spogliatoi, laboratori).

La copertura sarà di tipo piano. Su di essa saranno ubicati gli impianti di servizio e, in particolare, le apparecchiature di condizionamento dell'edificio. Le porte esterne saranno coibentate e dotate di maniglione antipanico. Le finestre assicureranno un rapporto aeroilluminante conforme alle norme. Il locale Sala Controllo sarà dotato di pavimento flottanti per la sottostante distribuzione dei cavi elettro-strumentali.

#### **b) Cabina elettrica principale**

Sarà costituita da un fabbricato a due livelli su fondazione diretta in cemento armato e struttura portante in elevazione di cemento armato. I tamponamenti esterni saranno a doppia parete coibentata, realizzata con blocchetti di calcestruzzo.

La copertura sarà piana. Su di essa saranno ubicati gli impianti di servizio e, in particolare, le apparecchiature di condizionamento. L' impianto sarà utilizzato per mantenere le apparecchiature elettriche alla corretta temperatura di esercizio.

Il primo livello (locale sottoquadri) sarà utilizzato per la distribuzione dei cavi elettrici che si inseriranno nei quadri dal basso, mentre al secondo livello saranno ubicati i quadri elettrici piu' due piccoli locali per le batterie e il quadro del condensatore.

Le porte di ingresso saranno due per livello. Non sono previste finestre perchè la cabina sarà normalmente non presidiata. Di fianco all'edificio saranno anche realizzati i box per l'alloggiamento dei trasformatori. I box saranno dotati dei normali accorgimenti di sicurezza e anti-inquinamento.

#### c) Edificio officina e magazzino

Il fabbricato si svilupperà prevalentemente su un unico piano salvo una porzione su due piani. L'edificio avrà fondazioni dirette in cemento armato e struttura in elevazione in acciaio con tamponamenti in pannelli multistrato coibentati. La copertura sarà a falde inclinate che supporteranno i torrini d'estrazione dell'aria. L'accesso sarà assicurato da quattro grandi portoni carrabili e da quattro porte pedonali con funzione anche di uscita di emergenza. Le finestre, prevalentemente di tipo continuo, saranno dimensionate per assicurare la necessaria illuminazione ed aerazione. Nella zona dotata di primo piano sarà ubicato il locale per l'impianto di climatizzazione.

#### e) Cabina elettrica del pontile

In linea di massima è simile alla cabina di cui al punto precedente, ma sarà su unico livello con pavimento removibile per la distribuzione dei cavi e con tre box esterni di piccole dimensioni per i trasformatori.

#### f) Guardiole

Saranno fabbricati di modeste dimensioni a fondazione diretta di cemento armato e tamponamenti perimetrali e interni in muratura tradizionale. Saranno tutti dotati di climatizzazione e servizio igienico. La guardiola principale sarà inoltre dotata di un angolo cottura per consentire al personale in servizio la preparazione ed il consumo dei pasti.

#### g) Tettoie compressori

Per la zona compressori aria e gas saranno realizzate due tettoie con copertura di lamiera grecata semplice preverniciata. La struttura portante sarà di carpenteria metallica. I tamponamenti saranno parziali e limitati alla parte superiore per evitare pioggia di stravento e consentire l'aerazione naturale.

#### h) Fondazioni di cemento armato

Fondazioni di cemento armato saranno realizzate a supporto delle strutture metalliche, degli apparecchi e delle macchine come serbatoi, compressori, vaporizzatori, pompe etc.

#### i) Sovrappassi

In corrispondenza agli incroci tra strade e tubazioni su supporti a terra, si realizzeranno sovrappassi stradali di cemento armato in grado di sostenere i carichi dei mezzi normalmente impiegati durante l'esercizio dell'impianto e quelli dei mezzi esterni di emergenza (Vigili del Fuoco, gru etc.).

#### l) Recinzione e accessi.

La recinzione sarà realizzata con rete metallica zincata h mt. 2,50, fissata a montanti di acciaio verniciato fondati su plinti di cemento armato. La parte superiore della rete sarà sormontata da doppio filo spinato. I cancelli di accesso, di tipologia simile a quella della recinzione, saranno di tipo a doppia anta o scorrevoli, apribili manualmente o elettricamente e saranno dotati degli opportuni dispositivi di chiusura.

### B1.8.2.3 Stima dei principali materiali delle costruzioni civili

Movimenti di terra	m <sup>3</sup>	1,250,000 ca.
Opere in calcestruzzo	m <sup>3</sup>	12.600 ca.
Impermeabilizzazioni	m <sup>2</sup>	42.830 ca.
Protezioni al fuoco	m <sup>2</sup>	50 ca.
Murature esterne ed interne	m <sup>2</sup>	3.680 ca.
Pavimenti e rivestimenti	m <sup>2</sup>	21.350 ca.

Serramenti esterni ed interni	m <sup>2</sup>	830 ca.
Tinteggiature	m <sup>2</sup>	12.230 ca.
Strade e piazzali	m <sup>2</sup>	28.820 ca.
Recinzioni	m <sup>2</sup>	6.550 ca.
Strutture metalliche	kg	625.500 ca.
Reti interrate (fognatura, rete idrica, ecc...)	m	9.630 ca.
Verniciatura di opera metalliche	m <sup>2</sup>	13.500 ca.

### **B1.8.3 COSTRUZIONE SERBATOI GNL**

#### **B1.8.3.1 Fasi di costruzione**

La costruzione dei serbatoi GNL costituisce la fase critica del progetto per il terminale GNL. Le opere civili e quelle meccaniche dovranno pertanto procedere di pari passo per poter ottimizzare il programma temporale.

Il serbatoio del GNL sarà del tipo a "doppio contenimento totale", costituito da due contenitori, uno di cemento armato esterno e uno di acciaio interno.

#### **Dati del serbatoio**

Diametro esterno	m	81,8
Diametro interno	m	80,5
Spessore piastra fondazione	m	0.50÷1.50
Altezza parete	m	39,5
Spessore parete	m	0,65÷0,90
Altezza sommità cupola	m	49,4
Spessore cupola	m	0,4
Capacità	m <sup>3</sup>	160.000

(Vedi allegato Tesina B – II).

#### **Descrizione opere civili del serbatoio esterno di calcestruzzo.**

Il serbatoio esterno sarà costituito da una struttura monolitica di calcestruzzo armato e precompresso, con diametro interno di 80,5 m e diametro esterno variabile da 82,3 m a 81,8 m.

Si distinguono tre elementi fondamentali:

- Le fondazioni
- La parete cilindrica
- La copertura

In corrispondenza dell'impronta dei serbatoi, il terreno della colmata sarà consolidato tramite l'infissione di inclusioni metalliche.

La parete cilindrica dell'involucro esterno del serbatoio sarà di cemento armato, post-compresso orizzontalmente e verticalmente.

I cavi orizzontali circonferenziali copriranno ciascuno una semicirconferenza e saranno dotati di guaine di scorrimento di acciaio semi-rigide. I cavi postesi saranno tirati e bloccati ad entrambe le estremità in apposite lesene ricavate sulla parete del cilindro. Le coppie di cavi formanti ciascuna un anello completo saranno sfalsate di 90° rispetto alla coppia successiva in modo che si avranno in totale quattro lesene.

I cavi verticali, che avranno un tracciato a U, saranno collocati in guaine di acciaio rigide ed ancorati ad entrambe le estremità alla sommità della parete.

La faccia esterna della parete sarà armata con barre convenzionali ad aderenza migliorata, mentre sulla faccia interna, ove richiesto, si impiegheranno barre ad aderenza migliorata di acciaio con caratteristiche adeguate alle condizioni criogeniche che potrebbero verificarsi nel caso di fuoriuscita accidentale di GNL. La faccia interna della parete sarà rivestita con una lamiera d'acciaio al carbonio a tenuta di vapore. Opportuno materiale isolante sarà posizionato per garantire le condizioni di progetto.

La copertura, di forma emisferica, sarà una struttura composta da 400 mm di cemento armato e da una lamiera interna di acciaio al carbonio. Tale lamiera sarà pre-assiemeata sul fondo del serbatoio e sollevata pneumaticamente nella posizione definitiva per servire da cassero per il getto della copertura di calcestruzzo.

#### **Descrizione delle opere meccaniche del serbatoio interno in acciaio.**

Il serbatoio interno sarà un guscio cilindrico di acciaio al 9% di Nichel, aperto superiormente e chiuso sul fondo da una piastra dello stesso materiale. Il suo diametro è di 78,5 m e l'altezza di

alluminio, isolata con perlite ed agganciata con dei tiranti in acciaio inossidabile alla copertura di calcestruzzo del serbatoio esterno.

Una piastra di acciaio al 9% Ni sarà posizionata al piede dei due serbatoi concentrici, nello spazio anulare tra di essi e si estenderà fino a 5 m di altezza risvoltando sulla parete in calcestruzzo. Essa funge da protezione d'angolo alla connessione tra la piastra di fondazione e la parete di calcestruzzo. Uno strato isolante costituito da vetro cellulare, una barriera secondaria, sabbia e del materiale di riempimento, separeranno il fondo del serbatoio dalla piastra di fondazione. Non ci sarà alcuna penetrazione sul fondo o sulle pareti del serbatoio. Tutte le penetrazioni necessarie al funzionamento del serbatoio saranno realizzate sulla copertura.

**Sequenza di posizionamento delle componenti di assemblaggio:**

- Piastra di fondo
- Supporto centrale ed esterno
- Assemblaggio copertura
- Piattaforma sospesa
- Sollevamento della copertura
- Getto della copertura e pressurizzazione
- Piastra laterale (barriera al vapore)
- Piastra interna del guscio
- Barriera secondaria
- Isolamento e piastra inferiore
- Colonna di pompaggio
- Test idrostatico e pneumatico
- Isolamento copertura e riempimento con polvere di perlite
- Chiusura e immissione Azoto

**B1.8.3.2 Stima dei principali materiali per la costruzione dei serbatoi**

**Materiali per serbatoio esterno in calcestruzzo**

Calcestruzzo	m <sup>3</sup>	28.584
Armature convenzionali	t	3.365
Armature criogeniche	t	830
Pali di fondazioni di acciaio	t	7.058
Superfici da tinteggiare	m <sup>2</sup>	34.826
Cavi orizzontali post-tesi	m	34.320
Cavi verticali post-tesi	m	9.440

**Materiali del serbatoio interno di acciaio**

Lamiere in acciaio 9% di Nichel	Ton.	3600 c.a.
Lamiere in acciaio A 516 gr. 60	Ton.	3200 c.a.

## **B1.8.4 ATTIVITA' DI MONTAGGIO IMPIANTO**

### **B1.8.4.1 Montaggi meccanici**

La prefabbricazione del piping (CS e SS) e dei relativi supporti sarà eseguita in officine esterne all'area di cantiere. La sabbiatura e la verniciatura saranno effettuate nelle vicinanze delle aree di prefabbricazione e stoccaggio per minimizzare la movimentazione.

Qui di seguito riportiamo una breve descrizione in forma tabellare indicante le attività di prefabbricazione che saranno eseguite in sito oppure presso officine esterne.

<b>Attività</b>	<b>Fuori dal sito</b>	<b>Sul sito</b>
Prefabbricazione tubazioni		X
Supporti tubazioni		X
Supporti criogenici	X	
Supporti speciali (molle etc.)	X	
Supporti per lavori elettrostrumentali		X
Strutture di supporto per le tubazioni sul pontile (rack)	X	

Tutte le opere interrate, le fondazioni ed i cunicoli per il passaggio dei cavi saranno iniziati al più presto possibile.

Immediatamente dopo il completamento delle tubazioni interrate si procederà al collaudo, al loro reinterro ed alla successiva pavimentazione (dove richiesta).

Al fine di ottimizzare il controllo ed il coordinamento tra le varie fasi di montaggio, la prefabbricazione delle tubazioni e dei relativi supporti sarà effettuata per quanto possibile in officine costruite all'uopo in cantiere o su strutture esistenti poste nelle sue immediate vicinanze.

La prefabbricazione inizierà con un anticipo sulle attività di installazione tale da garantire la continuità di tutte le fasi di montaggio. Dove possibile, sarà spinta la realizzazione di moduli prefabbricati ( packages).

Le carpenterie leggere quali scale, passerelle, corrimani, etc. saranno prefabbricate presso fornitori esterni e trasportate al sito per il loro susseguente montaggio.

Tutti i materiali in entrata al sito saranno controllati ed ispezionati al fine di verificarne la congruità al disegno.

Le fasi del montaggio al sito prevedranno l'installazione, da eseguirsi nei tempi prescritti dal programma, dei macchinari, dei serbatoi e dei packages, cui seguiranno i collaudi prescritti a specifica.

### **B1.8.4.2 Montaggi elettrici**

Non appena gli appositi scavi saranno stati ultimati, si provvederà alla messa in opera della rete cavi elettrici interrati.

Sarà cura dell'Appaltatore far in modo che i vari fornitori massimizzino il livello di prefabbricazione ed assemblaggio dei pannelli di controllo, dei quadri comando, etc.

Le principali attività di montaggio consisteranno nelle posa di:

- Distribuzione di potenza;
- Rete di terra.
- Impianto di illuminazione.

I controlli ed i test saranno eseguiti tenendo nella dovuta considerazione le sequenze di avviamento previste dal programma generale di esecuzione dal progetto.

#### B1.8.4.3 Montaggi strumentali

Non appena gli appositi scavi saranno stati ultimati, si provvederà alla messa in opera delle linee di interconnessione strumentali interrato. A seguire saranno realizzati i cavidotti aerei e la porta cavi sugli stessi.

Il cablaggio degli strumenti fuori terra sarà effettuato parallelamente all'installazione degli apparecchi e delle tubazioni.

Sarà cura del Contractor far sì che i vari fornitori massimizzino il livello di prefabbricazione ed assemblaggio dei pannelli di controllo, dei quadri comando, etc.

Verrà anche posto l'impianto di telecomunicazione.

I controlli ed i test saranno eseguiti tenendo nella dovuta considerazione le sequenze di avviamento previste dal programma generale di esecuzione dal progetto.

#### B1.8.4.4 Verniciatura e coibentazione

Le attività di verniciatura e di posa degli isolamenti saranno eseguite in stretta sequenza con l'installazione delle strutture, delle tubazioni e dei macchinari, in accordo alle specifiche ed al programma generale del progetto.

La sabbatura e la primerizzazione delle tubazioni e delle carpenterie verrà eseguita al chiuso in appositi capannoni coperti installati all' uopo, nel pieno rispetto dalle normative di protezione ambientale.

Prima dell'inizio delle attività di verniciatura verranno attuate tutte le misure precauzionali necessarie alla salvaguardia del massimo livello di sicurezza del personale e di protezione ambientale.

Le attività d'isolamento includeranno l'installazione di materassi e coppe di poliuretano e/o altro materiale d'isolamento previsto a specifica, delle barriere vapore e delle relative protezioni esterne in lamierino.

Per l'isolamento delle rinde di tubazioni di una certa lunghezza si potrà anche pensare a una preliminare posa dell'isolamento effettuata presso l'officina di prefabbricazione, anziché in opera.

L'isolamento locato sui giunti di tubazioni saldati in opera e quanto non fattibile presso le officine di prefabbricazione verrà posto in opera al sito.

#### B1.8.4.5 Completamento della costruzione

L'appaltatore assicurerà il necessario approvvigionamento dei materiali di consumo, adeguandone le quantità alla effettiva richiesta evidenziatasi durante lo sviluppo della attività di costruzione. In particolare, saranno forniti carburanti, energie elettrica, acqua industriale e potabile. Al completamento dell'installazione si procederà al pre-commissioning d'impianto.

#### B1.8.4.6 Stima dei principali materiali di montaggio

Apparecchiature	kg	950.000
Tubazioni GRVE	kg	200.000
Tubazioni CS/SS	kg	1.940.000
Supporti tubazioni criogeniche	kg	300.000
Supporti tubazioni non criogeniche	kg	51.000
Cavi elettrici	m	260.000
Cavi strumentazione	m	170.000
Cavi telecomunicazione	m	30.000
Verniciature	m <sup>2</sup>	20.000
Isolamento freddo	m <sup>2</sup>	17.000

## **B1.8.5 FABBRICAZIONE eseguita fuori dal sito**

### **B1.8.5.1 Opere marittime**

Per quanto concerne i lavori marittimi, si prevede di prefabbricare presso officine o cantieri esterni presenti localmente, elementi e/o moduli di grandi dimensioni che risultino economicamente convenienti e tecnicamente realizzabili e trasportabili. Riducendo nel contempo il congestionamento dei cavi in sito, la riduzione dei tempi ed il miglioramento della sicurezza.

Tali attività saranno eseguite in accordo alle procedure di qualità del progetto e sotto la supervisione di un ispettore cui verrà demandata la responsabilità dell'applicazione di tutte le procedure, le leggi, le norme e le regole applicabili al progetto. A titolo di esempio citiamo qui di seguito:

- Pali tubolari in acciaio (Assemblaggio e rivestimento);
- Alcuni elementi in calcestruzzo;
- Alcune strutture in acciaio come carpenterie per scale, passerelle, spezzoni di campate del pontile, parti di tubazioni.

### **B1.8.5.2 Serbatoi criogenici del GNL**

Per quanto concerne i serbatoi del GNL, le virole al 9% Nickel saranno cianfrinate e calandrate all'esterno del sito in una officina opportunamente attrezzata e qualificata all' uopo.

Tali attività saranno eseguite in accordo alle procedure di qualità del progetto e sotto la supervisione di un responsabile cui verrà demandata la responsabilità dell' applicazione di tutte le procedure, le leggi, le norme e le regole applicabili al progetto.

Tutte le altre operazioni verranno eseguite in cantiere, al sito.

### **B1.8.5.3 Impianto.**

Per quanto concerne la parte d' impianto relativa al processo ed ai servizi, nella tabella sotto-riportata sono stati indicati i principali elementi costruttivi, suddivisi tra quelli che si ipotizza saranno fabbricati al sito e quelli che invece saranno fabbricati (o preparati, nel caso del calcestruzzo) altrove.

Alcuni cambiamenti di minore importanza potranno aver luogo durante l'esecuzione del progetto, in funzione delle contingenti necessità e/o convenienze.

<b>Attività</b>	<b>Fabbricazione fuori dal sito</b>	<b>Fabbricazione al sito</b>
Calcestruzzo	X	X parzialmente
Armature	X	X parzialmente
Bulloni di tenuta	X	
Elementi d' incasso (bulk)		X
Elementi d' incasso (macchine principali)	X	
Principali strutture in acciaio	X	
Strutture in acciaio ausiliarie	X	
Pianerottoli in acciaio, corrimano e grigliati	X	
Prefabbricazione tubazioni	X parzialmente	X parzialmente
Supporti tubazioni standard	X	X parzialmente
Supporti criogenici	X	
Supporti speciali (molle etc.)	X	
Supporti per lavori elettro-strumentali	X	X parzialmente
Carpenterie per supporto tubazioni locate sul pontile (*)	X	

(\*) Queste carpenterie saranno fabbricate in moduli di lunghezze pari a 17.5 m e quindi inviati al sito per il montaggio.

Tutte le attività esterne saranno eseguite in accordo alle procedure di qualità del progetto e sotto la supervisione di un responsabile cui verrà demandata la responsabilità dell' applicazione di tutte le procedure, le leggi, le norme e le regole applicabili al progetto.

### ***B1.8.6 Mezzi ed attrezzature di cantiere***

Premesso che per la realizzazione delle opere sia a terra che in mare, saranno utilizzati adeguati mezzi ed attrezzature quali mezzi navali, macchine movimento terra, gru semoventi e fisse, autocarri ed apparecchiature minori, l'elenco indicativo ma non limitativo, suddiviso per tipologia di attività è fornito in allegato alla sezione BII.

#### ***B1.8.6.1 Opere marine – Mezzi ed attrezzature***

Per la realizzazione delle opere a mare saranno indicativamente impiegati i mezzi elencati in Allegato B2.

### ***B1.8.7 Trasporto e movimentazione dei materiali***

#### ***B1.8.7.1 Materiale per la realizzazione della colmata***

Il materiale roccioso verrà suddiviso per pezzatura direttamente nella cava di estrazione e sarà controllato e analizzato prima del trasporto in cantiere ai fini del rispetto dei requisiti del progetto. Il materiale così selezionato sarà trasportato, a mezzo camion, dalla zona di estrazione al sito di Capo Bianco utilizzando la viabilità ordinaria esterna e passando attraverso l'area industriale di Brindisi, evitando in tal modo di interessare la città stessa.

In linea di massima il fornitore del materiale vergine di cava provvederà al trasporto in sito con propri mezzi, integrati in parte o sostituiti in toto da idonei mezzi privati reperiti in loco. I mezzi di trasporto saranno organizzati per garantire una fornitura giornaliera al sito pari a un volume massimo di ca. 5000 m<sup>3</sup> di materiale selezionato.

Il materiale, da utilizzarsi per il carico della betta a tramoggia, sarà trasportato e sversato direttamente sull'area di riempimento in cantiere oppure sulla banchina di servizio ubicata sull'area di espansione est di Costa Morena, in maniera da consentire le operazioni di sversamento da mare nelle zone poste oltre la batimetrica – 3 m IGM .

Questa differenziazione nella posa del materiale sull'area di colmata è intesa allo scopo di ridurre il congestionamento del traffico sulle zone di sversamento.

Per garantire il trasporto in sicurezza del materiale sarà posto in essere un apposito piano di trasporto.

Di seguito si descrive un piano preliminare riguardante la logistica e la sicurezza del trasporto su strada del materiale di cava dai punti di prelievo, ubicati nella zona di contrada Autigno (S.Vito dei Normanni), fino al cantiere ubicato nel porto esterno di Brindisi località Capo Bianco.

Sono state fatte le seguenti considerazioni per stabilire le fonti di approvvigionamento del materiale e il successivo piano di sicurezza e logistica per il trasporto su strada.

#### ***B1.8.7.2 Continuità di rifornimento dalle fonti di approvvigionamento del materiale***

Verranno identificate fonti di approvvigionamento del materiale riconosciute per la continuità e affidabilità della produzione delle gradazioni richieste in maniera controllabile secondo i parametri nazionali e internazionali.

Le fonti di approvvigionamento del materiale saranno identificate aventi un fronte di sfruttamento sufficiente a rispondere alle necessità del progetto.

Saranno selezionate fonti di approvvigionamento con evidenti capacità di trasporto.

#### ***B1.8.7.3 Sistema stradale dalle cave al cantiere***

Per il trasporto del materiale dalle cave ubicate ad Autigno al cantiere sarà seguito il seguente percorso:

- Cave di Autigno – Strada provinciale San Vito dei Normanni verso Brindisi
- Strada Statale SS 16 verso Lecce con uscita “Zona Industriale”
- Da uscita “Zona Industriale” a Via Enrico Fermi
- Da via Enrico Fermi a Costa Morena, ovvero
- Da via Enrico Fermi al cantiere (Capo Bianco)

Il flusso del trasporto del materiale di cava diretto alla colmata non attraverserà pertanto la città di Brindisi ma solo la sua zona industriale.

#### B1.8.7.4 Stima del volume di traffico per le attività di riempimento

Sono stati presi in considerazione venti giorni lavorativi mese con dieci ore di lavoro al giorno. In considerazione del fatto che durante l'esecuzione dei lavori sarà disponibile per i camion da 25 m<sup>3</sup> un solo accesso all'area di colmata, la quantità indicativa mensile di materiale via terra sarà:

- $20 \text{ camion} \times 25 \text{ m}^3 \times 5 \text{ viaggi/giorno} \times 20 \text{ giorni/mese} = 50.000 \text{ m}^3/\text{mese}$

Per quanto riguarda le quantità versate da mare si ha:

- $12 \text{ camion} \times 25 \text{ m}^3 \times 5 \text{ viaggi/giorno} \times 20 \text{ giorni/mese} = 30.000 \text{ m}^3/\text{mese}$  (attività quasi totalmente già svolta).

#### B1.8.7.5 Piano della sicurezza

In relazione al lavoro di colmata già svolto e alla modesta quantità di viaggi giorno programmata e al tipo di percorso previsto, il trasporto del materiale di cava dalla zona di estrazione al sito di Capo Bianco porterà pochissimo incremento al preesistente traffico veicolare e, considerando che i percorsi interesseranno esclusivamente l'area extraurbana, l'impatto ambientale sarà ridottissimo.

Il Piano di Sicurezza sarà basato sul rispetto delle leggi e delle norme vigenti in materia di trasporti a livello nazionale e locale.

Il Piano di Sicurezza sarà impostato nel rispetto del codice della strada e dei suoi regolamenti che specificatamente riguarderà:

- Il rispetto dei limiti di velocità
- La pulizia delle ruote dei camion
- La copertura del materiale trasportato
- L'assoluto divieto di consumo di bevande alcoliche da parte degli autisti durante le ore di servizio e in quelle precedenti
- L'assoluta regolarità della documentazione di bordo (libretto di circolazione, assicurazione etc)

In aggiunta a quanto sopra si provvederà al controllo dello stato di salute degli autisti impiegati nel trasporto con controlli periodici.

Il Piano di Sicurezza sarà coordinato con le autorità locali, segnatamente con i Comuni interessati, la Provincia e gli organismi preposti al controllo sulle strade, Polizia Stradale, Carabinieri, Guardia di Finanza.

L'Appaltatore nominerà un responsabile che si avvarrà di supervisori per l'accertamento del rispetto puntuale del Piano di Sicurezza da parte degli autisti. Il piano di Sicurezza verrà distribuito a tutti gli addetti interessati al trasporto.

#### B1.8.7.6 Trasporti eccezionali e grandi sollevamenti

Tutti i carichi pesanti o fuori sagoma saranno gestiti sotto la responsabilità e il coordinamento dell'Appaltatore in accordo con le prescrizioni vigenti.

E' prevista la necessità di effettuare trasporti eccezionali fuori sagoma stradale dall'area industriale alla banchina di servizio di Costa Morena. In questi casi, i trasporti eccezionali saranno gestiti secondo le regole vigenti in materia.

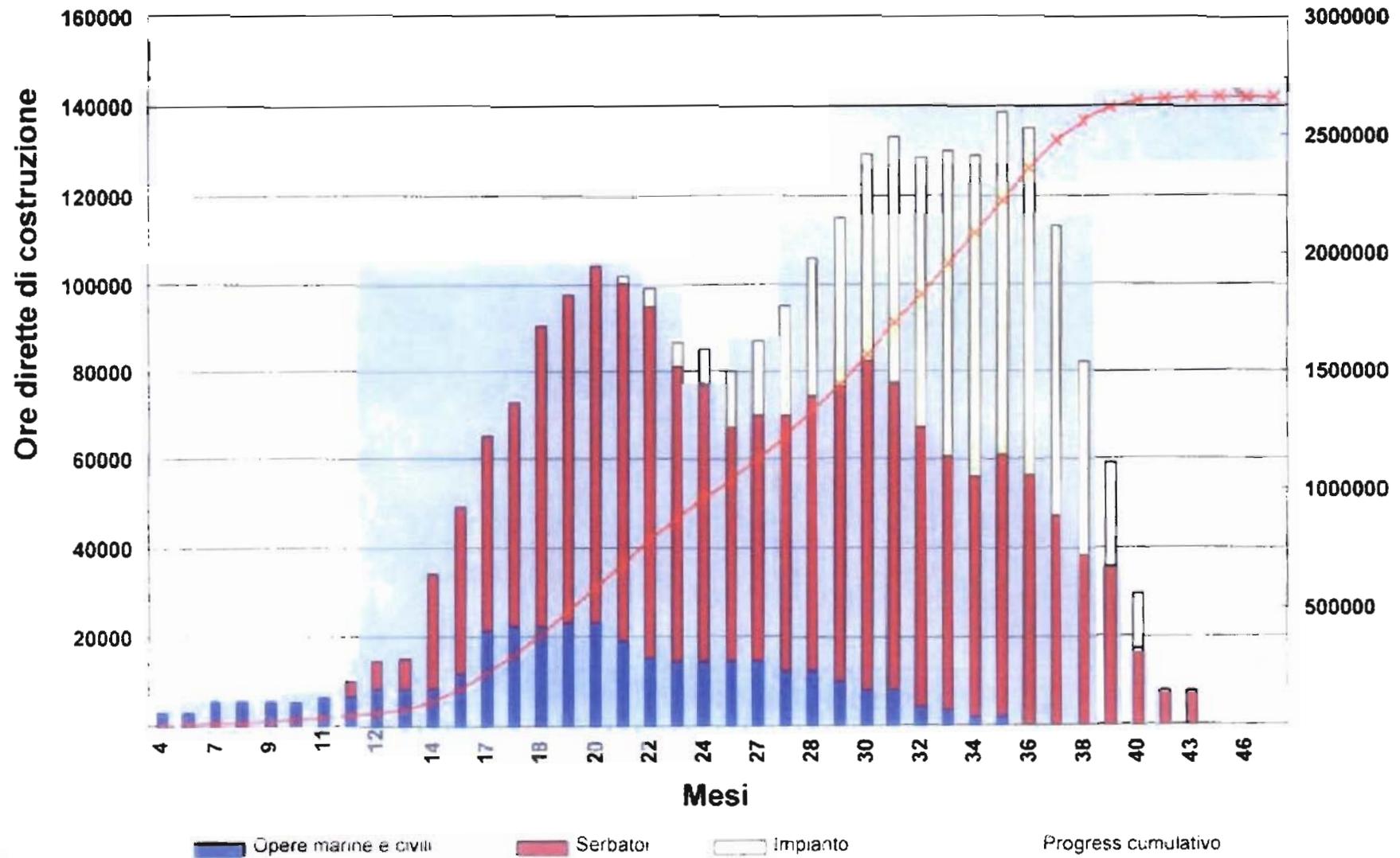
Gli aspetti di sicurezza di tali trasporti eccezionali per fuori sagoma stradale o peso saranno affidati direttamente all'agente trasportatore che in particolare dovrà curare:

- L'ingegnerizzazione di tutti i dettagli del trasporto dei carichi di peso eccezionale in stretto coordinamento con l'Appaltatore (carico totale, carico per asse, dimensioni del carrellone, compatibilità del mezzo selezionato con le strade sul percorso prescelto, attraversamento degli abitati, quote linee elettriche, ponti etc.)
- Ottenimento di tutte le autorizzazioni richieste (Anas, Polizia Stradale etc)

Tutti i sollevamenti, compresi quelli eccezionali, saranno eseguiti a cura dei subappaltatori interessati ai montaggi, civili, meccanici etc, e si svolgeranno sotto diretta sorveglianza e responsabilità dell'appaltatore.

## B1.8.8 Manodopera

### B1.8.8.1 Istogramma manodopera totale



95

### ***B1.8.9 Computo metrico materiali movimentati***

B1.8.9.1 Lavori civili colmata

Vedi Pos. B1.8.9.1

B1.8.9.2 Serbatoi gnl

Vedi Pos. B1.8.9.2

B1.8.9.3 Impianto

Vedi Pos. B1.8.9.3

## **B1.9 OPERE MARITTIME**

Per quanto concerne i lavori marittimi, si prevede di prefabbricare, presso officine o cantieri esterni presenti localmente, elementi e/o moduli di grandi dimensioni che risultino economicamente convenienti e tecnicamente realizzabili e trasportabili. Riducendo nel contempo il congestionamento dei lavori in sito, la riduzione dei tempi e il miglioramento della sicurezza.

### ***B1.9.1 Colmata***

L'area su cui è prevista la realizzazione del terminale sarà ricavata mediante un riempimento a mare; la colmata, parzialmente già realizzata (ca. 450.000 m<sup>3</sup>), posta tra l'esistente Molo Canale (la presa acqua mare dello stabilimento di Polimeri Europa) e la costa di Capo Bianco, antistante lo stabilimento stesso. Su questa colmata verrà realizzato l'impianto di rigassificazione. Sul lato nord del riempimento sarà radicato il pontile per l'accosto, l'ormeggio e lo scarico delle navi gasiere. La colmata avrà un'area di circa 15 ettari di forma grossomodo rettangolare, col lato più lungo parallelo alla costa (circa 430 m) e quello corto perpendicolare ad essa (circa 350 m), l'area occupata dall'impianto di rigassificazione sarà di circa 14 ettari, corrispondenti all'area interna alla recinzione.

Per realizzarla saranno necessari in totale circa 1.250.000 m<sup>3</sup> di materiale di cava.

La quota superiore del piano di colmata sarà a + 3.5 m IGM ad esclusione dell'area limitrofa al radicamento del pontile che si troverà a + 5 m IGM.

Il riempimento sarà realizzato con pietrisco certificato di pezzatura 0 ÷ 300 kg, opportunamente compattato, ad eccezione delle due aree interessate dalla fondazione dei serbatoi di GNL dove il riempimento sarà invece costituito da sabbia, con piano finito a + 1 m IGM (piano di imbasamento delle fondazioni dei serbatoi); la sabbia in queste zone sarà compattata dinamicamente.

La protezione della colmata dal moto ondoso sarà realizzata verso mare da cassoni di cemento armato opportunamente forati, sui cui fianchi sarà realizzata una scogliera costituita da massi naturali da 1 ÷ 3 ton. La scogliera avrà pendenza nel primo tratto vicino alla linea di costa di 1:1.5, mentre il tratto più al largo sarà realizzato con pendenza 1:2.5.

Durante la costruzione della colmata una scarpata provvisoria costituita da massi di pezzatura medio grossa garantirà la protezione dal moto ondoso anche in assenza della scogliera definitiva.

Prima dell'inizio dei lavori di colmata, si procederà a posizionare in mare una barriera galleggiante a cortina, avente lo scopo di evitare l'inquinamento delle acque circostanti, ed in modo particolare delle acque prospicienti il canale di presa acqua mare, dell'adiacente stabilimento petrolchimico Polimeri Europa.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, elaborerà il progetto costruttivo della colmata e un piano dettagliato comprendente:

- La procedure di riempimento e compattamento, riportante il tipo di materiale e la sua composizione;
- La disponibilità delle cave;
- I mezzi per il trasporto, il riempimento e la compattazione;
- Il piano dei trasporti dalle cave al sito ed all'interno del sito;
- Le modalità di riempimento e compattazione;

Le sequenze e le tempistiche per la preparazione del sito indicati:

- Informazioni sull' avanzamento della costruzione delle strade temporanee che permettano in sicurezza il movimento dei mezzi di trasporto, preparazione e compattazione dei materiali di cava;
- Informazioni sull' avanzamento della costruzione della scogliera di protezione della colmata dall' erosione marina;
- Informazioni sullo scarico dei materiali di riempimento della colmata al sito, trasportati sia da terra che da mare, sullo stato di compattazione e livellamento per il raggiungimento delle quote di progetto nelle condizioni previste per poter iniziare i lavori di installazione dei serbatoi criogenici e dell' impianto.

### ***B1.9.2 Opera di presa acqua di mare***

L'opera di presa dell'acqua mare sarà ubicata in corrispondenza dell'angolo nord est della colmata.

In esercizio la portata prelevata sarà di 26,700 m<sup>3</sup>/ora (circa 7.5 m<sup>3</sup>/sec) di acqua mare che sarà utilizzata per la rigassificazione del GNL.

L'opera sarà costituita da un manufatto di cemento armato, ricavato sostanzialmente all'interno del bordo posto a Nord-Est del rilevato della colmata.

Partendo da mare l'opera sarà dotata di un canale di adduzione, di due camere per l'alloggiamento dei filtri fissi, rotanti e di sgrigliatura (queste camere saranno panconabili separatamente per consentirne la manutenzione senza interrompere il funzionamento della presa), di una vasca di calma/sedimentazione e di una vasca pompe anch'essa suddivisa in piu' camere panconabili per esigenze di manutenzione.

Il piano di estradosso del canale di adduzione sarà posto a una quota relativamente poco profonda, circa -5 m IGM, in maniera da pescare l'acqua superficiale piu' calda.

Un'opportuna struttura, dotata di gru a ponte, posta al di sopra dell'opera di presa, consentirà la movimentazione degli impianti e dei macchinari per le esigenze di manutenzione.

Nella costruzione dell'opera di presa si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari alla realizzazione di un'opera permanente a mare, vale a dire copriferro adeguati e cementi adatti all'ambiente marino. Prevedendo inoltre un'adeguata protezione della parte interrata e ponendo particolare cura nella effettuazione delle sequenze di getto.

### ***B1.9.3 Opera di restituzione acqua di mare***

Sarà costituita da un canale a pelo libero di cemento armato avente sezione rettangolare che, partendo dai vaporizzatori, terminerà nell'opera di restituzione vera e propria, realizzata sempre in cemento armato, i cui diffusori dello scarico sono ubicati in prossimità dell'angolo nord-ovest dell'area di colmata.

In tal modo l'acqua fredda, dopo lo scambio termico avvenuto per la rigassificazione del GNL sarà restituita in mare in prossimità dell'esistente opera di presa della Polimeri Europa. Ottenendo una mitigazione delle acque del mare e contestualmente un significativo beneficio indiretto di alimentare quella presa con acqua relativamente piu' fredda, realizzando in tal modo risparmio energetico.

L'opera di restituzione avrà una geometria tale da dissipare il piu' possibile la velocità dell'acqua. In particolare la pianta del diffusore avrà forma trapezia con la base piu' larga lato mare e sul solettone di fondo si realizzeranno opportuni risalti idraulici atti a ridurre le velocità dissipando per turbolenza l'energia cinetica dell'acqua in uscita.

In fase di progettazione esecutiva la forma del pennello freddo dell'acqua di scarico e le caratteristiche di diluizione che definiscono l'impatto termico dello scarico, saranno studiate per mezzo di opportuni modelli matematici.

Per evitare l'erosione del fondale provocata dalla corrente in uscita di fronte all'opera di restituzione, si realizzerà una apposita berma in pietrisco, di pezzatura adeguata alla velocità della corrente.

Anche in questo caso, come per l'opera di presa, saranno posti in atto tutti gli accorgimenti necessari alla realizzazione di un'opera a mare in cemento armato.

#### B1.9.3.1 Definizione della capacità delle briccole di accosto

Le quattro briccole di accosto BD1+ BD4 sono state verificate considerando l'applicazione del massimo carico di accosto per le navi gasiere di progetto oltre alla condizione di nave all'ormeggio sotto l'azione di vento, della corrente e dell'onda.

Per determinare il massimo carico di accosto sono stati utilizzate le BS 6349 parte 4 (curva C "easy exposed") e le linee guida OCIMF e si sono adottati i seguenti dati operativi:

- dimensioni navi: da 70.000 m<sup>3</sup> a 140.000 m<sup>3</sup> (da 55.000 a 102.000 DWT circa)
- si è supposto che, in circostanze normali, tutte le navi ormeggino con la prua rivolta verso mare, con angolo di approccio di 5°
- pescaggio massimo = 11,5 m
- velocità di accosto per nave da 70.000 m<sup>3</sup>  $v = 0,13$  m/sec
- velocità di accosto per nave da 140.000 m<sup>3</sup>  $v = 0,11$  m/sec

In tali ipotesi l'energia della gasiera da 70.000 m<sup>3</sup> risulta essere, in condizioni normali 792 kNm, in quelle anormali 1.584 kNm, quella della gasiera da 140.000 m<sup>3</sup> risulta essere, in condizioni normale 941 kNm, in condizioni anormali 1.882 kNm.

E' stato previsto l'utilizzo di un parabordo avente le seguenti caratteristiche:

- energia nominale 2.185 kNm

- reazione nominale 2.350 kN, arrotondata a 2.400 kN ed applicate alla briccola nella direzione dell'accosto. Per il progetto definitivo le briccole saranno potenziate per navi di dimensioni superiori con capacità fino a 165.000 m<sup>3</sup>.

I parabordi adottati sono stati selezionati in modo da assorbire il 200% dell'energia calcolata nell'ambito della curva di funzionamento nominale del parabordo stesso, mettendo in conto i coefficienti correttivi dovuti all'angolo di attracco.

Al massimo valore di deformazione dei parabordi sarà mantenuto un franco di 400 mm fra lo scafo e le parti non difese della struttura.

I pannelli anteriori del parabordo saranno posizionati in modo tale da tener conto dei livelli di marea con periodi di ritorno 1/100 anni.

I parabordi sono stati dimensionati per sostenere verticalmente ed orizzontalmente i carichi dovuti all'attrito maggiorati del 50%.

La pressione massima sullo scafo della nave risulterà inferiore a 200 kPa.

I carichi di ormeggio sono trasferiti alle briccole dai ganci a scocco rapidi; su ogni briccola sono stati previsti due ganci con un carico di lavoro totale di 2.000 kN (200t) (carico ammissibile al singolo gancio 100 t) tuttavia il carico massimo di ormeggio (forza massima di spring) ottenuto dalle analisi è, per le briccole di accosto, pari a 1.350 kN (135 t)

### B1.9.3.2 Definizione della capacità delle briccole di ormeggio

Le cinque briccole di ormeggio MD1+MD5 sono state verificate considerando l'applicazione del massimo carico di ormeggio per le navi gasiere di progetto oltre all'azione del vento dell'onda, della corrente e dei carichi sismici.

Per determinare il massimo carico di ormeggio ci si è basati sul rapporto Royal Haskoning 9M9371 del 29 Ottobre 2003: "Brindisi LNG Specification - Maritime structures" utilizzando le BS6349 parte 4 le linee guida OCIMF.

Si sono adottati i seguenti dati di progetto:

dimensioni navi: da 70.000 m<sup>3</sup> a 140.000 m<sup>3</sup>

si è supposto che, in circostanze normali, tutte le navi ormeggino con la prua rivolta verso mare.

Il limite di velocità operativo del vento è 25 nodi (raffica del minuto) da tutte le direzioni, lo scarico dell'LNG sarà arrestato una volta oltrepassata questa velocità.

I limiti operativi sulle condizioni d'onda all'ormeggio sono: Hs = 1.2 m da poppa e prua e Hs = 1 m trasversalmente.

I limiti operativi sulla corrente all'ormeggio sono, in senso longitudinale, di 3 nodi e trasversalmente 0.75 nodi.

Il sistema di ormeggio sarà progettato in modo da permettere alle navi, a pescaggio massimo, di rimanere attraccate con venti da tutte le direzioni sino ad una velocità di 60 nodi (raffica nel minuto) ed alle navi, a pescaggio minimo, di rimanere attraccate con venti da tutte le direzioni sino ad una velocità di 50 nodi (raffica nel minuto).

I carichi di ormeggio sono trasferiti alla briccola da ganci a scocco; i sistemi previsti su ogni briccola di ormeggio sono a tre ganci con carico di lavoro totale di 3.000 kN (300 t, con carico ammissibile al singolo gancio di 100 t) tuttavia il carico massimo ottenuto dalle analisi di ormeggio è risultato pari a 2.000 kN (200 t).

### B1.9.3.3 Briccole

Sia le briccole di accosto che quelle di ormeggio saranno costituite da impalcati in cemento armato supportati da pali metallici a fondo aperto infissi nel fondale; il collegamento strutturale tra pali ed impalcato è garantito da un tappo in cemento armato lungo quattro metri, realizzato all'estremità superiore dei pali.

Tutte le briccole saranno collegate tra loro e alla piattaforma o al pontile a mezzo di passerelle pedonali.

Le briccole di ormeggio MD1 MD2 MD3 (cfr allegata planimetria generale) sono costituite da un impalcato di c.a. con estradosso posto a quota +9 m s.l.m., avente dimensioni in pianta di 13 x 13 m ed altezza variabile 1,3 ÷ 1,8 m. L'impalcato sarà supportato da sei pali metallici con diametro di 1,524 m. Sul piano delle briccole sarà installato un triplo gancio a scocco.

Le tre briccole sono collegate tra di loro ed al pontile da una passerella pedonale metallica larga 2m. Dalla briccola MD3 si diparte una passerella di servizio larga 3 m atta a sopportare un carico di 2 kN/m<sup>2</sup> a struttura tubolare con sovrastante grigliato che raggiunge la briccola di accosto BD1.

Le briccole di ormeggio MD4 MD5 sono costituite da un impalcato di c.a. con estradosso a quota +9 m s.l.m. avente dimensioni in pianta 10 x 14 m ed altezza variabile 1,3 ÷ 1,8 m, supportato da otto pali metallici con diametro di 1,32 m. L'impalcato supporta un triplo gancio a scocco. Le due briccole sono collegate tra di loro, alla piattaforma di scarico ed alle briccole di accosto da una passerella in tubolare metallico.

Le briccole di accosto BD1 BD4 sono costituite da un impalcato in c.a. con estradosso posto a quota +7 m s.l.m. avente dimensioni in pianta 12.5 x 12.5 m ed altezza 1,5 ÷ 3,2 m, supportato da sei pali metallici aventi diametro 1,524 m

Le due briccole sono collegate alle briccole BD2 BD3 ed al pontile da una passerella pedonale metallica larga 2m, sono collegate alle briccole di ormeggio da una passerella di servizio larga 3 m atta a sopportare un carico di 2 kN/m<sup>2</sup> a struttura tubolare con sovrastante grigliato.

Le briccole di accosto BD2 BD3, del tutto identiche alle precedenti come dimensioni, se ne differenziano perchè equipaggiate con doppio gancio a scocco.

#### B1.9.3.4 Nuovo pontile

Il nuovo pontile per lo scarico del GNL ha la funzione principale di fornire un accesso, anche carrabile, alla piattaforma di scarico e di fungere da supporto alle tubazioni di scarico del GNL, a quelle di servizio e ai cavi elettro strumentali.

L'opera sarà fondata su pali d'acciaio infissi in mare. In tal modo la struttura risulta idraulicamente trasparente e non costituisce ostacolo ai movimenti e alle correnti naturali del bacino.

Il pontile avrà una lunghezza di circa 480 m e alla sua estremità verrà realizzata una piattaforma di sostegno delle apparecchiature di scarico del prodotto (bracci di carico, pompe, etc).

L'impalcato del pontile sarà composto come segue:

- una strada, larga 4 m, carrabile, costituita da un impalcato di c.a, supportato da travi d'acciaio e dotato di guard rail e parapetti su entrambi i lati. L'impalcato sarà progettato tenendo conto dei carichi previsti per i ponti di 2° categoria dalla normativa italiana, del carico di un'autogru da 30 t e di quello di un mezzo antincendio dei vigili del fuoco da 18 t
- un supporto per le tubazioni realizzato con struttura metallica reticolare, progettato per supportare il carico delle tubazione del GNL, delle tubazioni di servizio e dei cavi elettrici e strumentali.
- La piattaforma sarà costituita da un telaio di travi di acciaio sul quale poggerà un solettone di c.a con estradosso a quota +5 m. s.l.m, di forma rettangolare con dimensioni 58 m per 45 m circa. Come nel caso dell'impalcato del pontile, sarà poggiata su pali di acciaio diametro 1,06 +1,22 m, disposti su una maglia 6,9 x 9,75 m. Su di essa saranno installate le apparecchiature di scarico, in particolare i tre bracci del GNL.

Tali strutture poggeranno su portali con interasse di 18 m, costituiti da 2 o 4 pali metallici a punta aperta (a seconda della funzione, appoggio o punto fisso) di diametro 1,2÷1,3 m, collegati da un pulvino di cemento armato. Il collegamento tra pali e pulvino sarà assicurato da un tappo in cemento armato lungo circa 4 m realizzato all'estremità superiore dei pali per l'annegamento dei ferri di ripresa.

#### B1.9.3.5 Sistema protezione catodica e verniciatura dei pali delle opere a mare

Si rimanda all'allegato 13

## **B1.10 PROCEDURE OPERATIVE**

### ***B1.10.1 FASE DI AVVIAMENTO***

Di seguito vengono riportate in dettaglio le fasi di avviamento

#### **B1.10.1.1 Precommissioning**

Lo scopo del precommissioning è verificare che tutte le parti dell'impianto appena completate meccanicamente siano state realizzate in maniera conforme al progetto originario.

Durante la fase di precommissioning quindi sono possibili lavori meccanici onde rettificare installazioni non corrette.

Durante il precommissioning non vengono introdotti idrocarburi nell'impianto ma solo fluidi di servizio quali aria compressa, acqua, azoto, vapore

Sono temporaneamente messi sotto tensione a scopo di test i componenti elettrici quali quadri di distribuzione, gruppi di continuità.

Il precommissioning consiste nelle seguenti attività principali:

- Controllo delle opere civili
- Controllo degli edifici e verifica completamento apparati elettrici, strumentali e idraulici.
- Controllo delle tubazioni:

Verifica del completamento meccanico con check list

- Installazione di filtri temporanei
- Pulizia
- Asciugatura
- Controllo Apparecchiature Statiche:
  - Verifica dell'installazione di interni (piatti)
  - Inserimento degli interni (packings)
  - Pulizia
  - Asciugatura
  - Chiusura Finale
  - Controllo delle tarature delle valvole di sicurezza.
- Controllo Apparecchiature Rotanti:
  - Pulizia dei circuiti di lubrificazione
  - Caricamento dei lubrificanti
  - Controllo di allineamento
  - Installazione dei giunti di accoppiamento.
- Controllo parte strumentale:
  - Controllo delle tarature degli strumenti
  - Verifica dell'installazione degli strumenti

- Controllo funzionale dei loop di controllo e degli allarmi.
- Controlli parte elettrica
  - Verifica dei sistemi di protezione di trasformatori, interruttori, quadri di distribuzione, pannelli, sistemi di messa a terra, protezione catodica
  - Test su motori elettrici senza carico (disconnessi) e analisi vibrazioni e riscaldamento cuscinetti

#### B1.10.1.2 Commissioning

L'attività inizia quando le attività di precommissioning sono quasi ultimate.  
L'attività di commissioning si effettua ad impianto meccanicamente completato e precommissionato per essere pronti per introdurre il GNL.

Al termine del commissioning stesso l'impianto è pronto per l'introduzione del GNL. Di conseguenza in questa fase saranno da applicarsi tutte le procedure di sicurezza previste dalle procedure medesime.

Le fasi del commissioning sono quelle qui elencate nell'ordine più comunemente usato, altre sequenze possono essere adottate in funzione di esigenze particolari di impianto.

- Messa in esercizio dei servizi (utilities).
- Messa in esercizio dei generatori di emergenza.
- Per la parte elettrica: energizzazione della sottostazione elettrica e distribuzione alle utenze.
- Per la parte strumentale: verifica delle logiche e sequenze di funzionamento e degli interblocchi di sicurezza.
- Sviluppo "Punch-list"
- Verifica dei sistemi di rilevazione incendio, fumo gas e dei sistemi automatici e manuali di antincendio sia all'interno di edifici sia nelle aree esterne di impianto.
- Per apparecchiature rotanti: test di circolazione di pompe, ventilatori, compressori utilizzando fluidi ausiliari.
- Per tubazioni e apparecchiature: rimozione dei filtri temporanei, installazione dei filtri permanenti, test di tenuta, test di circolazione con fluidi di servizio.
- Bonifica con Azoto
- Raffreddamento linee, apparecchiature e stoccaggi.

Quest'ultima operazione di solito viene svolta con GNL vaporizzante da metaniera per raffreddare prima la zona di scarico dalla nave e le linee di trasferimento e successivamente per raffreddare un serbatoio. La nave viene poi scaricata nello stoccaggio raffreddato e successivamente, tramite circolazione di GNL per mezzo delle pompe primarie, si porta a temperatura criogenica tutto il resto dell'impianto.

Qualora non fosse disponibile GNL l'operazione di raffreddamento può essere svolta con azoto liquido. Durante il periodo di raffreddamento il gas evaporato sarà deviato alla torcia.

#### B1.10.1.3 Avviamento

Portate a termine le fasi di precommissioning e commissioning il terminale è pronto per entrare in produzione.

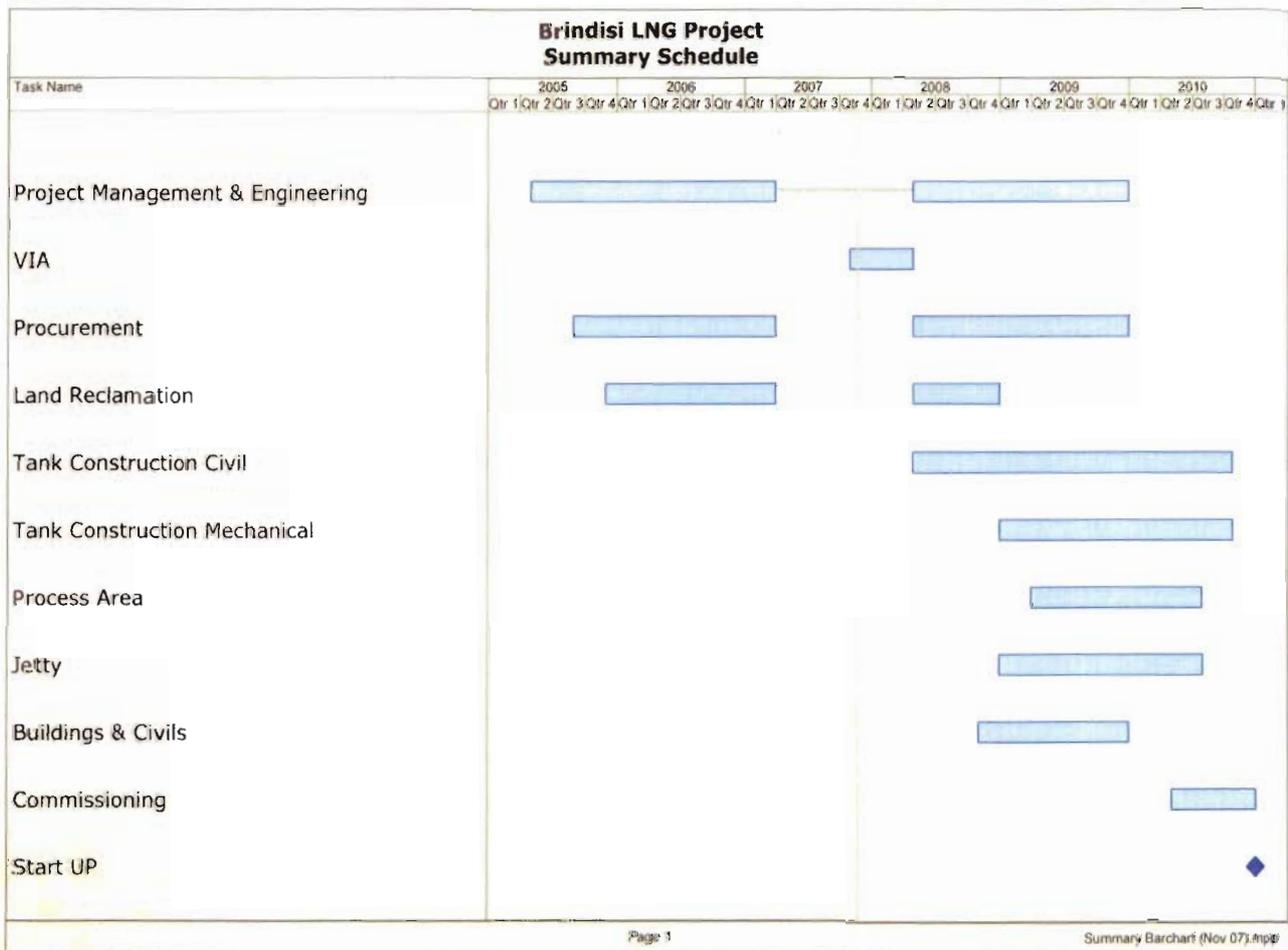
Una volta assicurato un sufficiente livello di GNL nei serbatoi, si inizia ad alimentare il GNL ai vaporizzatori a bassa portata e progressivamente si incrementa la pressione di mandata, secondo una rampa predefinita, fino al valore normale di rete.

Successivamente si incrementa la portata, fino a giungere, sempre seguendo una rampa predefinita, al valore di marcia normale.

Una volta verificato che la qualità del prodotto è secondo specifiche, si può procedere per la regolazione fine e l'ottimizzazione dell'impianto.

A questo punto il terminale è pronto per intraprendere le verifiche dei valori di garanzia come da contratto.

# B1.11 PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE



## B2 ELENCO ALLEGATI

ALL. - 1	PFD
ALL. - 2	BILANCI DI MATERIA
ALL. - 3	LISTA APPARECCHIATURE
ALL. - 4	PLANIMETRIE D'IMPIANTO
ALL. - 5	PLANIMETRIE INSTALLAZIONI PRINCIPALI
ALL. - 6	STUDIO DI NAVIGABILITA'
ALL. - 7	ANALISI DI ORMEGGIO
ALL. - 8	UNIFILARE ELETTRICO
ALL. - 9	ELENCO APPARECCHIATURE ED UTENZE ELETTRICHE
ALL. - 10	NORMATIVE E CRITERI DI PROGETTAZIONE
ALL. - 11	SERBATOIO GNL
ALL. - 12	ANALISI DISPERSIONE SCARICO TERMICO
ALL. - 13	PROTEZIONE CATODICA E VERNICIATURA PALI
ALL. - 14	POSIZIONAMENTO VALVOLE ESD

