

| | | |
|---|---|---|
| Contraente:  | Progetto: PROGETTO PRELIMINARE TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO N° Contratto. : N° Commessa : | Cliente  |
| N° Documento 03255-GEN-R-0-002 | Rev: 0 Foglio 1 di 80 Data 29/03/2004 | N° Documento Cliente |

PROGETTO PRELIMINARE TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO

RELAZIONE TECNICA

| | | | | | | |
|-----|----------|------------------------|-----------|-------------|------------|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 0 | 29/03/04 | EMESSO PER ISTRUTTORIA | ZAGARIA | BANCI | CICCARELLI | |
| REV | DATA | TITOLO REVISIONE | PREPARATO | CONTROLLATO | APPROVATO | |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|
| N° Documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 2 di 80 | Rev: 0 | N° Documento Cliente.: |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|

INDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | GENERALE | 4 |
| 1.1 | Scopo del documento | 4 |
| 1.2 | Riferimenti | 4 |
| 1.2.1 | Documenti di progetto | 4 |
| 1.3 | Codici e standard..... | 5 |
| 1.3.1 | Leggi e regolamenti..... | 5 |
| 1.3.2 | Norme tecniche di riferimento | 7 |
| 1.4 | Definizioni..... | 8 |
| 1.5 | Acronimi ed abbreviazioni | 8 |
| 1.6 | Enti, Federazione e Associazioni | 8 |
| 1.7 | Unità di misura..... | 9 |
| 1.8 | Descrizione generale del progetto..... | 9 |
| 2 | DATI DI PROGETTO..... | 11 |
| 2.1 | Dati di base di processo | 11 |
| 2.1.1 | Potenzialità dell'impianto..... | 11 |
| 2.1.2 | Composizione del GNL | 11 |
| 2.1.3 | Specifiche qualitative del gas | 12 |
| 2.1.4 | Pressione di consegna | 12 |
| 2.1.5 | Caratteristiche tecniche delle metaniere | 13 |
| 2.2 | Dati meteorologici ed oceanografici | 14 |
| 2.2.1 | Dati meteorologici | 14 |
| 2.2.2 | Dati Oceanografici..... | 17 |
| 2.3 | Caratteristiche geologiche del sito..... | 19 |
| 2.4 | Emissioni acustiche | 20 |
| 2.5 | Pressione di progetto delle apparecchiature | 20 |
| 2.6 | Temperatura di progetto delle apparecchiature..... | 20 |
| 2.7 | Vita operativa..... | 20 |
| 3 | UBICAZIONE DEL TERMINALE ED INFRASTRUTTURE..... | 21 |
| 3.1 | Infrastrutture portuali esistenti | 21 |
| 3.2 | Il Porto di Taranto | 21 |
| 3.3 | Piani di sviluppo del porto commerciale | 23 |
| 3.4 | Rimorchiatori | 23 |
| 4 | INSTALLAZIONI IMPIANTISTICHE | 24 |
| 4.1 | Impianti di processo..... | 25 |
| 4.1.1 | Trasferimento e stoccaggio del GNL..... | 25 |
| 4.1.2 | Rigassificazione del GNL | 29 |
| 4.2 | Impianti ausiliari e di servizio..... | 32 |
| 4.2.1 | Sistema aria compressa..... | 32 |
| 4.2.2 | Sistema azoto..... | 32 |
| 4.2.3 | Sistema acqua servizi | 32 |
| 4.2.4 | Gruppi elettrogeni e sistema di alimentazione gas combustibile..... | 33 |
| 4.2.5 | Sistema di presa mare e alimentazione acqua ai vaporizzatori | 33 |
| 4.2.6 | Sistema recupero, stoccaggio e neutralizzazione acqua demineralizzata | 33 |
| 4.2.7 | Sistema blowdown | 34 |
| 4.2.8 | Sistema antincendio | 35 |
| 4.3 | Installazioni piping | 37 |
| 4.3.1 | Trasferimento, stoccaggio e vaporizzazione del GNL | 37 |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|
| N° Documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 3 di 80 | Rev: 0 | N° Documento Cliente.: |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.2 | Sistema blowdown | 38 |
| 4.3.3 | Sistema antincendio | 38 |
| 4.3.4 | Sistema di carico dell'olio combustibile | 39 |
| 4.3.5 | Sistema aria compressa | 39 |
| 4.3.6 | Sistema azoto..... | 39 |
| 4.3.7 | Sistema acqua servizi e acqua potabile | 39 |
| 4.4 | Sistema elettrico | 40 |
| 4.4.1 | Descrizione generale..... | 40 |
| 4.4.2 | Influenze esterne, condizioni ambientali | 40 |
| 4.4.3 | Caratteristiche elettriche nominali | 41 |
| 4.4.4 | Descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti..... | 41 |
| 4.4.5 | Impianto d'illuminazione | 42 |
| 4.4.6 | Condutture elettriche | 42 |
| 4.4.7 | Apparecchiature principali..... | 43 |
| 4.5 | Supervisione, controllo e strumentazione..... | 44 |
| 4.5.1 | Sistema di controllo di processo..... | 44 |
| 4.5.2 | Sistema di rivelazione incendi e presenza gas | 45 |
| 4.5.3 | Controllo degli accessi | 46 |
| 4.5.4 | Sistema di accosto sicuro..... | 46 |
| 4.5.5 | Sistema di monitoraggio dello sforzo sui cavi di ormeggio..... | 46 |
| 4.5.6 | Segnalazioni alla navigazione | 46 |
| 5 | OPERE CIVILI | 47 |
| 5.1 | Opere civili a mare..... | 47 |
| 5.1.1 | Piattaforma per lo scarico delle metaniere | 47 |
| 5.1.2 | Pontile di collegamento a terra dell'isola di scarico | 48 |
| 5.1.3 | Strutture di accosto ed ormeggio navi metaniere | 50 |
| 5.1.4 | Struttura di supporto della candela di scarico | 52 |
| 5.1.5 | Dragaggi..... | 52 |
| 5.1.6 | Opere di colmata e banchinaggio..... | 54 |
| 5.1.7 | Materiali per opere civili a mare | 54 |
| 5.2 | Opere civili a terra | 55 |
| 5.2.1 | Strutture e fondazioni nell'area impianto | 55 |
| 5.2.2 | Serbatoi di stoccaggio temporaneo | 56 |
| 5.2.3 | Edifici..... | 57 |
| 5.2.4 | Opere accessorie | 60 |
| 5.2.5 | Materiali per opere civili a terra | 60 |
| 6 | COSTRUZIONE..... | 62 |
| 6.1 | Piano della costruzione | 62 |
| 6.1.1 | Attività a mare | 62 |
| 6.1.2 | Attività a terra | 63 |
| 6.1.3 | Attività di appalto | 66 |
| 6.1.4 | Attività di costruzione e avviamento | 67 |
| 6.1.5 | Trasporto e movimentazione di materiali e mezzi per la costruzione..... | 69 |
| 6.1.6 | Mezzi di cantiere utilizzati..... | 69 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA..... | 72 |
| 7.1 | Codici, norme e standard | 72 |
| 7.1.1 | Convenzioni internazionali | 72 |
| 7.1.2 | Linee guida ed altra letteratura tecnica | 72 |
| 7.1.3 | Codici di riferimento..... | 74 |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 4 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

1 GENERALE

1.1 Scopo del documento

Il presente documento si propone di illustrare le caratteristiche tecniche del terminale di ricezione e rigassificazione del GNL da realizzarsi a Taranto, evidenziando nel contenuto le maggiori problematiche tecniche ed ambientali collegate.

Il Terminale di GNL è costituito essenzialmente dai seguenti sotto insiemi:

- infrastrutture a mare per lo scarico dalle navi gasiere del Gas Naturale Liquefatto;
- sistema condotte di trasporto del GNL all'impianto di stoccaggio;
- impianto di stoccaggio temporaneo e rigassificazione del GNL.

L'impianto in esame verrà costruito in un'unica fase ed avrà una potenzialità annuale di 8 miliardi di Sm³.

Il terminale di stoccaggio e rigassificazione del GNL sorgerà a Taranto, in una zona definita dal Piano Regolatore vigente a destinazione industriale. Il terminale sorgerà tra Punta Rondinella e la località Pino Solitario a circa 2 km da Taranto.

Le coordinate geografiche dell'area dell'impianto sono:

Latitudine: 40° 30' N
Longitudine: 17° 10' E

1.2 Riferimenti

1.2.1 Documenti di progetto

| Rif. | Numero doc. | Titolo documento | Rev. |
|------|-------------------|--|------|
| [1] | 03255-PRO-S-0-001 | Dati base di progetto | 0 |
| [2] | 03255-E&E-R-0-001 | Studio di Impatto Ambientale | 0 |
| [3] | 03255-CIV-D-0-015 | Canale di accesso e bacino di evoluzione | 0 |
| [4] | 03255-CIV-D-0-014 | Planimetria area impianto | 0 |
| [5] | 03255-CIV-D-0-017 | Pontile – planimetria e sezioni | 0 |
| [6] | 03255-CIV-D-0-019 | Pontile di attracco navi LNG e particolari | 0 |
| [7] | 03255-CIV-D-0-020 | Sistema di presa a mare | 0 |
| [8] | 03255-CIV-D-0-022 | Struttura bracci di scarico | 0 |
| [9] | 03255-CIV-D-0-023 | Piattaforma di scarico –pianta pali e briccole | 0 |
| [10] | 03255-PRO-D-0-001 | Impianto di Rigassificazione – Schema a blocchi | 0 |
| [11] | 03255-PRO-D-0-002 | Bracci di Scarico – Schema di Flusso | 0 |
| [12] | 03255-PRO-D-0-003 | Linee di Trasferimento a Terra – Schema di Flusso | 0 |
| [13] | 03255-PRO-D-0-004 | Parco Serbatoi e Pompe di Estrazione - Schema di Flusso | 0 |
| [14] | 03255-PRO-D-0-005 | Sistema di Recupero Vapori di Boil-Off - Schema di Flusso | 0 |
| [15] | 03255-PRO-D-0-006 | Condensatore di Boil-Off - Schema di Flusso | 0 |
| [16] | 03255-PRO-D-0-007 | Pompe di Alimento Vaporizzatori - Schema di Flusso | 0 |
| [17] | 03255-PRO-D-0-008 | Vaporizzatori Open Rack (Treno 1) - Schema di Flusso | 0 |
| [18] | 03255-PRO-D-0-009 | Vaporizzatori Open Rack (Treno 2) - Schema di Flusso | 0 |
| [19] | 03255-PRO-D-0-010 | Sistema di misura fiscale ed immissione in rete del gas - Schema di Flusso | 0 |
| [20] | 03255-PRO-D-0-011 | Sistema di raccolta drenaggi di GNL e collettamento acque di scarico – SdF | 0 |
| [21] | 03255-PRO-D-0-012 | Sistema di blowdown - Schema di Flusso | 0 |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 5 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|------------------------|

| | | | |
|------|-------------------|---|---|
| [22] | 03255-PRO-D-0-013 | Sistema alimentazione antincendio - Schema di Flusso | 0 |
| [23] | 03255-PRO-D-0-014 | Rete antincendio - Schema di Flusso | 0 |
| [24] | 03255-PRO-D-0-015 | Sistemi acqua servizi - Schema di Flusso | 0 |
| [25] | 03255-PRO-D-0-023 | Vaporizzatori a fiamma sommersa - Schema di Flusso | 0 |
| [26] | 03255-PRO-D-0-017 | Sistemi di presa a mare ed alimentazione acqua ai vaporizzatori – SdF | 0 |
| [27] | 03255-PRO-D-0-018 | Sistema di distribuzione gasolio ed olio combustibile – SdF | 0 |
| [28] | 03255-PRO-D-0-019 | Sistema aria strumenti e servizi - Schema di Flusso | 0 |
| [29] | 03255-PRO-D-0-020 | Sistema di stoccaggio azoto liquido - Schema di Flusso | 0 |
| [30] | 03255-PRO-D-0-022 | Presiscaldatore gas combustibile - Schema di Flusso | 0 |
| [31] | 03255-ELE-D-0-001 | Schema elettrico unificare | 0 |
| [32] | 03255-ICT-D-0-001 | Architettura dei sistemi di controllo e di processo | 0 |

1.3 Codici e standard

1.3.1 Leggi e regolamenti

1.3.1.1 Norme generali sulla navigazione - Comunitarie

Risoluzione del Consiglio, dell'8 giugno 1993, per una politica comune della sicurezza dei mari G.U.C.E. C 271 del 07.10.1993, pag. 1.

Direttiva 93/75/CEE del Consiglio, del 13 settembre 1993, relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 247 del 05.10.1993, pag. 19.

Direttiva 95/21/CE del Consiglio, del 19 giugno 1995, relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati Membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 157 del 07.07.1995, pag. 1.

Direttiva 96/39/CE della Commissione, del 19 giugno 1996, che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 196 del 07.08.1996, pag. 7.

Direttiva 97/34/CE della Commissione, del 6 giugno 1997, che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 158 del 17.06.1997, pag. 40.

Direttiva 98/25/CE del Consiglio, del 27 aprile 1998, che modifica la direttiva 95/21/CE, relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 133 del 07.05.1998, pag. 19.

Direttiva 98/42/CE della Commissione, del 19 giugno 1998, che modifica la direttiva 95/21/CE del Consiglio relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo per le navi

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 6 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 184 del 27.06.1998, pag. 40.

Direttiva 98/55/CE del Consiglio, del 17 luglio 1998, che modifica la direttiva 93/75/CEE relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 215 del 01.08.1998, pag. 65.

Direttiva 98/74/CE della Commissione, del 1° ottobre 1998 che modifica la direttiva 93/75/CEE del Consiglio relativa alle condizioni minime necessarie per le navi dirette ai porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti. G.U.C.E. L 276 del 13.10.1998, pag. 7.

Direttiva 1999/97/CE della Commissione, del 13 dicembre 1999, che modifica la direttiva 95/21/CE del Consiglio relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo per le navi che approdano nei porti comunitari e che navigano nelle acque sotto la giurisdizione degli Stati membri (controllo dello Stato di approdo). G.U.C.E. L 331 del 23.12.1999, pag. 67.

1.3.1.2 Norme generali sulla navigazione - Nazionali

D.P.R. 19 maggio 1997, n. 268 "Regolamento di attuazione della direttiva 93/75/CEE concernente le condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti, nonché della direttiva 96/39/CE che modifica la predetta direttiva" G.U. n. 186 dell'11 agosto 1997.

D.M. (Trasporti) 21 aprile 1999 "Attuazione delle direttive 98/55/CE e 98/74/CE della Commissione rispettivamente in data 17 luglio 1998 e 1° ottobre 1998 che modificano la direttiva 93/75/CEE, concernente le condizioni minime necessarie per le navi dirette a porti marittimi della Comunità o che ne escono e che trasportano merci pericolose o inquinanti, attuata con D.P.R. 19 maggio 1997, n. 268" G.U. n. 128 del 3 giugno 1999.

D.M. (Trasporti) 19 aprile 2000, n. 432 "Regolamento di recepimento della direttiva 95/21/CE relativa all'attuazione di norme internazionali per la sicurezza delle navi, la prevenzione dell'inquinamento e le condizioni di vita e di lavoro a bordo, come modificata dalle direttive 98/25/CE, 98/42/CE e 99/97/CE" G.U. n. 20 del 25 gennaio 2001.

1.3.1.3 Norme generali sulla sicurezza industriale - Comunitarie

Direttiva 96/82/CE del Consiglio del 9 dicembre 1996 sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 10 del 14.01.1997, pag. 13.

98/433/CE: Decisione della Commissione del 26 giugno 1998 che stabilisce criteri armonizzati relativi alla limitazione delle informazioni richieste di cui all'articolo 9 della direttiva 96/82/CE del Consiglio, del 9 dicembre 1996, sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 192 del 08.07.1998, pag. 19.

1999/314/CE: Decisione della Commissione, del 9 aprile 1999, concernente il questionario relativo alla direttiva 96/82/CE del Consiglio sul controllo dei pericoli di

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 7 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. G.U.C.E. L 120 del 08.05.1999, pag. 43.

1.3.1.4 Norme generali sulla sicurezza industriale - Nazionali

D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334 "Attuazione della direttiva 98/62/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose". G.U. n. 228 del 28 settembre 1999, s.o. n. 177.

D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000 "Linee guida per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza". G.U. n. 195 del 22 agosto 2001.

D.M. (Interno) 19 marzo 2001 "Procedure di prevenzione incendi relative ad attivita' a rischio di incidente rilevante". G.U. n. 80 del 5 aprile 2001.

1.3.2 Norme tecniche di riferimento

Per la progettazione e l'esecuzione degli impianti è stato fatto riferimento alle normative in vigore in Italia. Nel caso di mancanza di normativa italiana si è fatto riferimento alla normativa o agli standard internazionali. Nel seguito si elencano le norme e gli standard considerati.

1.3.2.1 Norme tecniche specifiche per il GNL

| | |
|---------------------|---|
| UNI EN 1473 (2000) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione delle installazioni di terra"; |
| UNI EN 1474 (1999) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Progettazione e prove dei bracci di carico/scarico"; |
| UNI EN 1532 (1999) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Interfaccia terra-nave"; |
| UNI EN 1160 (1998) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto"; |
| UNI EN 12065 (1999) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Prove degli emulsionanti per la produzione di schiuma a media ed alta espansione e di polveri per l'estinzione di incendi di gas naturale liquefatto"; |
| UNI EN 12066 (1999) | "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) - Prove sui rivestimenti isolanti dei bacini di contenimento di gas naturale liquefatto"; |
| ISO 8943 (1991) | " <i>Refrigerated light hydrocarbon fluids - Sampling of liquefied natural gas - Continuous method</i> "; |
| ISO 13398 (1997) | " <i>Refrigerated light hydrocarbon fluids - Liquefied natural gas - Procedure for custody transfer on board ship</i> ". |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 8 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

1.4 Definizioni

Le seguenti definizioni saranno utilizzate nel contesto del documento:

| | |
|--------------|---|
| Progetto: | E' il "Progetto Preliminare Terminale di Ricezione e Rigassificazione Gas Naturale Liquefatto (GNL) Taranto"; costituiscono parte integrante del lavoro lo sviluppo del Progetto Preliminare vero e proprio (PP), il Rapporto di Sicurezza Preliminare (RdS) e lo Studio di Impatto Ambientale (SIA). |
| Committente: | gasNatural SDG SA, è la società proprietaria del progetto ed appaltatrice dei lavori. |
| Contraente: | Medea Engineering SA è la società incaricata dalla committente per lo sviluppo del progetto. |
| Appaltatore: | Rappresenta la società che verrà incaricata dalla Committente di sviluppare l'ingegneria di dettaglio e realizzare l'opera. |
| Fornitori: | Rappresentano le ditte o società che saranno incaricate dall'Appaltatore per la fornitura delle apparecchiature e dei materiali necessari per la realizzazione dell'opera. |

1.5 Acronimi ed abbreviazioni

| | |
|------|--|
| AP | Alta Pressione |
| BO | <i>Boil-off</i> |
| BP | Bassa Pressione |
| DN | Diametro Nominale |
| dPE | da definire in fase di progettazione esecutiva |
| FCV | <i>Flow Control Valve</i> |
| GN | Gas Naturale |
| GNL | Gas Naturale Liquefatto |
| LNG | <i>Liquefied Natural Gas</i> |
| PCV | <i>Pressure Control Valve</i> |
| PEE | Piano di Emergenza Esterno |
| PEI | Piano di Emergenza Interno |
| PSV | <i>Pressure Safety Valve</i> |
| RIR | Rischio di Incidenti Rilevanti |
| RPT | <i>Rapid Phase Transition</i> |
| SCV | <i>Submerged Combustion Vaporizer</i> |
| SGS | Sistema di gestione della sicurezza |
| UVCE | <i>Unconfined Vapour Cloud Explosion</i> |

1.6 Enti, Federazione e Associazioni

| | |
|------|---|
| ANSI | <i>American National Standard Institute</i> |
| CEN | <i>European Committee for Standardization</i> |
| CFR | <i>Code of Federal Regulations</i> |

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 9 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

| | |
|----------|---|
| COLREG | <i>International Regulations for Preventing Collisions at Sea</i> |
| CSA | <i>Canadian Standardization Association</i> |
| IAPH | <i>International Association of Ports and Harbors</i> |
| ICS | <i>International Chambers of Shipping</i> |
| IGC Code | <i>International Gas Carrier Code</i> |
| IMDG | <i>International Maritime Dangerous Goods</i> |
| IMO | <i>International Maritime Organization</i> |
| ISM Code | <i>International Safety Management Code</i> |
| ISO | <i>International Organization for Standardization</i> |
| HNS | <i>International Convention on Liability and Compensation for Damage in connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea</i> |
| MARPOL | <i>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships</i> |
| NFPA | <i>National Fire Protection Association</i> |
| OCIMF | <i>Oil Companies International Marine Forum</i> |
| OECD | <i>Organization for Economic Cooperation and Development</i> |
| ONU | Organizzazione delle Nazioni Unite |
| SIGTTO | Society of International Gas Tankers and Terminal Operators |
| SOLAS | <i>International Convention for the Safety of Life at Sea</i> |
| UNI | Ente Nazionale Italiano di Unificazione |

1.7 Unità di misura

I valori numerici delle grandezze dimensionali cui verrà fatto riferimento nel corso del documento verranno espresse in unità del Sistema di Misura Internazionale (SI) e loro derivate.

Come eccezione, per la pressione si utilizzeranno i bar al posto dei Pa. Se non altrimenti specificato la pressione si intenderà assoluta.

I valori numerici delle grandezze monetarie saranno espressi in Euro (€).

1.8 Descrizione generale del progetto

Il terminale di stoccaggio e rigassificazione del GNL sorgerà a Taranto, in una zona definita dal Piano Regolatore vigente a destinazione industriale. Il terminale sorgerà tra Punta Rondinella e la località Pino Solitario a circa 2 km da Taranto.

Nella zona a Nord, a ridosso dell'impianto, sopraelevata, corre la S.S.106 'Jonica'. A Nord dell'impianto, oltre la S.S. 106, è ubicato lo stabilimento ILVA Laminati Piani, le acque necessarie alla lavorazione ILVA sono convogliate dopo il loro impiego in un canale di scolo che raggiunge il mare a fianco del terminale stesso, ad Est. Ad Ovest dell'impianto, oltre la futura colmata, l'area è occupata dagli stabilimenti dell'AGIP Petroli.

Ad Ovest e a Sud dell'impianto confina con il mare. Mentre a Sud si apre il mare aperto del golfo di Taranto; ad Ovest, in prossimità dell'impianto, è prevista in un prossimo futuro un'area di colmata che sottrarrà al mare circa 23 ha.

Nella zona immediatamente antistante l'area in esame sarà necessario realizzare una colmata di circa 0,5 ha. Inoltre per consentire l'attracco delle metaniere dovrà essere eseguito un dragaggio dell'area interessata.

I principali sottoinsiemi costituenti il terminale di GNL sono di seguito elencati:

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 10 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Opere a mare per l'attracco e scarica navi metaniere

Il terminale di attracco è formato da un pontile su pali per consentire il collegamento tra la terraferma e la piattaforma di scarico del GNL, posta nella parte terminale del pontile e utilizzata per l'attracco delle navi e per il supporto dei bracci di scarico.

Il sistema di ormeggio delle metaniere è costituito da briccole di attracco e briccole di ormeggio.

E' parte integrante delle opere a mare la piattaforma di sostegno delle candele di scarico (da definire in fase di progettazione esecutiva) che verranno posizionate a mare in un'area interamente dedicata, prospiciente il terminale. In tale area, per rispettare tutte le distanze di sicurezza, non saranno presenti altre strutture od apparecchiature.

Unità di ricezione e stoccaggio temporaneo del GNL

Lo stoccaggio temporaneo del GNL avviene attraverso un sistema di 2 serbatoi criogenici del tipo "fuori terra", ciascuno dimensionato per una capacità netta operativa pari a 140.000 m³, con caratteristiche di contenimento totale.

Unità di rigassificazione

Il GNL prelevato nei serbatoi viene inviato tramite le pompe di estrazione all'unità di rigassificazione.

L'impianto di rigassificazione è composto da un sistema di recupero e di condensazione dei vapori di *boil-off*, da un gruppo di pompaggio, da 5 vaporizzatori di tipo *open rack* (ORV) alimentati con acqua di mare e da due vaporizzatori a fiamma sommersa (SCV) utilizzati come riserva.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 11 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

2 DATI DI PROGETTO

2.1 Dati di base di processo

2.1.1 Potenzialità dell'impianto

Come anticipato, il terminale di ricezione e rigassificazione del GNL di Taranto è stato progettato per una capacità di rigassificazione pari a:

Capacità annua: $8 \times 10^9 \text{ Sm}^3/\text{anno}$

La produzione annuale di cui sopra dovrà essere garantita indifferentemente nel caso di miscela leggera o miscela pesante così come specificato al paragrafo 2.1.2, e dovrà essere intesa come riferita ad un coefficiente di utilizzo pari a 0,85, corrispondente ad una operatività dell'impianto limitata a 310 giorni di esercizio ininterrotto all'anno; in questo contesto la capacità del terminale valutata su base oraria sarà:

Capacità oraria: $1.075.500 \text{ Sm}^3/\text{h}$

2.1.2 Composizione del GNL

L'impianto è stato progettato per potere operare la miscela leggera di GNL specificata nella Tab. 2.1.2.

| | % mol. |
|-----------|---------|
| Azoto | 0,0700 |
| Metano | 95,8500 |
| Etano | 3,1000 |
| Propano | 0,8500 |
| i-Butano | 0,0500 |
| n-Butano | 0,0700 |
| i-Pentano | 0,0060 |
| n-Pentano | 0,0040 |

Tab. 2.1.2: Composizione del GNL (% mol).

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 12 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

2.1.3 Specifiche qualitative del gas

Lo schema di processo del terminale di rigassificazione è stato sviluppato per garantire una produzione di gas di qualità tale da soddisfare i requisiti SnamReteGas per l'immissione nella rete nazionale:

| | | |
|---|-------------------------------|----------------------------------|
| - | Indice di Wobbe: | 47310 ÷ 52335 kJ/Sm ³ |
| - | Potere Calorifico Superiore | 35170 ÷ 45217 kJ/Sm ³ |
| - | Potere Calorifico Inferiore | 31400 ÷ 41030 kJ/Sm ³ |
| - | Densità relativa | 0,5548 ÷ 0,8 |
| - | Contenuto di O ₂ : | < 0,6% mol |

I valori di cui sopra dovranno intendersi riferiti tanto alla miscela leggera quanto a quella pesante così come descritto al paragrafo 2.1.2 precedente.

2.1.4 Pressione di consegna

La massima pressione operativa al punto di consegna che è stata considerata nell'ambito della progettazione è pari a 75 barg.

Come punto di consegna viene intesa la connessione con il gasdotto di collegamento alla rete nazionale.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 13 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

2.1.5 Caratteristiche tecniche delle metaniere

Il progetto è stato sviluppato prevedendo la possibilità di attracco delle tipologie di metaniere descritte in tab. 2.1.5:

| Tipo di nave | | Nave massima | | Nave minima | Nave intermedia |
|---|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | Serbatoi sferici | Serbatoi prismatici | Serbatoi prismatici | Serbatoi prismatici |
| Deadweight | (DWT) | 75.000 | 75.000 | 22.000 | 51.000 |
| Capacità di carico | (m³) | 140.000 | 140.000 | 40.000 | 75.000 |
| Lunghezza totale | (m) | 300 | 295 | 200 | 250 |
| Lunghezza tra le perpendicolari | (m) | 282 | 280 | 185 | 235 |
| Larghezza | (m) | 46 | 46 | 29.2 | 35 |
| Altezza di costruzione | (m) | 29 | 29 | 18 | 21 |
| Pescaggio a pieno carico | (m) | 11.3 | 11.3 | 8.7 | 9.5 |
| Pescaggio in zavorra | (m) | 8.3 | 8.3 | 4.7 | 5 |
| Dislocamento a pieno carico | (t) | 95.000 | 95.000 | 40.000 | 74.000 |
| Area longitudinale esposta al vento (nave a pieno carico) | (m²) | 6700 | 4600 | 2500 | 2800 |
| Area longitudinale esposta al vento (nave in zavorra) | (m²) | 7200 | 5100 | 3300 | 3900 |
| Area trasversale esposta al vento (nave a pieno carico) | (m²) | 1350 | 1250 | 380 | 820 |
| Area trasversale esposta al vento (nave in zavorra) | (m²) | 1450 | 1350 | 500 | 1000 |
| Distanza tra la prua e il manifold | (m) | 120÷140 | 128÷151 | 90÷95 | 120÷130 |
| Distanza tra la flangia manifold e la murata nave | (m) | 2.8÷4 | 1.6÷4 | 2÷6 | 2÷6 |
| Altezza manifold sopra il livello del mare a nave carica | (m) | 19÷21 | 19÷24 | 14÷16 | 13÷17 |
| N° di serbatoi dei carico | (N°) | 5 | 5 | 6 | 4 |
| N° di pompe di scarico | (N°) | 10 (2 per serbatoio) | 10 (2 per serbatoio) | 12 (2 per serbatoio) | 8 (2 per serbatoio) |
| Tipo pompe | | sommerse | sommerse | sommerse | sommerse |
| Portata max. di scarico nave | (m³/h) | 10000÷13000 | 10000÷13000 | 4000 | 6400÷9600 |
| Prevalenza pompe | (m) | 105÷160 | 105÷160 | 120÷150 | 105÷150 |
| Flange di connessione liquido (L) e gas (G) | | 4 (L) 16" 1 (G) 16" | 4 (L) 16" 1 (G) 16" | 4 (L) 14" 2 (G) 10" | 2 (L) 16" 1 (G) 14" |

Tab. 2.1.5: Caratteristiche tecniche metaniere

In ogni caso la pressione operativa dei serbatoi criogenici delle metaniere è stata considerata uguale alla massima pressione di progetto degli stessi, pari a 60 mbarg.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 14 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

2.2 Dati meteorologici ed oceanografici

I dati meteorologici ed oceanografici riepilogati nei paragrafi seguenti sono stati definiti sulla base dei valori misurati dalle fonti indicate in calce a ciascuna tabella.

2.2.1 Dati meteorologici

2.2.1.1 Temperatura ed umidità relativa dell'aria

Nella Tab. 2.2.1.1a sono riportate le distribuzioni statistiche (in ‰) delle frequenze congiunte di temperatura ed umidità dell'aria relativi a osservazioni compiute nel periodo gennaio 1951-dicembre 1967 presso la stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare di Taranto.

In Tab. 2.2.1.1b si riporta, invece, la statistica mensile e globale delle temperature dell'aria registrate dall'Osservatorio meteorologico e geofisico "Luigi Ferrajolo" di Talsano/Taranto nel periodo 1990-1999.

Dall'analisi della Tab. 2.2.1.1a si può osservare che a Taranto i valori più frequenti di umidità relativa si posizionano nell'intervallo 70-90%. L'analisi delle rilevazioni dell'Osservatorio meteorologico di Talsano (Tab. 2.2.1.1b) relative al periodo nel periodo 1990-1999 risulta che il mese più freddo è gennaio (temperatura media 8,7°C), mentre quello più caldo è agosto (temperatura media 25,9°C). La temperatura media annua nel periodo 1990-1999 è risultata essere 16,5°C.

| Temperatura [°C] | Umidità relativa [%] | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0/40 | 41/50 | 51/60 | 61/70 | 71/80 | 81/90 | 91/100 | TOT |
| -4,9/0,0 | 0,00 | 0,25 | 0,51 | 0,89 | 0,89 | 1,14 | 0,00 | 3,68 |
| 0,1/5,0 | 0,89 | 1,77 | 6,34 | 9,00 | 16,35 | 16,47 | 2,91 | 53,73 |
| 5,1/10,0 | 5,45 | 12,04 | 22,68 | 34,60 | 39,03 | 48,66 | 12,80 | 175,26 |
| 10,1/15,0 | 10,52 | 21,67 | 38,27 | 58,42 | 51,70 | 49,17 | 18,76 | 248,51 |
| 15,1/20,0 | 11,91 | 22,43 | 42,07 | 42,20 | 37,76 | 21,54 | 5,07 | 182,98 |
| 20,1/25,0 | 21,04 | 44,35 | 56,27 | 42,33 | 16,73 | 3,29 | 1,14 | 185,15 |
| 25,1/30,0 | 42,33 | 42,83 | 25,22 | 10,39 | 3,17 | 0,13 | 0,13 | 124,20 |
| 30,1/35,0 | 17,11 | 6,08 | 1,77 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 25,21 |
| 35,1/40,0 | 0,76 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,89 |
| 40,1/45,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTALE | 110,01 | 151,55 | 193,39 | 197,96 | 165,88 | 140,40 | 40,81 | 1000 |

Tab. 2.2.1.1a: Distribuzione millesimale delle frequenze congiunte di temperatura ed umidità atmosferica registrate a Taranto. Fonte: Stazione meteorologica A.M. di Taranto, Lat. 40°28', Long. 17°16', Alt. 17 m s.l.m. (periodo gennaio 1951-dicembre 1967).

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 15 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

| Mese | Temperatura [°C] | | | | |
|-----------|------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| | Media | Media max | Media Min | Max Assoluta | Min Assoluta |
| Gennaio | 8,7 | 12,9 | 4,9 | 18,4 | -1,8 |
| Febbraio | 8,8 | 13,3 | 4,5 | 20,8 | -2,8 |
| Marzo | 10,8 | 15,1 | 6,4 | 25,2 | -2,5 |
| Aprile | 13,2 | 17,4 | 8,8 | 25,0 | 0,0 |
| Maggio | 18,5 | 22,8 | 13,7 | 30,5 | 6,5 |
| Giugno | 22,8 | 27,3 | 17,7 | 35,8 | 10,0 |
| Luglio | 25,6 | 30,5 | 20,3 | 37,2 | 13,2 |
| Agosto | 25,9 | 30,9 | 20,9 | 37,6 | 14,2 |
| Settembre | 21,7 | 26,4 | 17,2 | 34,0 | 10,2 |
| Ottobre | 18,1 | 22,1 | 14,0 | 29,0 | 5,2 |
| Novembre | 13,5 | 17,2 | 9,9 | 24,6 | 1,4 |
| Dicembre | 9,8 | 13,6 | 6,2 | 19,2 | -2,6 |
| 1990-1999 | 16,5 | 20,8 | 12,0 | 37,6 | -2,8 |

Tab. 2.2.1.1b: Statistica mensile delle temperature dell'aria registrate a Talsano. Fonte: Osservatorio meteorologico e geofisico "Ferrajolo" di Talsano (periodo 1990-1999).

2.2.1.2 Venti

La distribuzione statistica (in %) della velocità del vento su base annua in funzione delle direzioni del vento è riportata nella Tab. 2.2.1.2a (con riferimento ai dati rilevati nella stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare di Taranto nel periodo gennaio 1951-dicembre 1977).

Le osservazioni relative alla stazione meteorologica di Taranto mostrano una marcata uniformità nella distribuzione delle direzioni di provenienza del vento, con una presenza delle calme pari al 20% ed una presenza di venti forti pari allo 0,7%.

Con riferimento ai dati rilevati nella stazione meteorologica dell'Aeronautica Militare di Taranto, in Tab. 2.2.1.2b è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze di stabilità atmosferica (espressa in termini di categoria di stabilità di Pasquill) e delle velocità del vento a 10 m (espressa in m/s). La categoria neutra (D) e quelle moderatamente e fortemente stabili (E, F+G) sono largamente predominanti rispetto alle categorie di instabilità. La nebbia è limitata a rari episodi in corrispondenza delle calme di vento. La classe di velocità del vento predominante è quella dei venti compresi tra 1 e 2,5 m/s, seguita da quella delle calme con circa il 23%. I venti superiori a 12 m/s sono limitati allo 0,6%.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 16 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

| Direzione | Velocità del vento a 10 m [m/s] | | | | | | TOT |
|-------------|---------------------------------|--------|---------|---------|----------|-------|-------|
| | <1,0 | 1/2,5 | 2,5/4,0 | 4,0/6,5 | 6,5/12,0 | >12,0 | |
| 0,0-22,5 | | 11,43 | 8,58 | 13,38 | 14,75 | 0,83 | 48,97 |
| 22,5-45,0 | | 11,46 | 6,69 | 8,97 | 7,91 | 0,37 | 35,38 |
| 45,0-67,5 | | 8,93 | 4,47 | 5,92 | 4,25 | 0,10 | 23,67 |
| 67,5-90,0 | | 29,66 | 14,62 | 8,55 | 3,06 | 0,04 | 55,94 |
| 90,0-112,5 | | 32,23 | 15,88 | 7,68 | 2,43 | 0,04 | 58,26 |
| 112,5-135,0 | | 11,49 | 6,86 | 6,96 | 4,81 | 0,21 | 30,33 |
| 135,0-157,5 | | 8,62 | 6,54 | 11,04 | 10,32 | 0,40 | 36,92 |
| 157,5-180,0 | | 11,63 | 11,09 | 17,64 | 15,77 | 0,53 | 56,65 |
| 180,0-202,5 | | 11,98 | 11,42 | 15,16 | 9,75 | 0,37 | 48,68 |
| 202,5-225,0 | | 16,95 | 11,01 | 17,24 | 9,57 | 0,12 | 54,90 |
| 225,0-247,5 | | 21,67 | 16,69 | 21,85 | 9,50 | 0,25 | 69,96 |
| 247,5-270,0 | | 9,17 | 7,63 | 9,97 | 3,89 | 0,13 | 30,80 |
| 270,0-292,5 | | 14,66 | 10,34 | 9,47 | 4,06 | 0,17 | 38,70 |
| 292,5-315,0 | | 16,16 | 12,21 | 15,21 | 7,94 | 0,37 | 51,89 |
| 315,0-337,5 | | 15,43 | 13,03 | 22,15 | 19,17 | 1,16 | 70,93 |
| 337,5-360,0 | | 16,24 | 13,74 | 23,24 | 28,44 | 1,92 | 83,58 |
| VARIABILI | | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,06 |
| TOTALE | 204,36 | 247,70 | 170,85 | 214,43 | 155,64 | 7,02 | 1000 |

Tab. 2.2.1.2a: Distribuzione millesimale della velocità del vento a 10 m su base annua per direzione di provenienza registrate a Taranto. Fonte: Stazione meteorologica A.M. di Taranto, Lat. 40°28', Long. 17°16', Alt. 17 m s.l.m. (periodo 1951-1977).

| Classe di stabilità | Velocità del vento a 10 m [m/s] | | | | | | TOT |
|---------------------|---------------------------------|-------|---------|---------|----------|-------|-------|
| | <1,0 | 1/2,5 | 2,5/4,0 | 4,0/6,5 | 6,5/12,0 | >12,0 | |
| A | 1,3 | 1,5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,3 |
| B | 3,0 | 2,9 | 1,9 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 8,6 |
| C | 0,0 | 1,0 | 1,6 | 4,0 | 1,1 | 0,0 | 7,8 |
| D | 3,6 | 4,7 | 3,6 | 12,7 | 12,5 | 0,5 | 37,7 |
| E | 0,0 | 1,5 | 6,6 | 2,9 | 0,0 | 0,0 | 11,0 |
| F+G | 14,5 | 14,1 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 31,1 |
| NEBBIE | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| TOTALE | 22,6 | 25,9 | 16,9 | 20,4 | 13,6 | 0,6 | 100,0 |

Tab. 2.2.1.2b: Distribuzione percentuale delle frequenze congiunte di stabilità atmosferica e delle velocità del vento a 10 m (m/sec).Fonte: Stazione meteorologica A.M. di Taranto, Lat. 40°28', Long. 17°16', Alt. 17 m s.l.m. (periodo 1951-1977).

2.2.1.3 Precipitazioni

In Tab. 2.2.1.3a si riportano i principali parametri della statistica descrittiva delle precipitazioni osservate a Taranto nel periodo 1951-1967, mentre in Tab. 2.2.1.3b sono indicate i valori statistici mensili e globali delle precipitazioni medie ed intense registrate dall'Osservatorio meteorologico e geofisico "Luigi Ferrajolo" di Talsano/Taranto nel periodo 1990-1999.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 17 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

L'analisi dei dati consente di osservare che il mese più piovoso è novembre (63,4 mm), mentre il meno piovoso è giugno (11,4 mm). La precipitazione media annua è pari a circa 416 mm.

| Mese | Pmin [mm] | Pmax [mm] | Pmed [mm] | σ_P (*)[mm] | CVP(*) [mm] |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-------------|
| Gennaio | 10 | 127 | 54,4 | 35,5 | 0,65 |
| Febbraio | 1 | 160 | 35,8 | 38,8 | 1,08 |
| Marzo | 1 | 111 | 44,9 | 33,3 | 0,74 |
| Aprile | 10 | 82 | 29,5 | 18,1 | 0,61 |
| Maggio | 0 | 70 | 29,1 | 20,9 | 0,72 |
| Giugno | 0 | 70 | 17,5 | 19,3 | 1,10 |
| Luglio | 0 | 50 | 15,6 | 14,4 | 0,92 |
| Agosto | 0 | 49 | 14,4 | 13,8 | 0,96 |
| Settembre | 2 | 70 | 25,8 | 18,3 | 0,71 |
| Ottobre | 1 | 133 | 58,2 | 41,0 | 0,70 |
| Novembre | 15 | 120 | 62,7 | 36,3 | 0,58 |
| Dicembre | 13 | 116 | 54,4 | 33,7 | 0,62 |

(*) σ_P è la deviazione standard della precipitazione, CV_P è il coefficiente di variazione
Tab. 2.2.1.3a: Principali statistiche delle precipitazioni su base mensile. Fonte: Stazione meteorologica di Taranto, Lat. 40°50', Long. 17°30', Alt. 41 m s.l.m. (periodo 1951-1967).

| Mese | Precipitazioni medie | | Precipitazioni intense | | |
|-----------|----------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|------------------|
| | Media mensile [mm] | Max giornaliera [mm] | Pioggia complessiva [mm] | Durata evento [min] | Intensità [mm/h] |
| Gennaio | 44,6 | 62,2 | 7,4 | 30 | 14,8 |
| Febbraio | 41,8 | 47,0 | 5,0 | 30 | 10,0 |
| Marzo | 38,0 | 37,6 | 9,6 | 30 | 19,2 |
| Aprile | 35,1 | 37,2 | 3,0 | 10 | 18,0 |
| Maggio | 13,8 | 10,6 | 3,6 | 10 | 21,6 |
| Giugno | 11,4 | 18,6 | 17,2 | 25 | 41,3 |
| Luglio | 12,3 | 17,2 | 13,0 | 30 | 26,0 |
| Agosto | 22,7 | 39,2 | 17,6 | 20 | 52,8 |
| Settembre | 29,7 | 82,2 | 17,2 | 20 | 51,6 |
| Ottobre | 47,6 | 56,4 | 20,0 | 20 | 60,0 |
| Novembre | 63,4 | 56,6 | 6,8 | 10 | 40,8 |
| Dicembre | 55,2 | 28,8 | 27,0 | 70 | 23,1 |
| 1990-1999 | 415,62 | 82,2 | - | - | 60,0 |

Tab. 2.2.1.3b: Statistica mensile e globale delle precipitazioni medie ed intense registrate a Talsano. Fonte: Osservatorio "Luigi Ferrajolo" di Talsano (periodo 1990-1999).

2.2.2 Dati Oceanografici

2.2.2.1 Correnti

Non sono disponibili misure correntometriche dirette relativamente al golfo di Taranto (Fonte: Autorità Portuale di Taranto).

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 18 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

2.2.2.2 Onde

Dai dati forniti dall'Autorità Portuale di Taranto in **Tab. 12.1** sono riportati i valori estremi delle onde al largo calcolati a partire dai dati misurati dalla Rete Ondametrica Nazionale di Crotona nel periodo luglio 1989 - giugno 1997 per le tre direzioni critiche di scirocco, mezzogiorno e libeccio.

| Grandezza | Tempo di ritorno | | | | |
|----------------------------------|------------------|---------|---------|---------|----------|
| | 5 anni | 10 anni | 25 anni | 50 anni | 100 anni |
| Scirocco (112,5-157,5°N) | | | | | |
| Altezza d'onda significativa [m] | 5,0 | 6,0 | 6,5 | 7,5 | 8,0 |
| Periodo d'onda significativo [s] | 9,3 | 10,2 | 10,6 | 11,4 | 12,0 |
| Mezzogiorno (157,5-202,5°N) | | | | | |
| Altezza d'onda significativa [m] | 2,7 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| Periodo d'onda significativo [s] | 6,8 | 7,2 | 7,8 | 8,8 | 9,3 |
| Libeccio (202,5-247,5°N) | | | | | |
| Altezza d'onda significativa [m] | 1,5 | 2,0 | 2,3 | 2,7 | 3,5 |
| Periodo d'onda significativo [s] | 5,5 | 5,9 | 6,3 | 6,8 | 7,8 |

Tab. 2.2.2.2: Valori estremi delle onde (altezza e periodo) al largo di Taranto Fonte: Autorità Portuale di Taranto su dati misurati dalla Rete Ondametrica Nazionale di Crotona (periodo luglio 1989-giugno 1997).

L'altezza significativa H' , dell'onda che interessa direttamente le opere afferenti il terminale di ricezione del GNL in oggetto, valutata sottocosta è:
 $H' = 1,43$ m

2.2.2.3 Livello del mare

I valori estremi del livello medio del mare risultano prevalentemente dalla combinazione degli effetti della marea astronomica e delle variazioni di pressione atmosferica.

La marea astronomica a Taranto ha un andamento temporale di tipo semidiurno (periodo 12 h 20 min) con due alte maree e due basse maree al giorno di ampiezze diverse; esiste inoltre una periodicità bisettimanale legata alla posizione relativa della luna e del sole. I massimi dislivelli positivi e negativi si verificano nella fasi sigiziali (luna piena o nuova) e raggiungono i valori di +0,13 m e -0,11 m rispetto al livello medio del mare (escursione max di 24 cm). Le differenze di livello dovute alle variazioni della pressione atmosferica sono invece stimabili in +0,33 m e -0,27 m rispetto al livello medio del mare (escursione max di 60 cm). Esse sono state ottenute considerando oscillazioni di pressione atmosferica nell'intervallo 980-1040 mbar, avendo considerato che 1 mbar in più rispetto al valore normale di 1013 mbar determina un abbassamento del livello del mare di 1 cm e viceversa. Il contributo del vento all'innalzamento dei livelli appare trascurabile e può essere stimato pari a +0,04 m. Ne consegue in modo cautelativo (sovrapposizione degli effetti) un innalzamento massimo di + 0,50 m ed un abbassamento massimo di - 0,34 m rispetto al livello medio del mare (escursione massima di 84 cm).

2.2.2.4 Temperatura dell'acqua

Il risultato indica una oscillazione della temperatura media mensile tra 13,3°C e 25,9°C.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 19 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

L'andamento della temperatura è riportato in tabella 2.2.2.4 (fonte dei dati: CNR Taranto, Stazione di Taranto Mar Grande, coordinate 40° 27' 56" N, 17° 14' 06" E, termometro posto a una quota di - 2 m rispetto al livello del mare).

| | T _{MEDIA} °C | T _{MIN} °C | T _{MAX} °C |
|-----|--------------------------|------------------------|------------------------|
| GEN | 14,6 | 12,9 | 16,2 |
| FEB | 13,3 | 11,8 | 15,4 |
| MAR | 13,7 | 12,1 | 16,0 |
| APR | 16,8 | 14,2 | 18,5 |
| MAG | 18,5 | 16,6 | 19,8 |
| GIU | 22,7 | 20,9 | 23,8 |
| LUG | 23,8 | 22,1 | 25,2 |
| AGO | 25,9 | 23,2 | 27,1 |
| SET | 24,6 | 22,8 | 25,8 |
| OTT | 21,9 | 20,2 | 23,2 |
| NOV | 18,5 | 16,8 | 20,1 |
| DIC | 15,2 | 13,2 | 16,6 |

Tab. 2.2.2.4: Andamento delle medie mensili della temperatura del mare. Stazione di Taranto Mar Grande. Periodo di osservazione 1995-2001.

2.3 Caratteristiche geologiche del sito

Le caratteristiche geologiche generali del sito di interesse e di un suo intorno significativo si inquadrano completamente nel panorama della regione pugliese che costituisce una unità ben definita, con ruolo di avanpaese, e caratterizzata da una potente e piuttosto monotona successione calcarea mesozoica che si estende verso occidente, oltre le Murge e Taranto, a costituire il substrato della fossa pliocenica della Valle del Bradano. Nell'area sono state riconosciute e distinte le seguenti unità principali dal basso verso l'alto:

1. C¹¹⁻⁷ - Calcari di Altamura: calcari compatti con intercalati calcari dolomitici e dolomie compatte (Turoniano-Senoniano con possibile passaggio al Cenomaniano).
2. PQ^c - Calcareniti di Gravina: calcareniti in genere fini, pulverulenti, talora molto compatte, ghiaie e breccie calcaree (Pliocene superiore-Calabriano).
3. Q^a - Argilla del Bradano: marne argillose e siltose con talora intercalazioni sabbiose (Calabriano).
4. Q^c - Calcareniti di M. Castiglione: calcareniti per lo più grossolane, calcareniti farinose, calcari grossolani con talora breccie calcaree (Calabriano-Tirreniano).

A queste formazioni marine va aggiunta un'altra unità costituita da:

5. Qcg - ghiaie e sabbie pleistoceniche marine che passano lateralmente a qcq sedimenti alluvionali.

Sono stati, inoltre, distinti i depositi di transizione e continentali quaternari rappresentati da limi lagunari e palustri del Pliocene-Olocene (ql), da dune costiere attuali e recenti (qd) e da sabbie, ghiaie alluvionali e limi palustri attuali (a²).

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | | | |
|---|--------|----|----|------|--|--|--|------------------------|--|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: | |
| 03255-GEN-R-0-002 | 20 | di | 80 | 0 | | | | | |

Alcune delle unità sopra riportate sono state attraversate dai pozzi per acqua che hanno permesso di mettere in evidenza i caratteri che completano quanto visibile in affioramento.

2.4 Emissioni acustiche

Il progetto è stato sviluppato per garantire che le emissioni acustiche dei principali macchinari e dei relativi ausiliari del terminale di rigassificazione siano in accordo alle prescrizioni della direttiva CEE 188/86, della vigente legislazione nazionale e delle norme ISO.

In particolare il livello medio di pressione acustica (per bande di ottava), misurata ad un metro dai macchinari principali e da tutti i loro componenti ausiliari, sarà inferiore alla curva di valutazione ISO NR 75 e comunque il livello medio equivalente sarà inferiore a 80 dB(A), misurato sempre ad un metro di distanza da ogni apparecchiatura; in ogni caso, il livello medio di pressione acustica (per bande di ottava) misurata sul confine dell'insediamento sarà inferiore alla curva di valutazione ISO NR 55 e comunque il livello medio equivalente sarà inferiore a 62 dB(A), misurato sempre sul confine.

I valori limite sopra richiesti si intendono senza tolleranza e validi per ogni condizione di funzionamento.

2.5 Pressione di progetto delle apparecchiature

Il valore della pressione di progetto delle apparecchiature in pressione, compresi i tratti di tubazione, sarà pari al più grande tra i seguenti valori:

- La massima pressione operativa maggiorata del 15,5%
- La massima pressione operativa maggiorata di 2,0 bar
- 3,5 barg

2.6 Temperatura di progetto delle apparecchiature

Il valore della temperatura massima di progetto delle apparecchiature, compresi i tratti di tubazione, sarà pari al più grande tra i seguenti valori:

- La temperatura operativa maggiorata di 15 °C
- 55,0 °C

Il valore della temperatura minima di progetto delle apparecchiature, compresi i tratti di tubazione, sarà pari alla minima temperatura operativa diminuita di 8 °C.

2.7 Vita operativa

Gli impianti di processo e le installazioni in genere verranno progettati con riferimento ad una vita operativa di 50 anni.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 21 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

3 UBICAZIONE DEL TERMINALE ED INFRASTRUTTURE

3.1 Infrastrutture portuali esistenti

La nuova piattaforma di scarico per navi metaniere si va ad inserire in un'area in cui si trovano già infrastrutture portuali, il nuovo accosto andrà quindi ad interagire con tali infrastrutture esistenti di cui nel seguito si riporta una descrizione.

3.2 Il Porto di Taranto

Il porto di Taranto, porto di II categoria (classe I) di rilevanza economica internazionale, è situato sulla costa settentrionale dell'omonimo golfo che si apre verso scirocco tra la Calabria, la Basilicata e la Terra D'Otranto ed è costituito da un'ampia rada di facile accesso, che consente una buona manovrabilità, denominata Mar Grande e da un'insenatura interna denominata Mar Piccolo.

In un'ansa a nord del Mar Grande, presso la parte settentrionale della città, a 40° 27" latitudine Nord e a 17° 12" longitudine Est, è situato il porto commerciale ed industriale. Riguardo alle caratteristiche di visibilità di tale area, la nebbia raggiunge una massima persistenza di 9 ore in primavera ed in autunno, quindi la probabilità di scarsa visibilità è molto bassa ed è comunque massima in autunno e primavera e minima in estate. La presenza di nebbia è limitata mediamente a poco più di 3 giorni/ anno. Si ritiene che tali condizioni siano senz'altro favorevoli per le manovre di ingresso e/o uscita dalle aree portuali.

Il porto di Taranto è caratterizzato dalla polifunzionalità, dalla suddivisione degli ormeggi in relazione ai diversi settori produttivi: commerciale ed industriale, comprensivo, quest'ultimo, anche del pontile petroli.

Per cui si ha:

1. Il porto commerciale, su cui operano le società autorizzate all'esercizio dell'attività di impresa portuale con i propri uomini, le proprie attrezzature ed i propri mezzi meccanici. La tipologia delle principali merci movimentate su detti accosti è la seguente: imbarco di prodotti siderurgici e derivati, fertilizzanti, carbone, pesce congelato, legname, carpenteria metallica, merce varia, ecc.

Esso è costituito da:

- Molo S. Eligio: su cui attualmente non vengono effettuate operazioni portuali ed è in pratica destinato all'ormeggio delle imbarcazioni impiegate per i servizi portuali;
- Calata 1: situata a levante del 1° sporgente, attualmente vengono effettuate prevalentemente operazioni per lo sbarco di pesce congelato, l'imbarco di materiale siderurgico ed il carico/scarico di merce varia;
- Molo S. Cataldo, a sua volta costituito da:
 - Sporgente Levante, le cui condizioni non permettono lo svolgimento di operazioni portuali e viene adibito all'attracco di alcune imbarcazioni adibite a servizi portuali;
 - Sporgente ponente: attualmente vengono effettuate prevalentemente operazioni portuali per l'imbarco di materiale siderurgico ed il carico/scarico di merce varia;
 - Sporgente testata: destinato al carico e allo scarico di merce varia.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 22 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- Calata 2: situata tra il 1° e 2° sporgente, attualmente vengono effettuate prevalentemente operazioni portuali per l'imbarco di materiale siderurgico ed il carico/scarico di merce varia;

- Molo Polisettoriale e calata 5.

Il Molo Polisettoriale è una nuova imponente infrastruttura, ubicata a ponente del 5° sporgente ed avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza accosto: 1.800 m. sul lato di levante;
- superficie totale : 900.000 mq;
- profondità fondali : circa 14 metri.

Tali caratteristiche fanno del Molo Polisettoriale una importante realtà a livello nazionale ed internazionale per dimensioni e pescaggio che permette:

da una parte, l'aumento delle attività senza tempi di attesa e senza congestioni; dall'altra, l'attracco, nelle migliori condizioni, anche di navi oceaniche.

Infatti per tutta la lunghezza dell'accosto e per una fascia profonda 40 metri dal ciglio banchina, da tempo vengono effettuate quotidianamente operazioni di sbarco e imbarco di merci alla rinfusa (carbone, loppa e cemento) e prodotti siderurgici.

Contestualmente si renderà disponibile anche la "Calata 5" tra 5° sporgente e Molo Polisettoriale, avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza accosto: 200 m.;
- fondali: 12 m.

2. Il porto industriale, i cui accosti sono stati dati in concessione al gruppo ILVA, all'Agip Raffinazione ed alla Cementir. Su detti accosti quindi viene effettuata la movimentazione della seguente tipologia di merce:

- accosti ILVA: materie prime e prodotti finiti del centro siderurgico;
- accosto Agip: prodotti petroliferi e derivati;
- accosto Cementir: cemento.

In dettaglio, esso è costituito da:

- a. 20 Sporgente;
- b. Calata 3;
- c. 30 sporgente;
- d. Calata 4: in concessione alla "Cementir - Cementerie del Tirreno" S.p.A., si è costituita impresa "per conto proprio" ai sensi dell'art. 16 della legge 84/94;
- e. 4° Sporgente;
- f. 5° Sporgente;
- g. Pontile Petroli: in concessione all'Agip Raffinazione, per la carica e la scarica di prodotti petroliferi raffinati (fuel, gasolio, combustibile per jet, bitume, ecc.), le quali operazioni sono escluse dal dettato normativo di cui all'art. 16 della legge 84/94.

Gli attracchi di cui alle lettere a., b., c., e. ed f. sono affidati in concessione all'ILVA S.p.A. che opera con il proprio personale ai sensi dell'art. 19 della legge 84/94.

Il porto di Taranto rappresenta il terzo porto nazionale per il volume complessivo di traffici, è un porto di interesse internazionale e in considerazione della sua posizione geografica ha tutte le caratteristiche per diventare il naturale terminale del bacino di tutto il Mediterraneo.

In base ai dati raccolti dalla Autorità Portuale di Taranto si evince che, durante il periodo 2002 -2003 il movimento totale di merci sfuse nel porto di Taranto è rimasto

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 23 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

sostanzialmente stazionario variando tra 30 milioni e 35 milioni di tonnellate annue. In particolare le merci alla rinfusa liquide ammontano (anno 2003, periodo gennaio - novembre) a circa 6 milioni di tonnellate, quelle alla rinfusa solide a circa 15 milioni di tonnellate, mentre il traffico di navi passeggeri è pressoché trascurabile.

3.3 Piani di sviluppo del porto commerciale

E' in fase di progetto, già preliminarmente approvato dall'Autorità Portuale di Taranto, il dragaggio dell'area portuale antistante la zona in cui sorgerà l'impianto al fine di realizzare un canale al servizio dell'area di colmata, che verrà realizzata al fianco dell'area destinata al terminale GNL.

3.4 Rimorchiatori

Il Porto di Taranto è dotato di servizio di rimorchio, svolto dalla società:

Rimorchiatori Napoletani S.r.l.

Sede operativa: Taranto - Molo Sant'Eligio, Porto Mercantile

Sede legale: Taranto - C.so Vittorio Emanuele II, n.17

Tel. 099.4707522 / 099.4764424 – fax. 099.4714474

La flotta è composta di n.6 rimorchiatori:

| Potenza (CV) | Capacità di rimorchio Tiro a punto fisso (t) | Unità (n) | note |
|--------------|--|-----------|-----------------------|
| 5.300 | 70 | 2 | propulsione azimutale |
| 4.000 | 46 | 2 | propulsione azimutale |
| 2.200 | 36 | 1 | |
| 2.000 | 34 | 1 | |

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | |
|---|--------|-------|------|--|--|--|------------------------|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: |
| 03255-GEN-R-0-002 | 24 | di 80 | 0 | | | | |

4 INSTALLAZIONI IMPIANTISTICHE

Nel presente capitolo verranno descritte le installazioni impiantistiche del terminale di ricezione, stoccaggio temporaneo e rigassificazione del GNL da realizzarsi a Taranto. L'analisi dettagliata delle singole unità di processo viene preceduta, in questo paragrafo, dalla descrizione generale delle installazioni impiantistiche dell'opera allo scopo di facilitare la descrizione dei collegamenti tra i vari componenti dell'impianto.

Il terminale di ricezione e rigassificazione di Taranto è stato dimensionato per una capacità di rigassificazione di 8 miliardi Sm³/anno di gas, considerando un'operatività pari a 310 giorni anno.

Il sistema comprenderà le apparecchiature per la ricezione del GNL via nave, lo stoccaggio temporaneo del prodotto a terra e la successiva rigassificazione del gas naturale liquefatto, come riportato schematicamente in [10].

Il GNL viene prelevato dalle navi metaniere tramite 3 bracci di scarico da 16" e quindi trasportato all'area di stoccaggio tramite due tubazioni da 30" operanti in parallelo. Tale operazione di trasporto del prodotto dall'area di attracco ai serbatoi criogenici avverrà a circuito chiuso, con ritorno dei vapori dai serbatoi alla nave metaniera attraverso una linea da 24". I vapori, prelevati dalla testa dei serbatoi, vengono ritornati alla nave metaniera con l'ausilio di compressori.

Il GNL ricevuto dall'impianto viene stoccato temporaneamente, come accennato, in due serbatoi criogenici della capacità operativa di 140000 m³ ciascuno. Il GNL stoccato nei serbatoi viene inviato ai vaporizzatori tramite pompe di estrazione. I vapori di gas naturale che si formano all'interno dei serbatoi, detti vapori di *boil-off*, vengono estratti per mezzo di appositi compressori di *boil-off*. Una parte di tali vapori andrà restituita, come già accennato, alla nave metaniera che sta scaricando GNL, la restante parte viene inviata al condensatore di *boil-off*. Il condensatore provvederà alla liquefazione dei vapori di gas naturale, che verranno riassorbiti in una corrente di GNL proveniente dai serbatoi.

La corrente di GNL, contenente anche i vapori ricondensati di *boil-off*, verrà inviata, mediante le pompe di alimento, ai due treni di vaporizzazione costituiti da 5 vaporizzatori di tipo *open rack* (ORV) e da due vaporizzatori a fiamma sommersa (SCV) utilizzati come riserva.

I vaporizzatori, di tipo *open rack* (ORV) utilizzano l'acqua di mare come vettore termico per la gassificazione del GNL, mentre i vaporizzatori a fiamma sommersa (SCV) utilizzano un dispositivo di combustione sommersa per il riscaldamento del bagno il quale costituisce il vettore termico per la gassificazione del GNL.

Per prelevare l'acqua mare di cui i vaporizzatori ORV abbisognano, verrà utilizzato un sistema composto di vasche, pompe, filtri e condotte per la presa e l'invio agli scambiatori; l'acqua in uscita dagli scambiatori verrà raccolta e scaricata a mare per gravità tramite un apposito condotto.

Il GN gassificato dai vaporizzatori viene quindi analizzato, per verificare che la qualità del gas sia conforme alle specifiche di immissione in linea, fiscalizzato mediante un misuratore di portata, ed infine, immesso nel metanodotto di connessione alla rete nazionale.

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | |
|---|--------|-------|------|--|--|------------------------|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | Rev: | | | N° documento Cliente.: |
| 03255-GEN-R-0-002 | 25 | di 80 | 0 | | | |

4.1 Impianti di processo

4.1.1 Trasferimento e stoccaggio del GNL

4.1.1.1 Bracci di scarico e collettori di trasferimento

Il trasporto del gas naturale liquefatto al terminale di rigassificazione viene effettuato mediante navi metaniere, aventi le caratteristiche tecniche definite nel capitolo 2.

Una volta ormeggiata la metaniera, è possibile avviare le procedure di scarico di GNL e del suo trasferimento ai serbatoi criogenici. Le operazioni di scarico, altamente standardizzate, consistono principalmente nel trasferimento del prodotto stoccato nei serbatoi criogenici della nave tramite l'utilizzo di tre bracci di scarico da 16" (si veda [11]). Il GNL proveniente dai bracci di scarico verrà convogliato su due linee di trasferimento da 30" che trasporteranno il prodotto dal molo ai serbatoi criogenici situati in area impianto.

I serbatoi criogenici delle navi metaniere operano ad una pressione tipica di 80 mbarg: al fine di mantenere tale valore di pressione anche durante le operazioni di scarico, una quantità di vapore di GN proveniente dai serbatoi di stoccaggio in impianto, avente volume pari al GNL in uscita dai serbatoi verrà restituito alla metaniera, mediante un apposito braccio di carico vapori, anch'esso avente diametro pari a 16".

Il trasferimento del GNL sarà effettuato esclusivamente mediante le pompe di scarico del GNL presenti sulle metaniere. Le linee di trasferimento sono dimensionate in modo da rendere possibile il trasferimento del liquido criogenico dalla metaniera (pressione di 80 mbarg) ai serbatoi operanti ad una pressione leggermente più elevata (pressione operativa di 180 mbarg). Tali linee, a differenza dei bracci di scarico, saranno opportunamente coibentate al fine di ridurre al minimo lo scambio di calore con l'ambiente circostante.

La tipica portata di scarico di GNL da una metaniera è di 12000 m³/h; le operazioni di scarico hanno una durata media, a secondo del volume di GNL stoccato, di 12-15 ore.

Oltre ai quattro bracci di carico/scarico già citati, 3 per lo scarico GNL e uno per i vapori di ritorno, l'accosto sarà dotato di un quinto braccio dedicato al carico di olio combustibile (bunker fuel) per la metaniera. La struttura di carico/scarico nave sarà inoltre predisposta con attrezzature per il rifornimento di azoto liquido e acqua potabile per le metaniere.

I bracci di scarico del GNL, dovendo trasferire il prodotto dalla nave metaniera ormeggiata, saranno dotati di appositi sensori di posizione che, collegati ad un sistema di supervisione e controllo dedicato, permettono di iniziare una procedura di sgancio rapido e successivo allontanamento della metaniera in caso fossero rilevati spostamenti non compatibili con la sicurezza delle operazioni. In particolare, nell'eventualità che i bracci di scarico compiano movimenti eccedenti i valori ammissibili, è previsto l'intervento di un sistema tarato su due livelli d'intervento; superato il primo livello di intervento, verrà inviato un segnale alle pompe di scarico della nave che andranno a diminuire e, se necessario, ridurre a zero la portata di GNL trasferito con la conseguente chiusura delle valvole di isolamento dei bracci di scarico e dei collettori di trasferimento e presentazione della nave. Superato il secondo livello di intervento, verrà azionato il sistema di sgancio di emergenza dei bracci permettendo alla metaniera di lasciare l'accosto senza che si verifichino rilasci significativi di GNL.

Un serbatoio di raccolta dei drenaggi sarà posizionato sulla piattaforma di carico/scarico e sarà principalmente adibito a raccogliere il GNL drenato dai bracci al termine di ogni operazione di scarico della metaniera.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 26 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Nel caso si renda necessario, lo svuotamento e l'inertizzazione delle linee di trasferimento del GNL dalla piattaforma di scarico ai serbatoi di stoccaggio sarà effettuato mediante spiazzamento con gas/azoto. A tale scopo il gas, oppure l'azoto, in pressione, stoccato in appositi serbatoi, dovrà essere immesso nella linea DN 24" normalmente destinata al trasferimento dei vapori alla nave per essere poi interamente convogliato, una volta giunto alle installazioni della piattaforma di scarico, sulle linee DN 30" piene di GNL da spiazzare e che dovranno essere preventivamente predisposte con le valvole in posizione tale da permettere il flusso verso i serbatoi. Lo spiazzamento di queste linee avverrà pertanto attraverso un flusso bifase in continua evoluzione fino al completamento delle operazioni.

4.1.1.2 Serbatoi stoccaggio temporaneo

Per lo stoccaggio del GNL verranno utilizzati due serbatoi criogenici (TK-0001 A/B) a contenimento totale (si veda [13]). Ogni serbatoio ha una capacità geometrica di circa 150.000 m³ e una capacità operativa di 140.000 m³. I serbatoi scelti per il terminale di Taranto sono del tipo fuori terra a "contenimento totale". I serbatoi sono dedicati a stoccare in modo temporaneo il GNL proveniente dalle linee di trasferimento 30". Entrambe le linee di trasferimento potranno scaricare su ciascun serbatoio criogenico. Il GNL potrà essere immesso nei serbatoi indifferentemente dal basso e dall'alto al fine di favorire una corretta miscelazione del liquido.

I serbatoi di stoccaggio del GNL garantiranno un contenimento totale, e saranno composti da un contenitore primario in acciaio idoneo per servizio criogenico e da un contenitore secondario in cemento armato. Tale tipologia di serbatoi è progettata e costruita in modo che il contenitore primario e il contenitore secondario siano entrambi in grado di contenere in modo indipendente il liquido refrigerato immagazzinato. L'intercapedine tra il contenitore interno e quello esterno sarà riempita con un isolante termico avente opportune caratteristiche termiche e meccaniche.

Ogni serbatoio sarà dotato di sei pompe di estrazione di tipo sommerso (per un totale quindi di 12 pompe, P-0001A-N), aventi una portata unitaria di 360 m³/h ed una prevalenza di 120 m per il trasferimento del GNL alle unità di Le due unità di rigassificazione potranno quindi essere alimentate da un solo serbatoio, con cinque pompe in marcia contemporaneamente (la sesta è di riserva); le pompe di estrazione invieranno il GNL al sistema di condensazione dei gas di *bil-off* e di seguito ai vaporizzatori attraverso un collettore da 24".

I serbatoi criogenici sono stati progettati per permettere una pressione operativa al loro interno pari a 180 mbarg; la pressione di progetto è pari a 300 mbarg. Il valore di pressione operativa è stato scelto appositamente leggermente più alto di quello dei serbatoi delle metaniere (80 mbarg) al fine di limitare la formazione eccessiva di vapori di GNL all'interno dei serbatoi criogenici, durante le operazioni di scarico nave. La gestione dei vapori di *boil-off* rappresenta uno degli aspetti chiave della progettazione del terminale di ricezione e rigassificazione di Taranto: l'argomento viene pertanto affrontato in modo più esteso al paragrafo 4.1.1.3.

Su ogni serbatoio la pressione operativa sarà controllata dai compressori di *boil-off*, in particolare un controllore di pressione tarato a 180 mbarg posto sulla linea vapori in uscita dai serbatoi GNL governerà la regolazione della PCV posta sulla linea di ricircolo dei compressori, garantendo l'operatività dei serbatoi alla pressione operativa prescelta.

Il sistema di protezione dalla alta pressione nei serbatoi è strutturato secondo lo schema seguente:

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 27 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

| Livello di pressione | Azione correttiva |
|----------------------|---|
| 260 mbarg | Apertura della PCV posta sulla linea aspirazione dei compressori con il conseguente sfioro verso la candela di scarico BP |
| 280 mbarg | Apertura della PSV posta sul duomo del serbatoio che scarica sul collettore di <i>blowdown</i> BP |
| 300 mbarg | Apertura delle PSV poste sul duomo dei serbatoi con scarico dei vapori di GN in eccesso direttamente in atmosfera |

La protezione dei serbatoi contro la bassa pressione sarà coperta mediante l'utilizzo di valvole PCV che consentono l'immissione nei serbatoi di gas naturale prelevato dalla linea di distribuzione del gas combustibile; l'intervento di queste valvole si avrà nel caso la pressione scenda al di sotto di 40 mbarg. Valvole rompivuoto consentiranno inoltre l'ingresso nei serbatoi di aria nel caso estremo di tendenza al vuoto nei serbatoi.

Una menzione particolare merita il fenomeno, legato alla stratificazione del GNL all'interno dei serbatoi di stoccaggio, comunemente indicato con il nome di *rollover*.

Durante un eventuale *rollover* grandi quantità di vapori di GNL potrebbero formarsi all'interno di un serbatoio di stoccaggio in breve tempo, causando una significativa sovrappressione. E' possibile che nei serbatoi di stoccaggio del GNL si formino due strati, o celle, stabilmente stratificati, generalmente come risultato di una miscelazione non adeguata di GNL fresco con un fondo di massa volumica differente. All'interno delle celle la massa volumica del liquido è uniforme, ma la cella inferiore è composta di liquido avente massa volumica maggiore di quello della cella superiore. Successivamente, a causa dell'ingresso di calore nel serbatoio, del trasferimento di calore e di massa tra le celle e dell'evaporazione sulla superficie del liquido, le celle equilibrano la loro densità e alla fine si miscelano. Questa miscelazione spontanea viene chiamata *rollover*, e se, come spesso avviene, il liquido nella cella inferiore è diventato surriscaldato rispetto alla pressione della zona vapore del serbatoio, tale liquido, una volta raggiunti gli strati superiori del serbatoio, tenderà a riportarsi all'equilibrio rapidamente, liberando repentinamente quantitativi elevati di vapori.

Il *rollover* è un fenomeno conosciuto e studiato in tutti i suoi aspetti, ed è pertanto sufficiente, in fase di progettazione dei serbatoi, prevedere accorgimenti adeguati per il monitoraggio e la prevenzione del fenomeno di sovrappressione per scongiurarne l'accadimento.

Al fine del monitoraggio saranno predisposti appositi sensori di misura della densità e della temperatura lungo tutta l'altezza dei serbatoi; le misure puntuali così ottenute verranno elaborate mediante opportuni algoritmi per determinare il grado di stratificazione del GNL e conseguentemente la stabilità del sistema. Nell'eventualità si manifesti la tendenza verso il *rollover* il sistema provvederà ad avviare apposite azioni correttive quali:

- Riempimento del serbatoio dall'alto (*top-filling*), nel caso di GNL entrante più pesante di quello contenuto oppure riempimento dal basso (*bottom-filling*), nel caso opposto, nell'eventualità della concomitanza di operazioni di scarico;
- Ricircolazione del GNL contenuto nel serbatoio;
- Trasferimento del prodotto da un serbatoio all'altro.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 28 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

4.1.1.3 Produzione dei vapori di *boil-off*

Nonostante ogni parte dell'impianto sia progettata per limitare il più possibile gli scambi termici tra il GNL alla temperatura di circa -160°C e l'ambiente circostante, è inevitabile la formazione all'interno dei serbatoi di stoccaggio del GNL di quantità non trascurabili di vapori di GNL, chiamati vapori di *boil-off*.

I principali fattori che generalmente influenzano la formazione dei vapori di *boil-off* durante le operazioni di scarico della metaniera sono qui di seguito elencati:

- Flash del GNL in conseguenza della diversa pressione operativa tra i serbatoi delle metaniere e quelli del terminale;
- Calore trasmesso al GNL dalle pompe di trasferimento a bordo delle navi metaniere;
- Scambio di calore con l'ambiente nei bracci di scarico e nelle linee di trasferimento 30" del GNL;
- Scambio di calore con l'ambiente attraverso le pareti dei serbatoi criogenici del GNL (*boil-off* termico);
- Spiazzamento di vapori nei tanks criogenici causato dall'immissione di GNL proveniente dalle navi metaniere.

Scopo del sistema di gestione dei vapori di *boil-off* è di recuperare in modo economico ed efficiente i gas di *boil-off* generati nel terminale GNL.

Una prima importante scelta di fondo effettuata nella progettazione del terminale di Taranto è di prevedere una pressione operativa dei serbatoi criogenici del GNL piuttosto elevata (180 mbarg). Questa scelta consente di ridurre a zero la formazione di vapori dovuti al flash del GNL (punto a.) in conseguenza del fatto che la pressione dei serbatoi delle navi metaniere (80 mbarg) è sensibilmente inferiore a quelle dei serbatoi in impianto. Per lo stesso motivo vengono ricondensati anche i vapori che si formerebbero secondo quanto esposto in b. e c. se la pressione dei tanks in impianto fosse pari a quella delle navi metaniere.

Si tenga inoltre presente che quanto sopra esposto vale solo nel caso in cui l'impianto stia ricevendo gas dalla metaniera; nella fase di non-scarico nave infatti la quantità complessiva di vapori di *boil-off* è assai inferiore, essendo l'unico apporto significativo alla formazione di vapori di GN il *boil-off* termico (punto d.).

In tabella 4.1.1.3 vengono quantificati i principali contributi alla formazione di vapori di *boil-off*, considerando la pressione operativa del tank pari a 180 mbarg. In tabella sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate utilizzando sia il GNL di tipo A (GNL leggero), che quello di tipo B (GNL pesante).

| Fase Operativa | | Scarico Nave | Ricircolo |
|------------------------|------|--------------|-----------|
| BO flash GNL | kg/h | 0 | 0 |
| BO calore pompe nave | kg/h | 0 | 0 |
| BO linea trasferimento | kg/h | 0 | 0 |
| BO termico | kg/h | 2538 | 2538 |
| BO spiazzamento | kg/h | 25508 | 0 |
| Totale vapori BO | kg/h | 28046 | 2538 |

Tab. 4.1.1.3a: Principali contributi alla formazione di vapori di *boil-off*.

A fronte delle produzioni di vapori di *boil-off* sopra evidenziate si è reso necessario studiare una opportuna configurazione del sistema di gestione di suddetti vapori.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 29 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Innanzitutto si è considerato che, come sottolineato nel paragrafo 4.1.1.1, parte di questi vapori andranno restituiti, in fase di scarico nave, alla metaniera al fine di permettere alla stessa di mantenere la sua pressione operativa ad un valore costante pari a 80 mbarg. Il volume di gas da restituire alla metaniera, è quindi pari a quello del GNL trasferito ai serbatoi (valore di riferimento = 12000 m³/h), a meno dei vapori di *boil-off* dei serbatoi della nave.

I vapori non restituiti alla nave devono invece essere trasferiti al condensatore al fine di essere riassorbiti nella corrente di GNL proveniente dai tanks criogenici. La tabella 4.1.1.3b evidenzia il bilancio dei vapori di *boil-off* in uscita dai serbatoi.

| Fase Operativa | | Scarico Nave | Ricircolo |
|-----------------------------|------|--------------|-----------|
| Totale formazione vapori BO | kg/h | 28046 | 3266 |
| Vapori BO Nave | kg/h | 5110 | 0 |
| Vapori BO da tanks a Nave | kg/h | 13681 | 0 |
| Vapori BO a condensatore | kg/h | 14365 | 3266 |

Tab. 4.1.1.3b: Bilancio vapori di *boil-off* in uscita dai serbatoi di stoccaggio del GNL.

Dalla tabella si evidenzia una notevole differenza nelle quantità di vapori di *boil-off* da gestire a seconda della modalità in cui l'impianto viene operato. Durante le fasi di scarico nave infatti i vapori complessivamente da gestire (circa 28000 kg/h) sono una quantità assai più elevata di quelli che si formano, sostanzialmente per *boil-off* termico, durante le fasi di non-scarico nave. Tali disparità hanno indotto a prevedere l'installazione di compressori di *boil-off* dedicati al servizio durante le fasi di scarico nave e compressori di taglia più piccola per le fasi di non-scarico nave come dettagliato nel paragrafo 4.1.2.1.

4.1.2 Rigassificazione del GNL

4.1.2.1 Sistema di recupero dei vapori di *boil-off*

I vapori di *boil-off* che si sviluppano per evaporazione del GNL nei serbatoi di stoccaggio vengono convogliati ai compressori ed inviati, una volta compressi, al condensatore (per ulteriori dettagli si veda [14]).

Come anticipato, la portata dei vapori di *boil-off* che viene inviata ai compressori varia notevolmente in funzione di molteplici fattori, in particolare si individuano le seguenti situazioni:

- fase di ricircolo (non-scarico nave): i vapori di *boil-off* sono prodotti dal calore scambiato dai serbatoi di stoccaggio, dalle condotte di trasferimento e dal calore sviluppato dalle pompe immerse nei serbatoi stessi. In tale caso è in funzione un solo compressore (K-0002A/B) che provvederà al trasferimento dei vapori di *boil-off* al sistema di condensazione. Da sottolineare che per gestire i vapori di *boil-off* in condizioni di ricircolo sono stati previsti due compressori, uno in funzione e uno di riserva, di taglia piccola, essendo le portate di vapore in gioco assai inferiori rispetto a quelle della fase scarico nave, come dettagliato nel paragrafo 4.1.1.3.
- fase di scarico nave: oltre ai vapori prodotti nella fase precedente, si hanno i vapori generati dal calore sviluppato dalle pompe della nave ed i vapori di spiazzamento prodotti dall'aumento di volume di GNL nei serbatoi corrispondente alla portata di scarico del liquido dalla metaniera. Per gestire i vapori di *boil-off* durante la fase di scarico nave saranno previsti due compressori di tipo centrifugo (K-0001A/B) e due compressori alternativi (K-0003A/B); i primi (K-0001A/B), uno in funzione e uno di riserva, avranno il compito di rinviare parte dei vapori di *boil-off* alla metaniera mediante il collettore dedicato da 24", gli altri, uno in funzione e uno di riserva, invierà i restanti vapori alla condensazione.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 30 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Per mantenere la temperatura dei vapori di *boil-off* a valori inferiori a -150°C , è stato previsto un controllo di temperatura effettuato mediante iniezione di GNL nella corrente gassosa in aspirazione ai compressori (desurriscaldatore); aumenti eccessivi della temperatura di aspirazione si possono verificare naturalmente nella fase gassosa sovrastante il GNL nei serbatoi oppure nel caso in cui i compressori lavorino in riciclo. Dopo l'iniezione di GNL i vapori di *boil-off* passano nel KO drum V-0002 dove vengono abbattute le eventuali goccioline di liquido trascinate; il KO drum è provvisto di un demister (eliminatore di nebbie) per aumentare l'efficienza di separazione delle goccioline.

4.1.2.2 Condensatore di *boil-off*

I vapori di GNL ripresi dai serbatoi per mezzo dei compressori di *boil-off* vengono inviati (a meno della quantità necessaria a mantenere in pressione i serbatoi delle metaniere durante la fase di scarico nave) al condensatore di *boil-off* (si veda [15]). Tale apparecchiatura è adibita alla ricondensazione dei vapori di GN mediante intima miscelazione con una parte della corrente di GNL proveniente dai serbatoi di stoccaggio. Il condensatore sfrutta il fatto che il GNL pompato dai serbatoi criogenici si trova ad una pressione di 5-6 barg e ad una temperatura che è sostanzialmente invariata (-160°C) risultando in tal modo sottoraffreddato ed è pertanto in grado di assorbire i vapori di GNL provenienti dai compressori.

Il condensatore di *boil-off* è un recipiente verticale in pressione disegnato per favorire un intimo contatto dei vapori di *boil-off* con il GNL, al fine di favorirne il riassorbimento.

Uscendo dallo strato di impaccamento il GNL che ha ormai assorbito tutti i vapori di *boil-off*, viene raccolto nella parte inferiore del recipiente. Il livello nel recipiente è monitorato dal controllore di livello che agisce sulla valvola che regola la portata di GNL in ingresso al vessel. La pressione operativa dell'apparecchiatura può variare tra un minimo, al disotto del quale si apre la valvola che immette gas (hot gas) proveniente dall'uscita dei vaporizzatori, ed un massimo, al di sopra del quale si apre la valvola che manda il gas in eccesso ai compressori di *boil-off*.

La corrente di GNL in uscita al condensatore, arricchita dei vapori di *boil-off* ricondensati, viene mandata alle pompe di alimento dei vaporizzatori.

4.1.2.3 Pompe di alimento vaporizzatori

Le pompe di alimento vaporizzatori (si veda [16]) sono pompe criogeniche verticali tipo "barrel". Esse aspirano il GNL dal condensatore di *boil-off* e lo comprimono fino ad una pressione di circa 82 barg; tale pressione è quella necessaria per assicurare, considerando le perdite di carico previste nei vaporizzatori, per l'immissione del GNL vaporizzato nel metanodotto di collegamento con la rete gas nazionale (pressione di immissione prevista al metanodotto: 75 barg).

Delle sei (6) pompe installate, cinque (5) saranno normalmente in esercizio (impianto funzionante alla capacità massima di 8 miliardi di Sm^3/anno) e la sesta sarà di riserva.

4.1.2.4 Vaporizzatori

Il sistema di vaporizzazione è costituito da cinque (5) vaporizzatori *open rack* (portata calcolata per ciascun vaporizzatore pari a circa $215.000 \text{ Sm}^3/\text{h}$ di GNL), in funzione durante la normale operatività dell'impianto (si veda [17] e [18]) e due (2) vaporizzatori a fiamma sommersa di riserva (si veda [25]).

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 31 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

I vaporizzatori *open rack* utilizzano l'acqua di mare come vettore termico per la gassificazione del GNL. Sono stati scelti data la possibilità di poter disporre delle grandi quantità di acqua necessaria allo scambio termico (circa 25000 m³/h alla capacità di progetto dell'impianto).

Nei vaporizzatori di tipo *open rack* un film di acqua scende per gravità lungo pannelli verticali dotati di tubi alettati, all'interno dei quali risale il GNL da vaporizzare.

I tubi alettati sono riuniti in pannelli che si comportano come veri e propri scambiatori. Il GNL entra nei tubi dal basso attraverso un collettore e fuoriesce, gassificato, dall'alto attraverso un altro collettore. I tubi alettati verticali vengono bagnati esternamente da un film di acqua che viene distribuita dall'alto attraverso grossi collettori e raccolta in basso in una vasca e trasferita quindi ad un canale coperto che la immette in mare.

Per prelevare l'acqua di mare per i vaporizzatori *open rack* verrà utilizzato un sistema di vasche, pompe, filtri e condotte che verrà descritto in dettaglio nel paragrafo 4.2.5.

L'acqua in uscita dagli scambiatori verrà collettata in un'unica vasca di raccolta posta in area adiacente agli scambiatori e scaricata a mare per gravità tramite un'apposita canalizzazione.

La temperatura dell'acqua mare in ingresso ai vaporizzatori dovrà mantenersi al di sopra di 7°C, per permettere alle apparecchiature di lavorare in condizioni tali da scongiurare la formazione di ghiaccio sull'esterno dei pannelli degli ORV; la massima differenza di temperatura ammissibile per l'acqua tra ingresso ed uscita dai vaporizzatori è fissata in 5°C. I dati di temperatura dell'acqua di mare riportati al paragrafo 2.2.6 sono tali da poter prevedere per il sito di Taranto un normale funzionamento dei vaporizzatori *open rack* secondo quanto sopra riportato.

In caso di malfunzionamento dei vaporizzatori *open rack* o del sistema di presa a mare, al fine di mantenere operativo l'impianto, entreranno in funzione i vaporizzatori a fiamma sommersa. I due vaporizzatori a fiamma sommersa dovranno essere dimensionati per poter assicurare il 25% della capacità di progetto dell'impianto (134500 Sm³/h).

Il vaporizzatore a fiamma sommersa (si veda [25]) è costituito da un fascio tubero, attraversato dal GNL, immerso in un bagno d'acqua caldo (25 – 35 °C). Il GNL passando attraverso il sistema di tubi immerso, viene riscaldato e vaporizza sfruttando il calore trasmesso dal bagno d'acqua. L'acqua viene mantenuta calda tramite il calore fornito dal contatto diretto con i gas caldi prodotti dalla combustione di un piccola parte di gas naturale (generalmente 1.5 % del gas vaporizzato). Il combustibile e l'aria convogliata da un compressore reagiscono nel bruciatore a fiamma sommersa; i gas caldi prodotti vengono convogliati tramite un sistema di distribuzione all'interno del bagno d'acqua, dove avviene il trasferimento di calore per contatto diretto. Il gas utilizzato come combustibile nei vaporizzatori viene riscaldato in un preriscaldatore posto a monte dei vaporizzatori (si veda [30]).

4.1.2.5 Sistema di misura fiscale ed immissione di rete del gas

Il gas naturale ad una pressione di circa 75 barg in uscita dai vaporizzatori open-rack viene inviato all'unità di misura fiscale del gas (si veda [19]). La fiscalizzazione del gas naturale viene preceduta da un impianto di odorizzazione del GN e da una batteria di analizzatori per O₂, concentrazione di odorizzante ed indice di Wobbe. Tali analizzatori verificano la conformità del gas alle specifiche per l'immissione alla rete nazionale.

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | | | |
|---|--------|----|----|------|--|--|--|------------------------|--|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: | |
| 03255-GEN-R-0-002 | 32 | di | 80 | 0 | | | | | |

4.2 Impianti ausiliari e di servizio

Il terminale di ricezione e rigassificazione del GNL di Taranto è dotato di tutti gli impianti ausiliari e di servizio necessari per il suo esercizio, come di seguito specificato. Ulteriori dettagli sono riportati nei documenti [20] ÷ [24], [26] ÷ [29].

4.2.1 Sistema aria compressa

L'aria compressa sarà prodotta per coprire i fabbisogni del terminale in termini di:

- Aria servizi
- Aria strumenti

L'aria servizi sarà fornita da un'unità dedicata costituita da due compressori; da un refrigerante ad aria e da un sistema di rimozione delle eventuali condense.

L'aria compressa così prodotta verrà accumulata in un serbatoio che alimenterà direttamente la rete di distribuzione dell'aria servizi (non essiccata) dell'impianto.

L'aria strumenti verrà prelevata a valle del serbatoio di aria compressa e verrà inviata agli essicatori che provvederanno ad abbassarne il punto di rugiada (dew-point) fino ai valori richiesti dalla strumentazione installata.

A valle degli essicatori è stato predisposto un serbatoio di accumulo capace di assicurare, in caso di fuori servizio dell'unità, una riserva d'aria alla strumentazione d'impianto pari a 20 minuti.

4.2.2 Sistema azoto

Il sistema azoto è composto dalle apparecchiature necessarie per la fornitura di azoto liquido e gassoso per provvedere alle necessità interne dell'impianto ed al rifornimento delle navi metaniere.

Il rifornimento in impianto dell'azoto liquido verrà effettuato mediante autobotti. Si prevede l'installazione di due *skid* di stoccaggio per l'azoto da ubicare alla piattaforma di scarico ed in area impianto.

Ognuno dei due *skid* conterà di un serbatoio di stoccaggio criogenico e di un vaporizzatore per la produzione di azoto gassoso mediante scambio termico con l'ambiente circostante;

Dal serbatoio di stoccaggio, l'azoto liquido verrà inviato ai bracci di carico e alle altre utenze di azoto liquido, mentre l'azoto gassoso prodotto verrà immesso all'interno delle reti di distribuzione previste tanto alla piattaforma di scarico quanto in area impianto.

4.2.3 Sistema acqua servizi

Le utenze dell'acqua servizi saranno approvvigionate dalla rete di distribuzione dell'impianto che fa capo ad un serbatoio di stoccaggio da 1000 m³ (TK-0003). La rete di distribuzione dell'acqua servizi sarà alimentata dalle pompe P-0016A/B (una di riserva) e sarà provvista di autoclave di accumulo temporaneo. Dal collettore principale della rete acqua servizi si staccherà anche una linea di distribuzione dell'acqua potabile per l'alimentazione delle utenze di impianto e per coprire i fabbisogni delle metaniere. L'acqua

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 33 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

servizi verrà resa potabile, se richiesto, mediante un potabilizzatore la cui capacità è pari alla portata di carico dei serbatoi delle navi.

4.2.4 Gruppi elettrogeni e sistema di alimentazione gas combustibile

Il fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di gassificazione del GNL sarà fornita dalla rete elettrica nazionale.

E' previsto, in caso di interruzione della fornitura dell'energia elettrica dalla rete nazionale, l'utilizzo di un gruppo elettrogeno di emergenza. Il gruppo elettrogeno è dimensionato per coprire il fabbisogno di energia necessario per mettere in sicurezza l'impianto e per assicurare il funzionamento di tre delle sei pompe di estrazione installate in uno dei due serbatoi.

Per l'alimentazione del gruppo elettrogeno di emergenza e per le pompe antincendio Diesel è previsto, per ognuna delle due funzioni, un serbatoio di stoccaggio di gasolio dedicato e munito di pompe di alimento.

E' previsto, in aggiunta, un serbatoio di stoccaggio di olio combustibile per il rifornimento della metaniera

Ogni serbatoio verrà rifornito del combustibile per mezzo di autobotti.

4.2.5 Sistema di presa mare e alimentazione acqua ai vaporizzatori

Il fluido di riscaldamento utilizzato dai vaporizzatori del GNL di tipo *open rack* è, come indicato nel paragrafo 4.1.2.3, l'acqua di mare. In area impianto andrà quindi realizzato un sistema di presa a mare e alimentazione acqua ai vaporizzatori. La portata complessiva di acqua mare che verrà utilizzata in impianto, durante il normale esercizio delle unità di rigassificazione, sarà di circa 25000 m³/h.

Il sistema di presa a mare ed alimentazione ai vaporizzatori prevede la realizzazione di due bacini di presa acqua mare adiacenti.

Ognuno dei due bacini (B-0002A/B) sarà dotato di tre (3) pompe idrovore aventi ciascuna una capacità di 5000 m³/h. Durante il normale funzionamento dell'impianto, delle totali sei (6) pompe, cinque (5) saranno contemporaneamente in esercizio e una (1) di riserva.

Le pompe idrovore alimenteranno i vaporizzatori per mezzo di due collettori da 60" in vetroresina.

L'acqua in uscita dai vaporizzatori verrà inviata ad una apposita vasca di raccolta e convogliata a mare per gravità attraverso un canale di scarico con sezione in pianta di 2,0 m².

La potenzialità della stazione di pompaggio è stata definita ipotizzando di scaricare l'acqua con una differenza di temperatura non superiore ai 5°C rispetto alla temperatura di prelievo.

4.2.6 Sistema recupero, stoccaggio e neutralizzazione acqua demineralizzata

Il sistema permetterà il recupero dell'acqua di reazione prodotta nei vaporizzatori a fiamma sommersa, qualora essi siano attivati.

Il sistema sarà costituito dai seguenti elementi:

- un serbatoio interrato per lo stoccaggio dell'acqua, provvisto di connessione per il primo riempimento da autobotte e di troppo pieno per lo scarico di fogna. Il serbatoio funzionerà normalmente da polmone di raccolta dell'acqua prodotta nell'impianto

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | |
|---|--------|-------|------|--|--|------------------------|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | Rev: | | | N° documento Cliente.: |
| 03255-GEN-R-0-002 | 34 | di 80 | 0 | | | |

- che potrà essere inviata, per mezzo delle pompe allo stoccaggio dell'acqua grezza. La qualità dell'acqua sarà monitorata in continuo per mezzo di analizzatori del pH.
- una sezione di neutralizzazione, completa delle apparecchiature per lo stoccaggio e il dosaggio di carbonato sodico, al fine di eliminare l'acidità dell'acqua prodotta nei vaporizzatori, in seguito alla reazione di combustione.

4.2.7 Sistema blowdown

Il sistema consentirà di raccogliere e convogliare verso un sistema di candele gli scarichi gassosi provenienti dalle valvole di sicurezza e dalle valvole di depressurizzazione dei serbatoi GNL e delle apparecchiature in pressione.

Il sistema sarà costituito da due reti di raccolta separate, una per gli scarichi a bassa pressione e l'altra per quelli ad alta pressione. Ciascuna rete sarà collegata alla propria candela attraverso la quale sarà possibile lo scarico dei gas all'atmosfera.

L'altezza e il posizionamento delle candele, che saranno installate affiancate, sono stati determinati considerando la dispersione del gas naturale nell'ambiente circostante e, in caso di fenomeni aventi frequenza di accadimento non trascurabile, l'irraggiamento termico provocato da un'accensione accidentale della nuvola di vapori di gas naturale. In questo contesto, il sistema è stato progettato in modo tale da non superare i livelli massimi di irraggiamento a terra consentiti dalle normative nazionali (UNI EN) ed internazionali (API 521) in materia.

Nel dettaglio, il calcolo ha portato alla determinazione di una altezza di 35 m tale da garantire un irraggiamento massimo al suolo inferiore a 5 kW/m² in tutte le aree di impianto occupate dalle apparecchiature e normalmente frequentate da personale. L'area circolare alla base della candela di scarico, investita da un irraggiamento compreso tra i 9 kW/m² e i 5 kW/m² sarà invece accessibile solo agli operatori addestrati per la manutenzione e indossanti uno speciale abbigliamento.

4.2.7.1 Candela di scarico BP

Il sistema è stato dimensionato per scaricare la portata massima di vapori di *boil-off*, pari a 42.000 Sm³/h, che corrisponde al caso più conservativo di fase scarico nave.

La rete dei *blowdown* consiste di un collettore principale da 24" che convoglierà il gas verso la candela, in prossimità della quale è prevista l'installazione di un disco di rottura.

La candela di scarico vera e propria prevederà una tubazione di risalita DN 24" con la parte terminale (TIP) DN 20" per accelerare la corrente uscente. Da sottolineare che il collettore di *blowdown* BP è mantenuto inertizzato con azoto onde evitare la formazione di miscele infiammabili all'interno dello stesso nelle eventualità di rilascio.

4.2.7.2 Candela di scarico AP

La portata di gas sulla base della quale è stato effettuato il dimensionamento del sistema di *blowdown* AP è pari a 140000 Sm³/h e corrisponde alla capacità di un vaporizzatore a fiamma sommersa di cui si ipotizza lo scarico in atmosfera tramite la candela AP.

La rete di *blowdown* consiste in un collettore da 24" che convoglia il gas verso la candela anch'essa DN 24", in prossimità della quale è prevista l'installazione di un disco di rottura;

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 35 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

anche in questo caso il collettore è mantenuto inertizzato con azoto onde evitare la formazione di miscele infiammabili all'interno dello stesso nelle eventualità di rilascio

Il sistema di blowdown sopra descritto è da ritenersi puramente indicativo e andrà definito in fase di ingegneria di dettaglio in cui sarà da vagliare la possibilità di avere un unico collettore e un'unica candela di scarico.

4.2.8 Sistema antincendio

Il sistema di alimentazione dell'acqua antincendio è stato dimensionato per fornire alla pressione richiesta dai sistemi spargimento, una portata di acqua almeno uguale a quella necessaria per combattere l'incendio provocato dall'incidente più grave, maggiorato di 100 L/s per le manichette manuali.

La rete di distribuzione dell'acqua antincendio andrà a servire tutta l'area di impianto e raggiungerà anche il molo di attracco delle navi metaniere percorrendo il pontile di collegamento. La rete sarà pressurizzata con acqua dolce, che verrà utilizzata anche per le prove del sistema antincendio ed per fronteggiare emergenze fuoco di breve durata. Nei casi di intervento di lunga durata è previsto l'impiego di acqua mare; in tal modo risulta evidente che la riserva di acqua antincendio avrà una capacità praticamente illimitata.

Il sistema è costituito da:

- a) Una riserva di acqua dolce di 1000 m³ per il riempimento della rete antincendio, costituita dal serbatoio TK-0002.
- b) Una pompa "jockey" acqua antincendio P-0012 (Q = 10 m³/h, H = 130 m) che avrà il compito di tenere in pressione con acqua dolce (TK-0002) la rete antincendio.
- c) Quattro (4) pompe principali per il servizio antincendio. Tali pompe P-0013A/B/C/D (due elettriche e due alimentate da motori diesel, di riserva) attingeranno acqua per la rete antincendio del terminale di rigassificazione inizialmente dal serbatoio acqua dolce TK-0002. Nell'eventualità di un incendio di vaste proporzioni, una volta esaurita la riserva di acqua del TK-0002 le pompe inizieranno automaticamente ad aspirare l'acqua necessaria dal mare; i collettori di aspirazione acqua mare delle pompe P-0013A/B/C/D sono situati nei bacini di presa acqua mare B-0002A/B. Le pompe antincendio avranno ciascuna una capacità di 1135 m³/h (5000 GPM) ed una prevalenza di 120 m.

Le caratteristiche principali delle pompe antincendio e i relativi circuiti saranno in accordo alle norme NFPA, ed in tal senso sono stati previsti dispositivi per l'avviamento automatico delle pompe in caso di richiesta d'acqua.

La rete di tubazioni è stata dimensionata per garantire una erogazione massima di 3400 m³/h di acqua, distribuita nelle varie aree di impianto secondo le contemporaneità di intervento previste.

La rete sarà normalmente mantenuta in pressione con acqua dolce e comunque, dopo ogni impiego di acqua mare, sarà nuovamente flussata e riempita con acqua dolce.

Alla rete saranno direttamente collegati tutti i sistemi fissi ad acqua e schiuma, distinti in:

- a) Spruzzatori per il raffreddamento delle apparecchiature e degli edifici.
- b) Idranti UNI 45 in area impianto e, spazati di 40 m uno dall'altro, lungo l'intero sviluppo delle tubazioni di trasferimento del GNL sul pontile di collegamento.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 36 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- c) Cannoni monitori al molo di attracco ed in particolari aree dell'impianto.
- d) Sistemi a schiuma per il contenimento dell'evaporazione del GNL posizionati lungo il sistema di canalette di drenaggio del GNL, ed in corrispondenza delle due vasche di raccolta GNL in area impianto.
- e) Cortine d'acqua per ridurre, in caso di incendio, gli effetti dell'irraggiamento sulle apparecchiature esposte al fine di confinare gli effetti dell'irraggiamento termico all'area interessata dal fuoco.
- f) Naspi e cassette idranti, ubicati all'interno di fabbricati congruentemente con la natura del rischio.

In funzione delle caratteristiche e dei materiali delle superfici da raffreddare, i sistemi saranno dimensionati per garantire portate minime di applicazione dell'acqua come sotto indicato:

- a) Serbatoi di stoccaggio GNL:
3 L/min/m² sulle superfici del tetto dei serbatoi di stoccaggio.
Per consentire l'erogazione di acqua selettivamente sulle sole superfici esposte, ciascun serbatoio sarà dotato di due circuiti fissi indipendenti per il raffreddamento ciascuno di metà del tetto. L'erogazione dell'acqua sarà controllata mediante valvole attuate con comando locale e remoto.
- b) Percorso tubazioni:
10 L/min/m² sulla intera superficie superiore del percorso tubi per tutta la lunghezza esposta a irraggiamento.
A tale scopo sono stati previsti sistemi di irrorazione fissi con dispositivi di regolazione della portata tali da permettere la parzializzazione dell'intervento secondo le effettive condizioni di irraggiamento.
L'erogazione dell'acqua sarà controllata mediante valvole attuate con comando locale e remoto.
- c) Bracci di scarico GNL:
20 l/min/m² sulla ipotetica superficie frontale delimitata dall'ingombro dei bracci stessi. L'erogazione di acqua avverrà per mezzo di cannoni monitori telecomandati ubicati a diverse altezze alle due estremità della piattaforma. L'attivazione ed il controllo dei cannoni sarà manuale tramite comando remoto.
- c) Cortina d'acqua:
5 L/min/m. L'erogazione sarà attivata manualmente con comando remoto ogni qual volta si voglia proteggere dell'irraggiamento termico eccessivo una determinata apparecchiatura o edificio in area impianto.

Oltre ai dispositivi di cui sopra, per il controllo e l'estinzione degli incendi di gas sono state previste unità fisse a polvere chimica ciascuna dotata di serbatoi di stoccaggio e dispositivi di erogazione controllati in maniera manuale sia locale che a distanza.

Le unità a polvere chimica saranno previste a protezione delle seguenti aree:

- Area misurazioni
- Bracci di scarico GNL
- Valvole di sicurezza dei serbatoi

Per il controllo e l'estinzione degli incendi di natura elettrica sono stati previsti impianti a saturazione di gas. Data la necessità di limitare i quantitativi di detto estinguente per ragioni ecologiche, è stata prevista la sua applicazione solamente nei sottopavimenti con alta concentrazione di cavi e solo quando non esista una facile accessibilità dall'esterno.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 37 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

L'erogazione di gas sarà controllata sia automaticamente, per mezzo di rivelatori di incendio, che manualmente localmente.

Inoltre, ad integrazione dei sistemi fissi di estinzione sopra descritti, saranno previsti estintori portatili e mobili di tipo adeguato alla natura del rischio nell'area di riferimento.

4.3 Installazioni piping

4.3.1 Trasferimento, stoccaggio e vaporizzazione del GNL

Il trasferimento del GNL dalle navi metaniere ai serbatoi criogenici per lo stoccaggio temporaneo avviene tramite l'utilizzo di tre bracci di scarico da 16", adatti al servizio a basse temperature, che convogliano il prodotto ai serbatoi per mezzo di due linee di trasferimento da 30" posate su un pontile di collegamento tra la piattaforma di scarico e la zona impianto.

Sullo stesso pontile sarà posizionata un'ulteriore linea da 24", con il relativo braccio di carico, adibita al ritorno verso la metaniera di una parte dei vapori di *boil-off* estratti dai serbatoi durante le operazioni di scarico.

Per compensare gli spostamenti delle tubazioni, dovuti alle dilatazioni termiche, lungo il pontile dovranno essere realizzati due loop di espansione opportunamente dimensionati.

Considerando le basse temperature operative (~ -160°C) le tubazioni da 30" e da 24", la relativa raccorderia, le eventuali flange e le valvole dovranno essere realizzate in acciaio inossidabile.

In acciaio inossidabile dovranno essere realizzate anche tutte le tubazioni e le valvole per il collegamento dei serbatoi al condensatore di *boil-off* e ai vaporizzatori.

Tutte le connessioni fra i vari componenti piping saranno saldate, per ridurre al minimo eventuali rischi dovuti a fuoriuscite di GNL. Le connessioni flangiate saranno ridotte ai soli casi indispensabili (collegamenti con i bocchelli delle pompe o di altre apparecchiature, ecc.).

All'interno dell'impianto e lungo il pontile le linee saranno appoggiate su *sleepers* in cemento armato.

Tutte le linee che trasportano GNL, operanti quindi ad una temperatura di ~ -160°C, dovranno essere coibentate con materiale isolante adatto alle basse temperature (schiume poliuretatiche, vetro cellulare, ecc.), di spessore tale da mantenere costante la temperatura interna del tubo e da evitare la formazione di ghiaccio all'esterno della coibentazione.

La supportazione delle tubazioni criogeniche verrà realizzata mediante selle di appoggio in acciaio al carbonio, fissate esternamente alla coibentazione del tubo tramite due cravatte, anch'esse in acciaio al carbonio.

In corrispondenza dei supporti si provvederà ad usare un materiale isolante ad alta resistenza alla compressione per evitare la deformazione dovuta sia al peso proprio della tubazione, sia al serraggio delle cravatte.

Con questa metodologia si evita quindi lo scambio termico fra il tubo, il supporto e la superficie di appoggio del supporto stesso, con il vantaggio di poter usare acciaio al carbonio e ridurre quindi i costi di realizzazione della supportazione.

Per la realizzazione dei supporti che dovranno agire da punti fissi, invece, le selle di appoggio saranno saldate direttamente al tubo e, viste le basse temperature che si propagano dalla tubazione al supporto, realizzate in acciaio inossidabile.

Inoltre dovranno essere inseriti dei blocchi di materiale isolante ad alta resistenza alla compressione tra la superficie del punto fisso e la superficie di appoggio (*sleeper*) al fine di evitare problemi sul cemento armato causati dallo scambio termico.

Una volta vaporizzato, il gas naturale viene analizzato, convogliato attraverso un sistema di misura fiscale e quindi inserito nella rete nazionale di gasdotti. Per questa parte di

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 38 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

impianto, a valle dei vaporizzatori, le condizioni operative ($P = 75 \text{ barg}$, $T = 5^\circ\text{C}$) sono tali da permettere l'utilizzo di acciaio al carbonio per la tubazioni, la raccorderia, le valvole e la supportazione.

Le connessioni saranno flangiate per le tubazioni fuori terra e saldate per eventuali tratti interrati.

Nel caso di utilizzo di ORV, il vettore termico usato per la vaporizzazione del GNL è l'acqua di mare, che sarà prelevata da una vasca di accumulo tramite delle idrovore e inviata, dopo opportuno trattamento, ai vaporizzatori per mezzo di tubazioni interrate da realizzate in vetroresina (GRP).

L'acqua in uscita dai vaporizzatori sarà raccolta dai collettori interrati, realizzati in vetroresina, convogliata in una vasca di raccolta dalla quale per gravità, e, attraverso un condotto prefabbricato in cemento armato, verrà scaricata in mare. Tutti i collegamenti fuori terra tra i vaporizzatori e il collettore di adduzione dell'acqua di mare dovranno essere realizzati mediante spool flangiati in acciaio al carbonio rivestiti internamente con una vernice resistente all'utilizzo in acqua di mare.

4.3.2 Sistema blowdown

Il sistema di *blowdown* del terminale sarà costituito principalmente da due collettori, uno da 24" (bassa pressione) e l'altro da 20" (alta pressione), collegati a due candele, per la raccolta e lo scarico all'atmosfera di tutti gli sfiati delle valvole di sicurezza e di quelle di controllo della pressione sui serbatoi.

Dal momento che il collettore di bassa pressione raccoglie principalmente gli sfiati delle valvole di sicurezza dei serbatoi criogenici, potrebbe verificarsi la possibilità che tutta la tubazione contenga vapori a bassa temperatura ($\sim -160^\circ\text{C}$); per questo motivo i componenti piping (tubi, raccorderia e valvole) saranno realizzati in acciaio inossidabile e la linea dovrà essere coibentata (vedi para. 4.3.1).

Il collettore di alta pressione, raccogliendo gli sfiati delle varie apparecchiature (vaporizzatori, condensatore di *boil-off*, ecc.), non presenta questo tipo di problematica e sarà quindi realizzato in acciaio al carbonio.

Dovrà comunque essere valutata la possibilità che, in fase di sviluppo dell'ingegneria di dettaglio, si presenti la necessità di realizzare, a causa delle basse temperature di esercizio, la parte iniziale del collettore di alta pressione in acciaio inossidabile, con la relativa coibentazione.

Tutte le connessioni riguardanti il sistema di *blowdown* saranno flangiate.

Per la supportazione delle tubazioni coibentate valgono le stesse considerazioni fatte al paragrafo 4.3.1 per le tubazioni che trasportano GNL (supporti con cravatte in acciaio al carbonio e punti fissi in acciaio inossidabile), mentre per le tubazioni non coibentate i supporti saranno realizzati in acciaio al carbonio.

Le due tubazioni da 20" e da 24", sia all'interno dell'impianto, che lungo il pontile di collegamento con le due candele, appoggeranno sopra degli sleeper in cemento.

4.3.3 Sistema antincendio

Il sistema antincendio del terminale è costituito da un serbatoio contenente acqua dolce e da una stazione di pompaggio in grado di garantire la quantità di acqua necessaria in caso di incendio. Per la realizzazione dell'anello antincendio interrato sarà utilizzato polietilene ad alta densità (PEAD) di adeguato diametro e spessore, cercando di mantenere in tutte le zone dell'impianto $\sim 1 \text{ m}$ di copertura.

Tutte le derivazioni dell'anello che escono fuori terra dovranno essere in acciaio al carbonio. Il cambio di materiale sarà realizzato all'interno di appositi pozzetti di ispezione

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 39 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

per evitare, in caso di incendio, danneggiamenti alle parti in PEAD e per monitorare eventuali perdite.

Le tubazioni, la raccorderia, le valvole e i supporti delle parti fuori terra del sistema antincendio saranno realizzate in acciaio al carbonio. Questa scelta è giustificata dal fatto che, anche se si dovesse presentare la necessità di far funzionare l'impianto con acqua di mare, tutto il circuito verrebbe comunque alla fine spiazzato con acqua dolce.

Le connessioni sulle linee antincendio e i cambi di materiale tra PEAD e acciaio al carbonio saranno flangiati.

4.3.4 Sistema di carico dell'olio combustibile

Sulla piattaforma di scarico del terminale sarà installato un ulteriore braccio di carico per il caricamento dell'olio combustibile necessario alla metaniera.

L'olio verrà stoccato in un serbatoio all'interno dell'impianto collegato al braccio di carico tramite una tubazione.

Questa tubazione (compresa la relativa raccorderia e le valvole) sarà in acciaio al carbonio e seguirà, lungo il pontile, il percorso delle linee descritte nei paragrafi precedenti.

Le connessioni relative alle tubazioni dell'olio combustibile saranno flangiate e i supporti verranno realizzati in acciaio al carbonio.

4.3.5 Sistema aria compressa

Il sistema sarà adibito sia alla produzione di aria strumenti che a quella di aria servizi tramite due compressori e un serbatoio di accumulo.

Le tubazioni e la raccorderia di questo sistema saranno realizzate in acciaio al carbonio galvanizzato mentre le valvole saranno in bronzo.

Le connessioni saranno per la maggior parte filettate, ad eccezione delle eventuali connessioni alle apparecchiature, che potrebbero invece essere flangiate.

4.3.6 Sistema azoto

Per lo stoccaggio di azoto liquido saranno installati due skid, uno in zona impianto e l'altro presso l'attracco delle navi.

In questo caso, tenute in considerazione le basse temperature operative, tutti i componenti piping (tubi, serbatoi di stoccaggio, raccorderia e valvole) saranno realizzati in acciaio inossidabile e le connessioni saranno principalmente saldate.

Per la supportazione valgono gli stessi criteri descritti per le tubazioni del GNL.

4.3.7 Sistema acqua servizi e acqua potabile

Questo sistema sarà dedicato all'approvvigionamento dell'acqua servizi e dell'acqua potabile necessaria sia all'impianto, sia al molo di attracco delle navi metaniere.

L'acqua sarà prelevata tramite alcune pompe da un serbatoio e inviata alla rete di distribuzione sulla quale è previsto uno stacco per la produzione dell'acqua potabile.

I tratti interrati della rete dell'acqua servizi saranno realizzati in polietilene ad alta densità, quelli fuori terra in acciaio al carbonio.

I tratti interrati della rete di acqua potabile saranno in polietilene ad alta densità adatto a questo tipo di servizio mentre quelli fuori terra saranno in acciaio al carbonio galvanizzato.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 40 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

4.4 Sistema elettrico

4.4.1 Descrizione generale

Il sistema elettrico asservito alla alimentazione delle utenze dell'impianto GNL di rigassificazione è quello descritto nello schema elettrico unifilare [31].

Nell'ambito del sistema di distribuzione proposto per l'impianto saranno previsti due livelli di tensione, un primo livello in Media Tensione, 6 kV, con il quale saranno alimentati i motori elettrici aventi un valore di potenza nominale superiore ai 200 kW, un secondo livello in Bassa Tensione, 400V, dedicato alla alimentazione, dei motori elettrici con potenza nominale inferiore ai 200 kW, del sistema di strumentazione e controllo, dei servizi ausiliari di impianto, dei sistemi di illuminazione e forza motrice previsti nell'ambito del progetto. Il fabbisogno giornaliero di energia elettrica sarà garantito mediante una doppia alimentazione a 20 kV derivata dalla rete nazionale. Le due linee di alimentazione saranno dimensionate per il 100% del carico complessivo in modo da garantire, con una commutazione automatica, la continuità del servizio anche in caso di un guasto su una delle due. Il sistema elettrico proposto sarà dimensionato per un corretto funzionamento in corrispondenza di un carico totale assorbito stimato pari a circa 13 MW. Come configurazione per il sistema di distribuzione sarà adottata una configurazione denominata "radiale doppio" la quale con due rami di impianto dimensionati per il 100% del carico totale consente l'alimentazione delle utenze anche in caso di fuori servizio di una delle linee garantendo così oltre che una maggiore affidabilità in termini di continuità del servizio anche una maggiore flessibilità di esercizio consentendo gli interventi di manutenzione sul sistema elettrico senza l'arresto dell'impianto. A partire dal quadro principale a 20 kV QMT-0001 saranno quindi derivate due rami di distribuzione ciascuno dimensionato per il 100% del carico. In funzionamento normale i quadri di distribuzione, sia in MT che in BT, saranno eserciti con l'interruttore/congiuntore, previsto tra le due semi sbarre, esercito normalmente aperto. In condizioni di emergenza, fuori servizio di una delle due linee di alimentazione, mediante commutazione automatica sarà possibile continuare ad alimentare l'intero carico elettrico mediante l'unica linea rimasta in servizio. Un gruppo di generazione diesel sarà inoltre installato al fine di garantire in caso di fuori servizio del sistema di alimentazione principale l'alimentazione ai carichi essenziali, quali sistema di controllo e sistema aria compressa, necessari in caso di emergenza per la messa in sicurezza dell'impianto. Il sistema elettrico derivato dalla cabina di arrivo delle linee di alimentazione ENEL prevede la realizzazione delle seguenti sottostazioni:

- una sottostazione elettrica principale (SS1) dove saranno installate tutte le apparecchiature necessarie per la distribuzione primaria sia in MT che in BT alle utenze dell'impianto installate a terra;
- una cabina di trasformazione MT/BT (SS2) dedicata alla alimentazione delle utenze elettriche previste per il pontile di carico/scarico.

Gruppi di continuità (UPS), opportunamente dimensionati, saranno forniti per la alimentazione dei circuiti ausiliari dei quadri di distribuzione, e del sistema di controllo e telecomunicazione.

4.4.2 Influenze esterne, condizioni ambientali

Temperatura ambiente: min. 4°C/ max 45°C
Temperatura di progetto: max 45°C
Umidità relativa: 95%
Altitudine: 4 m s.l.m.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 41 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Presenza generica di polvere portata dal vento.
Presenza di sostanze inquinanti o corrosive: esposizione occasionale ai prodotti di lavorazione, esposizione costante in ambiente salino
Possibilità di urti: media severità
Velocità di progetto del vento: 80 Km/h

4.4.3 Caratteristiche elettriche nominali

| | |
|---|-------------------------|
| Tensione nominale/n.fasi linee di alimentazione dell'impianto | 20 kV - 3 fasi; |
| Tensione nominale/n. fasi Sistema Media Tensione: | 6 kV - 3 fasi; |
| Tensione nominale/n. fasi Sistema Bassa Tensione: | 0.4 kV - 3 fasi+Neutro; |
| Frequenza nominale: | 50Hz |
| Tensione nominale circuiti luce/forza motrice: | 400/230 V ; |
| Circuiti ausiliari quadri elettrici principali: | 110 V c.c. |
| Stato del neutro: | TN-S |

4.4.4 Descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti

4.4.4.1 Protezione contro i contatti diretti

Al fine di evitare contatti diretti con parti conduttrici, in tensione in servizio ordinario, tutte le parti attive saranno installate entro involucri aventi adeguato grado di protezione e fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale e apribili solo con apposite attrezzature.

4.4.4.2 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione.
Tutte le masse simultaneamente accessibili saranno collegate all'impianto di terra, mediante collegamenti equipotenziali principali. Collegamenti equipotenziali supplementari (locali) tra le masse, e tra queste e le masse estranee saranno realizzati al fine di garantire un adeguato grado di sicurezza anche in caso di non funzionamento dei dispositivi di protezione.

4.4.4.3 Impianto di messa a terra

L'impianto di terra sarà dimensionato in modo che la sua resistenza di terra sia di valore tale che, in relazione al coordinamento con le protezioni e i dispositivi di intervento per guasto verso massa o verso terra nel sistema M.T. le tensioni di passo e di contatto siano contenute entro i limiti definiti dalla norma CEI 11-1.

Il sistema di terra, unico per tutto l'impianto, sarà realizzato mediante un anello di corda di rame nudo o piatto in acciaio zincato, integrato con dispersori verticali opportunamente dimensionati.

Tutte le apparecchiature elettriche e le strutture metalliche, al fine di evitare pericolose differenze di potenziale, dovranno essere collegate a tale impianto di dispersione. Le connessioni fuori terra saranno eseguite mediante capocorda e bullone, le connessioni interrate saranno eseguite con connettori a compressione.

In generale conformità a quanto prescritto dalle vigenti normative si useranno, per l'impianto di terra, i seguenti materiali:

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 42 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- conduttori in rame isolati in PVC (giallo/verde);
- dispersori a picchetto in acciaio zincato installati in pozzetti ispezionabili;
- piastre forate fissate a strutture metalliche o con bulloneria in acciaio inossidabile per i collegamenti equipotenziali.

4.4.4.4 Impianto di protezione da scariche atmosferiche

Una attenta valutazione del rischio di fulminazioni e dell'eventuale danno conseguente, sarà condotta, secondo le modalità previste dalla norma CEI 81-1, al fine di individuare le strutture da proteggere e l'eventuale tipologia di impianto da adottare.

Secondo quanto previsto dalla vigente normativa saranno predisposti, per tutte le strutture porta tubi poste superiormente al tetto dei serbatoi, adeguati collegamenti all'impianto di dispersione, opportunamente dimensionati.

Tutte le carpenterie metalliche caratterizzate da un'altezza rilevante nell'ambito dell'impianto saranno connesse all'impianto generale di terra.

4.4.5 Impianto d'illuminazione

Gli impianti d'illuminazione saranno dimensionati in modo da garantire i livelli di illuminamento previsti dalle vigenti normative.

Nell'ambito del progetto saranno realizzati tre sistemi di illuminazione:

- sistema normale: con alimentazione derivata dal sistema elettrico normalmente in servizio;
- sistema di emergenza (comprendente circa il 20% del sistema di illuminazione esterna) con alimentazione da gruppo diesel di emergenza. Internamente agli edifici, sala controllo, ufficio, sottostazione elettrica etc., saranno installate apparecchi illuminanti dotati di sistema di emergenza, comprensivo di raddrizzatore e batteria tampone;
- sistema di sicurezza (vie di fuga e punti critici dell'impianto e degli edifici) realizzato mediante apparecchi illuminanti dotati di sistema di emergenza, comprensivo di raddrizzatore, batteria tampone e opportuno pittogramma.

Il sistema di illuminazione internamente agli edifici sarà realizzato mediante corpi illuminanti aventi ottica dark light, equipaggiati con lampade fluorescenti lineari (230 V - 50 Hz). Il sistema di illuminazione esterna sarà dimensionato secondo l'area dell'impianto interessata e relative attività di processo previste:

Illuminazione area serbatoi: sarà realizzata mediante proiettori montati a palo equipaggiati con lampade a vapori di alogenuri o a vapori di sodio ad alta pressione.

Illuminazione stradale: sarà realizzata mediante armature metalliche stradali dotate di apparecchi illuminanti equipaggiate con lampade a vapori di mercurio o a vapori di sodio ad alta pressione.

La scelta dei materiali e della esecuzione delle apparecchiature previste per il sistema di illuminazione sarà condotta in conformità a quanto richiesto dalle vigenti norme in base alla classificazione delle diverse zone dell'impianto.

Particolari accorgimenti potranno essere adottate per mitigare l'impatto visivo notturno dell'impianto.

4.4.6 Condutture elettriche

Il sistema di distribuzione sarà realizzato mediante condutture in cavo, direttamente interrati o posati in apposite passerelle a secondo della localizzazione delle utenze. In

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 43 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

base ai livelli di tensione nominale distribuiti nell'ambito dell'impianto verranno impiegati cavi con i seguenti valori di tensione di isolamento:

- sistema Media Tensione a 20 kV : $U_o/U_m = 12/20$ kV
- sistema Media Tensione a 6 kV : $U_o/U_m = 6/10$ kV
- sistema Bassa Tensione : $U_o/U_m = 0,6/1$ kV

I cavi elettrici, principalmente saranno di tipo multipolare con conduttore in rame, isolamento in EPR, del tipo armato (con fili o piattine di acciaio zincato) dove prevista la posa direttamente interrata. Le caratteristiche elettriche e costruttive dovranno essere in conformità alle Norme CEI 20-13 e 20-33. Per gli impianti realizzati nelle aree con pericolo di esplosione o scoppio in conformità a quanto richiesto dalla norma CEI 31-33 saranno impiegati cavi non propaganti la fiamma(CEI 20-35).

Il dimensionamento delle condutture, condotto sulla base delle correnti di impiego e delle condizioni di posa, dovrà essere tale da soddisfare le seguenti condizioni :
contenere la caduta di tensione entro i valori prefissati sia nelle condizioni di esercizio normale che per le fasi transitorie;
contenere i valori di temperatura entro i limiti ammissibili dalla tipologia di cavo adottata, sia in condizioni normali di esercizio, sia, mediante coordinamento con i dispositivi di protezione, in caso di corto circuito o sovraccarico;

4.4.7 *Apparecchiature principali*

4.4.7.1 Trasformatori

Sia i trasformatori di potenza (TR001-A/B, 20/6kV) che quelli di distribuzione (TR002 A/B e TR003 A/B, 6/0,4 kV) saranno dimensionati ognuno per il 100% della potenza richiesta. Essi saranno del tipo in olio, con circolazione aria naturale. I trasformatori di potenza saranno ubicati in apposite aree in corrispondenza della sottostazione principale SS-1 mentre quelli di distribuzione installati in apposite baie realizzate anche esse nelle adiacenze della sottostazione elettrica principale. Dove prevista una installazione all'interno delle sottostazioni saranno installati invece trasformatori del tipo a secco (in resina).

I trasformatori verranno dotati di commutatore di tensione (manovrabile a vuoto) di relativi accessori e dispositivi di protezione.

4.4.7.2 Quadri Media Tensione

I quadri di media tensione installati, QMT-001, 20 kV e QMT-002, 6kV, saranno realizzati in esecuzione "Blindata", isolati in aria o SF6, totalmente segregati, per interni, minimo grado di protezione IP 30. Su entrambi i quadri gli arrivi, i congiuntori e le partenze trasformatori saranno equipaggiati con interruttori in esecuzione estraibile tipo SF6 o sottovuoto. Le partenze dei motori elettrici con potenza nominale inferiore agli 800 kW saranno equipaggiate con contattore e fusibili (complesso in esecuzione estraibile) mentre saranno impiegati interruttori estraibili in SF6 o sottovuoto equipaggiato con dispositivo di protezione intelligente per potenze superiori a 1000 kW.

Il dimensionamento e la composizione dei quadri saranno determinati in base al loro servizio e i parametri elettrici caratteristici del sistema, corrente nominale, livello di isolamento, tenuta al cortocircuito.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 44 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

4.4.7.3 Quadri Bassa Tensione

I quadri di bassa tensione del tipo Power Center/Motor Control Center saranno realizzati in modo da ottenere una segregazione interna di Forma 4. I quadri saranno costituiti da pannelli realizzati in modo da ottenere una completa separazione fra le parti. I quadri dovranno essere adatti per installazione indoor, minimo grado di protezione IP30, con pannelli verticali assemblati in unico fronte.

Gli interruttori principali saranno in esecuzione estraibile.

Le partenze motori saranno equipaggiate con interruttori automatici con relé magnetici, teleruttori e relé termici, e dispositivo di protezione di terra. La categoria di avviamento sarà AC3 in conformità alle norme CEI 17-3. Al fine di contenere le correnti di spunto durante l'avviamento, e quindi le conseguenti cadute di tensione, sistemi di avviamento a tensione e frequenza variabile saranno previsti per i motori di taglia superiore o uguale ai 160 kW.

Quadri servizi ausiliari alimenteranno tutte le utenze diverse da motori, quali ad esempio: impianto di illuminazione, condizionamento, prese forza motrice, quadri locali nell'impianto e negli edifici. Le varie partenze saranno del tipo fisso, a singolo scomparto, equipaggiate con interruttori automatici muniti di protezione differenziale.

4.4.7.4 Motori elettrici

I motori elettrici saranno del tipo asincrono a gabbia di scoiattolo adatti per avviamento diretto a piena tensione. Il grado di protezione del motore e relativi accessori non sarà inferiore a IP55. L'isolamento sarà di classe F con massima sovratemperatura ammissibile quella definita dalla classe B.

La rumorosità sarà contenuta entro gli 85 dBA ad 1 metro dalla macchina.

I motori elettrici installati nella zona impianti classificati con classe i zona 1 e zona 2 saranno realizzati in esecuzione Ex-d o Ex-p. I motori installati nelle zone non classificate potranno essere del tipo TEFC-IP55.

4.4.7.5 Protezione catodica

Tutti gli elementi metallici per i quali è prevista una installazione interrata saranno protetti contro la corrosione mediante opportuni rivestimenti e mediante un sistema di protezione catodica dimensionato sulla base dei materiali impiegati per la loro realizzazione e delle caratteristiche geo-fisiche del terreno. La scelta delle apparecchiature e relativa installazione sarà realizzata in conformità alle rilevanti norme, sulla base dello sviluppo dell'ingegneria di dettaglio.

Per le strutture metalliche immerse totalmente o parzialmente in acqua, saranno adottate precauzioni particolari circa le interfacce protezione catodica-pittura.

4.5 Supervisione, controllo e strumentazione

4.5.1 Sistema di controllo di processo

L'impianto sarà controllato e supervisionato da un unico sistema di controllo (DCS) i cui criteri di definizione saranno, come per la definizione del processo, la massimizzazione della disponibilità e della sicurezza.

La filosofia di definizione del sistema di controllo può quindi essere riassunta come segue:

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 45 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- Massima sicurezza per il personale e per le apparecchiature
- Massima disponibilità dell'impianto
- Conduzione sicura ed efficace dell'impianto in tutte le condizioni operative.

Il sistema di controllo sarà quindi caratterizzato da:

- Estensivo utilizzo della tecnologia a microprocessore
- Utilizzo della tecnologia fieldbus
- Organizzazione gerarchica del controllo
- Ridondanza a tutti i livelli
- Autodiagnostica
- Flessibilità e semplicità di configurazione

Nel documento 03246-ITC-D-0-001 [32] è illustrata un'architettura preliminare del sistema di controllo.

Il linea di principio tutti i sistemi di processo saranno integrati nel sistema di controllo (DCS). Solo per sistemi minori o fortemente "specializzati" (ad esempio il sistema di controllo dei bracci di scarico, degli evaporatori, ecc) sarà previsto un controllo locale interfacciato al DCS.

L'impianto sarà gestito in tutte le condizioni operative, ordinarie e d'emergenza, dalla sala controllo. Dato che l'intervento degli operatori "in campo" sarà limitato alla sola manutenzione, il sistema di controllo fornirà tutte le informazioni necessarie per la corretta programmazione degli interventi (diagnostica predittiva d'impianto).

L'organizzazione gerarchica del controllo sarà applicata sia all'hardware, con più livelli di acquisizione, che al software, con una struttura piramidale delle sequenze di controllo. Attraverso i terminali posti in sala controllo l'operatore avrà accesso a tutti i dati acquisiti dal campo e potrà impartire i comandi alle apparecchiature. Tutte le informazioni saranno rappresentate al terminale organizzate per pagine grafiche (sinottiche) e per priorità.

Il sistema gestirà i segnali e gli allarmi relativi alla sicurezza dell'impianto (blocchi) attraverso un sistema dedicato con le caratteristiche necessarie ad ottenere un'altissima disponibilità ed affidabilità. Il sistema sarà certificato secondo quanto previsto delle norme IEC 61508 con un grado di integrità (Safety Integrity Level) valutato dall'analisi di rischio dell'impianto.

4.5.2 Sistema di rivelazione incendi e presenza gas

Il sistema di detenzione di fuoco e di gas (F&G) sarà completamente indipendente ed interfacciato al sistema blocchi per eventuali sequenze automatiche di intervento sul processo.

Il sistema F&G riceverà tutti i segnali di fuoco e di rilascio di GN ed oltre a permettere, attraverso i relativi allarmi, l'individuazione della fonte di pericolo, attiverà automaticamente le procedure per mettere in sicurezza l'impianto, o parte di esso, agendo, a seconda dei casi, sui sistemi antincendio presenti in impianto, sulla chiusura di opportune valvole di sezionamento, sulla messa in funzione di una cortina d'acqua, ecc.

I segnali di allarme verranno comunicati anche al DCS ma, mentre l'invio dei segnali al sistema ESD ha la funzione di iniziare, se necessario, la procedura di shut-down parziale o totale dell'impianto, l'invio al sistema DCS ha solo la funzione di informare l'operatore di quanto sta accadendo.

Il sistema rilevamento incendi sarà conforme alle norme di riferimento (UNI EN 54).

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | | | |
|---|--------|----|----|------|--|--|--|------------------------|--|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: | |
| 03255-GEN-R-0-002 | 46 | di | 80 | 0 | | | | | |

4.5.3 *Controllo degli accessi*

Tutti gli accessi dell'impianto saranno controllati mediante barriere distinte, adatte specificamente ai veicoli e al personale. Sono state previste due porte di accesso allo scopo di facilitare l'accesso ai veicoli antincendio e di soccorso.

L'apertura di queste barriere sarà comandata da un sistema di controllo di accesso specifico, in grado di:

verificare il livello di autorizzazione;

contare il numero di persone che attraversano una porta aperta;

aprire automaticamente, a seguito di un incidente, tutte le uscite di emergenza del terminale come pure tutte le strade di accesso per i servizi di soccorso. Questa procedura farà parte del piano di evacuazione dell'installazione.

Il controllo degli accessi potrà essere assicurato o da sorveglianti oppure mediante dispositivi fisici quali serrature, tessere magnetiche, ecc.

4.5.4 *Sistema di accosto sicuro*

Per garantire un alto grado di sicurezza durante la fase di accosto della metaniera è prevista l'installazione di un sistema tipo "Indicatore di velocità di accosto" che rileva la velocità di avvicinamento della nave sia in senso longitudinale che trasversale, durante la fase di accosto.

Tale valore è visibile da bordo della nave dagli addetti alle manovre, che possono così operare di conseguenza.

4.5.5 *Sistema di monitoraggio dello sforzo sui cavi di ormeggio*

Per registrare e controllare lo stato di ormeggio della nave durante le condizioni ambientali estreme (azione del vento, onde e corrente) si equipaggeranno i ganci a scocco con trasduttore in grado di misurare e trasmettere in sala controllo lo sforzo agente sui cavi di ormeggio.

In base ai dati rilevati sarà possibile intervenire rinforzando gli ormeggi e/o ridistribuendo il carico sui diversi cavi.

4.5.6 *Segnalazioni alla navigazione*

Sulla piattaforma di scarico si installeranno segnalatori visivi ed acustici così come richiesto dalle norme internazionali.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 47 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

5 OPERE CIVILI

5.1 Opere civili a mare

L'insieme delle opere civili a mare è composto da:

- piattaforma di scarico delle metaniere;
- pontile di collegamento a terra della piattaforma di scarico comprese le piattaforme - per loop di espansione termica delle tubazioni;
- strutture di accosto ed ormeggio metaniere;
- passerelle pedonali di collegamento delle strutture di ormeggio ed accosto;
- dragaggi;
- colmata.

Di seguito sono riportate le caratteristiche strutturali delle opere.

5.1.1 Piattaforma per lo scarico delle metaniere

La piattaforma di scarico, posta ad una distanza di 5 m dalla linea di accosto, verrà realizzata in modo tale da essere strutturalmente indipendente dalle opere di accosto e ormeggio metaniere così che la nave non possa trasmetterle azioni.

La piattaforma di scarico è formata da due piani:

- piano inferiore, avente dimensioni in pianta di 35×35 m, posto ad una quota di +7.10 m sul l.m.m. così da assicurare un franco di 0.5 m tra la cresta dell'onda massima e l'intradosso delle travi dell'impalcato;
- piano superiore, avente dimensioni in pianta 28.6×16.8 m, posto ad una quota di +14.00 sul l.m.m. e raggiungibile per mezzo di due scale a struttura metallica.

Il piano inferiore della piattaforma di scarico, direttamente collegato a terra tramite la strada posta sul pontile, ospita le condotte del GNL e del ritorno vapori in arrivo alla piattaforma, il serbatoio di drenaggio dei bracci di scarico e le tubazioni/valvole per la distribuzione dell'azoto, aria strumenti ecc.

Sul piano superiore sono posti 3 bracci rigidi da 16" per lo scarico del GNL dalla metaniera, 1 braccio rigido da 16" per il ritorno dei vapori di GNL ai serbatoi della metaniera e un braccio rigido da 6" per il carico del combustibile della metaniera.

Tale livello ospita inoltre le seguenti strutture:

- Sala controllo da cui è visibile il manifold nave comprendente:
 - pannello di controllo dei bracci di scarico e la relativa strumentazione;
 - il sistema di comando sgancio di emergenza e sistema di monitoraggio sforzo sui cavi di ormeggio relativo ai ganci a scocco;
 - telecomando monitori antincendio;
 - quadro elettrico relativo all'area pontile.
- Torre con passerella telescopica per l'accesso alla nave e gru di servizio;
- Torri dei cannoni monitori antincendio;
- Luci di segnalazione.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 48 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Sul piano superiore della piattaforma è collocato un cordolo in c.a. per delimitare l'area di pertinenza dei bracci di scarico. Tale area verrà inoltre realizzata, per mezzo di uno strato di finitura superiore in calcestruzzo, con una pendenza media di 1 su 100 in modo tale da convogliare eventuali perdite di GNL dai bracci di carico verso il perimetro e permettere lo scolo dell'acqua piovana.

Inoltre sulla piattaforma inferiore, parallelamente alla linea di accosto, è posto un canale di raccolta del GNL largo 3 m così da raccogliere eventuali rilasci di GNL dai bracci di scarico ed evitare che si riversino in mare. Il canale verrà realizzato in pendenza verso una vasca di raccolta posta sulla piattaforma.

Le strutture in c.a. del canale e della vasca di contenimento dei GNL verranno realizzate con calcestruzzo trattato al fine di ridurre l'evaporazione di GNL.

Le strutture in elevazione della piattaforma sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera o parzialmente prefabbricate, poggianti su pali tubolari in acciaio.

I pali, di diametro pari a 760 mm (dPE) e di lunghezza variabile in funzione dell'andamento del fondale, vengono infissi per battitura fino alla profondità di progetto oppure finché non vanno a rifiuto; quindi si esegue il getto di calcestruzzo a partire dal pulvino fino a quota -1 m/l.m.m. così da assicurare la resistenza strutturale anche in caso di incendio.

Prima che i pali vengano infissi, è prevista l'applicazione di uno strato di vernice a base di resine epossidiche e l'installazione di un sistema di protezione catodica per proteggere i pali dagli agenti aggressivi presenti in ambiente marino.

Le teste dei pali sono collegate mediante pulvini in calcestruzzo sui quali poggiano le sovrastrutture costituite da un graticcio di travi in c.a. e da una soletta anch'essa in c.a.

Sulla soletta sarà posizionato uno strato di finitura superiore in calcestruzzo con pendenza media 1 su 100 avente lo scopo di consentire il drenaggio dell'acqua piovana e di proteggere la struttura da possibili rilasci di GNL.

5.1.2 Pontile di collegamento a terra dell'isola di scarico

Il pontile è stato posizionato in modo da ottenere un ottimale allineamento rispetto ai venti predominanti e consentendo accosti in sicurezza.

Per la costruzione del pontile si utilizzeranno fondazioni profonde su pali in acciaio battuti e sovrastrutture in calcestruzzo.

E' stata adottata una tale tipologia costruttiva in seguito all'analisi dei seguenti fattori:

- trasparenza al moto ondoso al fine di non indurre alterazioni alla morfodinamica costiera;
- minimizzazione dei cedimenti differenziali lungo l'asse del pontile per evitare che si presentino problematiche connesse alla supportazione delle tubazioni;
- elevati carichi di progetto di alcune strutture;
- tipologia costruttiva di provata esperienza realizzativa.

Il pontile di collegamento a terra della piattaforma di scarico avrà una lunghezza complessiva di circa 590 m e una larghezza di circa 13 metri nella zona iniziale (fino al pontile di collegamento alla candela di scarico) e di circa 11 metri nel restante tratto.

Sul pontile è previsto il passaggio di una strada della larghezza di circa 5,5m, di una banchina pedonale di circa 1,5m e delle tubazioni con ingombro di circa 6m, nel tratto iniziale, e di circa 4 metri nel restante tratto.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 49 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Il pontile avrà dei cavalletti di sostegno spazati di 10m lungo il proprio asse, una soletta in cemento armato collaborante e due loop di espansione per le tubazioni.

I cavalletti di sostegno delle sovrastrutture sono costituiti da un traverso in calcestruzzo armato poggiante su gruppi di 3 pali; i gruppi di pali presentano le stesse caratteristiche di quelli della piattaforma di scarico, ossia 1 è verticale e 2 sono inclinati trasversalmente così da sopportare il peso degli impalcati e resistere alle azioni in direzione trasversale (vento o sisma, azioni delle onde e della corrente).

Ogni 4 campate viene realizzato un punto fisso costituito da 6 pali inclinati in direzione longitudinale al fine di assorbire la somma delle azioni longitudinali (vento o sisma, corrente, forze frenanti dei veicoli in transito, effetti di dilatazioni termiche dei tubi e degli impalcati) agenti sulle campate collegate a tale punto fisso.

La struttura della strada di accesso, delle tubazioni e della banchina pedonale è realizzata con una soletta in calcestruzzo armato collaborante; tale soletta è sostenuta da travi in cemento armato disposte con maglia regolare tra i gruppi di pali.

Nella zona relativa al passaggio delle tubazioni, per proteggere le parti in c.a. della struttura dal contatto accidentale con il GNL, si utilizzerà uno strato di calcestruzzo a bassa densità con funzione di coibente.

Lungo il pontile, a distanze ottimizzate in funzione delle dilatazioni termiche delle condotte, sono stati inseriti due loop. La piattaforma per il sostegno del singolo loop ha dimensioni in pianta 20x15 m, ed è costruita adottando la stessa tecnica costruttiva utilizzata per il pontile di accesso.

5.1.2.1 Criteri di progettazione del pontile

Le strutture in acciaio ed in calcestruzzo del pontile sono dimensionate in accordo alla normativa italiana sotto l'azione dei seguenti carichi:

- peso proprio
- peso a vuoto di apparecchiature, tubazioni, impianti
- peso in esercizio di apparecchiature, tubazioni, impianti
- peso in prova idraulica di apparecchiature e tubazioni (in alternativa a precedente carico)
- sovraccarichi di esercizio (passerelle pedonali, banchine pedonabili, impalcati carrabili, sala controllo, locali di servizio e uffici, sovraccarichi di costruzione, impalcati carrabili): secondo quanto definito dalle vigenti normative in materia.
- vento: si considera la maggiore fra le pressioni seguenti:
 - pressione calcolata secondo quanto definito dal D.M. 12.2.82;
 - pressione calcolata secondo quanto definito nelle norme API RP-2A.
- neve: in accordo al DM 12.2.82
- sisma: in accordo alla "classificazione sismica dei comuni, ordinanza 20 marzo 2003 – allegato1 – allegato A" → comune di Taranto: zona 3
- onda: $h = 1.43$ m (calcolata attraverso simulazioni eseguite per lo sviluppo dello Studio Meteomarina).

La forza esercitata dall'onda sulle strutture immerse è calcolata con la formula suggerita dalle API RP 2A (Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms).

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 50 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- corrente: la forza esercitata dall'onda sulle strutture immerse è calcolata in accordo alle API RP 2A.
- carichi di ormeggio:
forze di spinta (sulle briccole di accosto) o di trazione (sulle briccole di ormeggio) trasmesse dalla metaniera in ormeggio.

Tali carichi vengono combinati come segue:

Condizione di costruzione:

- peso proprio + pesi a vuoto + sovraccarichi di costruzione + vento

Condizione di prova idraulica:

- peso proprio + pesi in prova idraulica + 25% del vento

Condizione di esercizio:

- peso proprio + pesi in esercizio + sovraccarichi di esercizio o neve + vento + onda + corrente

oppure, in alternativa:

- peso proprio + pesi in esercizio + sovraccarichi di esercizio o neve + sisma

e, sulle briccole di ormeggio:

- peso proprio + sovraccarichi di esercizio o neve + vento + onda + corrente + carichi di ormeggio.

5.1.3 Strutture di accosto ed ormeggio navi metaniere

Le strutture di ormeggio ed accosto del pontile per navi metaniere sono costituite da 4 briccole di accosto, da 7 briccole di ormeggio e da passerelle pedonali che consentono il passaggio tra una briccola e l'altra.

5.1.3.1 Orientamento dell'accosto

L'accosto sarà orientato lungo la direzione SE-NO, con la prua rivolta verso O. La direzione dell'orientamento è dovuta ai seguenti fattori:

- sicurezza della nave ormeggiata soggetta alle condizioni ambientali estreme;
- operatività dell'ormeggio (a nave ormeggiata);
- facilità e sicurezza della manovra di disormeggio in condizioni critiche.

Relativamente alla sicurezza dell'ormeggio, tra le componenti ambientali che sollecitano la nave (vento, corrente e onda), sicuramente la più gravosa è rappresentata dal vento in quanto le navi metaniere sono dotate di una elevata superficie velica e risultano particolarmente sensibili a questa azione.

Relativamente all'operatività dell'ormeggio, a nave ormeggiata, questa risente per lo più dei seguenti fattori:

- operatività dei bracci di scarico: dipende dall'intensità del vento. La soglia prevista per la sospensione delle operazioni di scarico e lo sgancio dei bracci è fissata a 25 nodi;
- movimenti della metaniera dovuti al moto ondoso. I fattori che incidono sul comportamento della nave nei confronti del moto ondoso sono: periodo proprio di oscillazione della nave, altezza e periodo dell'onda incidente, direzione di incidenza dell'onda.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 51 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

La disposizione scelta per l'ormeggio risulta favorevole per permettere alla nave di eseguire la manovra di disormeggio in condizioni di emergenza, senza l'ausilio dei rimorchiatori, poiché il vento induce sulla nave una componente che non ostacola la manovra di distacco dall'ormeggio.

5.1.3.2 Briccole di accosto

La posizione relativa tra le briccole di accosto e la piattaforma di scarico è studiata in modo che l'appoggio delle metaniere alle briccole sia corretto e mantenga la posizione dei manifold nave allineata con la mezzeria dei bracci di scarico.

Le briccole sono provviste di:

- parabordi elastici in gomma ("fender") dimensionati per assorbire tutta l'energia d'urto della nave in accosto, senza danneggiarsi. I parabordi sono dotati frontalmente di pannello di ripartizione del carico rivestito in materiale a basso coefficiente di attrito, atto a garantire una pressione massima sullo scafo della nave compatibile con lo scafo stesso;
- ganci a scocco doppi e cabestano ad azionamento elettrico per il recupero delle cime degli ormeggi.

Gli spigoli del piano della briccola sono sagomati e protetti con materiale antifrizione per impedire che i cavi di ormeggio si usurino a seguito di frizionamento.

Le briccole di accosto sono costituite da un elemento strutturale di ripartizione del carico in calcestruzzo che poggia su 8 pali in acciaio; i pali vengono posizionati inclinati così da assorbire le forze che la metaniera trasmette sui parabordi d'accosto o attraverso i cavi di ormeggio.

I pali, di diametro pari a 120 cm (dPE) e di lunghezza variabile in funzione dell'andamento del fondale, vengono infissi per battitura fino alla profondità di progetto oppure finché non vanno a rifiuto.

Prima che i pali vengano infissi, è prevista l'applicazione di uno strato di vernice a base di resine epossidiche e l'installazione di un sistema di protezione catodica per proteggere i pali dagli agenti aggressivi presenti in ambiente marino.

Per garantire la funzionalità e la durabilità degli elementi in calcestruzzo, dato l'ambiente in cui si vanno ad inserire, tali elementi verranno costruiti con calcestruzzo ad elevata resistenza e con uso di additivi per assicurare un'elevata densità ed impermeabilità agli agenti aggressivi marini.

Come rimedio aggiuntivo contro la corrosione delle armature si adotterà un copriferro di spessore maggiore rispetto a quello previsto dalla normativa e si stenderà uno strato di vernice impregnante sugli elementi in calcestruzzo.

5.1.3.3 Briccole di ormeggio

Le briccole di ormeggio sono disposte 3 lato prua e 4 lato poppa. La posizione relativa di tali briccole, garantisce un allineamento ed un ormeggio ottimale alle metaniere.

Le briccole sono dotate di ganci a scocco triplo e cabestano ad azionamento elettrico per il recupero delle cime degli ormeggi.

Gli spigoli del piano della briccola sono sagomati e protetti con materiale antifrizione per impedire che i cavi di ormeggio si usurino a seguito di frizionamento.

Le briccole di ormeggio sono costituite da un elemento strutturale di ripartizione del carico in calcestruzzo che poggia su 6 pali in acciaio; i pali vengono posizionati inclinati così da assorbire le forze che la metaniera trasmette sui parabordi d'accosto o attraverso i cavi di ormeggio.

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | |
|---|--------|-------|------|--|--|------------------------|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | Rev: | | | N° documento Cliente.: |
| 03255-GEN-R-0-002 | 52 | di 80 | 0 | | | |

I pali e l'elemento strutturale di raccordo presentano le stesse caratteristiche riportate per le briccole di accosto.

5.1.3.4 Passerelle pedonali di accesso alle briccole

Per collegare tra loro le briccole di ormeggio e di accosto si utilizzano i percorsi ricavati sul pontile e le passerelle pedonali in struttura metallica reticolare ancorata alle briccole con speciali supporti in grado di assorbire i movimenti relativi tra le briccole stesse, analoghi elementi vengono utilizzati per collegare le briccole con la piattaforma di scarico.

5.1.4 Struttura di supporto della candela di scarico

Le candele di scarico, costituite da tubi in acciaio verticali dell'altezza di circa 35 m (dPE), sono collegate all'impianto tramite un pontile di lunghezza tale da rispettare le distanze di sicurezza ricavate in base alla NORMA UNI EN1473:2000. Le candele di scarico sono collegate all'impianto dalle linee di blow-down.

Data l'elevata flessibilità, le candele (dPE) sono sostenute da una struttura tralicciata in acciaio a sezione triangolare o quadrata, a sua volta sostenuta lateralmente da due ordini di stralli in acciaio collegati alla struttura in sommità e a metà altezza; in pianta le tre coppie di stralli sono disposte ad intervalli di 120°.

Alla base gli stralli, che hanno il compito di resistere principalmente alle azioni orizzontali dovute al vento, sono ancorati a 3 corpi morti massicci in calcestruzzo.

Sia gli ancoraggi (corpi morti) che la base delle candele (dPE) avranno fondazioni profonde su pali così che non si verifichino cedimenti differenziali che possono causare sollecitazioni eccessive nelle strutture di irrigidimento in acciaio o, al contrario, allentamento del tiro delle stesse.

Il pontile di collegamento tra la struttura descritta e il terminale sarà realizzato con la stessa tipologia costruttiva del pontile di collegamento del terminale con la piattaforma di scarico.

5.1.5 Dragaggi

5.1.5.1 Generalità

I lavori di dragaggio hanno lo scopo di assicurare la profondità d'acqua necessaria alle navi metaniere nell'area di attracco prevista in corrispondenza della piattaforma di scarico. L'ottimizzazione dell'area di dragaggio, in termini di superficie e volume, sarà definita durante la progettazione di dettaglio.

Tutti i lavori di dragaggio saranno programmati e coordinati in maniera da ridurre al minimo i disagi.

5.1.5.2 Volumi da dragare

Nella definizione del dragaggio del porto commerciale si è considerato l'approfondimento a -13.00 m dell'area di attracco rispetto al livello minimo del mare. L'area sottoposta a dragaggio ha una superficie pari a 1.300.000 m² e complessivamente viene dragata per un volume di 7.000.000 m³, considerando una pendenza di 1 su 4 per le scarpe dei dragaggi

I volumi sopra riportati si riferiscono al materiale in sito; l'operazione di dragaggio provoca un aumento del volume dovuto all'aggiunta di acqua, variabile a seconda del tipo di

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 53 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

materiale e la tecnica di dragaggio utilizzata. Durante la messa a deposito, la miscela proveniente dal dragaggio sedimenterà nelle casse di colmata e perderà una parte dell'acqua sotto forma di effluente.

I successivi processi di consolidazione (dovuti all'eliminazione dell'acqua interstiziale e, nel caso di materiale con forte contenuto organico, alla modificazione della forma dei granuli) possono avere durate considerevoli e variabili a seconda:

- del tipo di materiale;
- delle condizioni del materiale al momento del deposito (e quindi della tecnica di dragaggio);
- delle condizioni geotecniche delle aree di deposito (presenza di strati filtranti o meno);
- degli eventuali interventi di consolidazione adottati (drenaggi di vario tipo, precarichi, ecc.);
- delle condizioni ambientali (piovosità, evaporazione, ecc.).

5.1.5.3 Caratteristiche dei fondali da dragare

Le caratteristiche dei fondali da dragare verranno evidenziate in fase di progettazione esecutiva, quando saranno disponibili i risultati dei sondaggi previsti.

5.1.5.4 Individuazione delle aree di deposito

Il materiale dragato potrà essere in parte utilizzato per realizzare la colmata dell'area a mare del terminale GNL.

L'esatta geometria ed ubicazione delle aree di deposito verrà studiata in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

5.1.5.5 Tecniche di dragaggio

Il volume occupato dal materiale dragato, una volta messo a deposito, sarà funzione delle caratteristiche del materiale in sito e della tecnica di dragaggio utilizzata.

I mezzi con cui si possono eseguire i dragaggi si suddividono in due tipi fondamentali: draghe meccaniche e draghe idrauliche. Le prime smuovono il terreno e lo portano in superficie mediante cucchiai, pale o secchie; le seconde utilizzano una pompa centrifuga che aspira in superficie il terreno disgregato da una fresa, e successivamente lo spinge, tramite una condotta, al punto di scarica.

Le draghe meccaniche forniscono un terreno con un peso di volume simile a quello esistente sul fondo, mentre le draghe idrauliche richiedono una diluizione del terreno secondo un rapporto con l'acqua intorno a 1/5.

In dettaglio, le draghe meccaniche impiegano degli attrezzi meccanici (ad es. secchie, cucchiai, benne mordenti ecc.) per disgregare e prelevare il materiale dal fondo marino.

Riguardo alle draghe di tipo idraulico, la loro caratteristica principale è il particolare prelievo dal fondo ed il trasporto del materiale, che si effettuano con l'impiego di una pompa centrifuga.

Il terreno viene scavato dal fondo del mare mediante un disgregatore a fresa, una ruota a pale, una sorbona aspiratrice, od un getto d'acqua; viene diluito con acqua; quindi pompato attraverso tubature, di vario diametro a seconda della potenzialità della draga, fino a deposito.

Fra i tipi più frequenti di draghe idrauliche abbiamo:

- draga stazionaria aspirante/rifluente;
- draga aspirante/portante/semovente.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 54 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Tale draga consta di uno scafo galleggiante dotato di: una fresa disgregatrice del materiale del fondo marino sistemata a prua; un sistema idraulico aspirante-rifluente per lo scavo e la scarica dei terreni dragati; un equipaggiamento meccanico di sostegno e manovra di questi organi. Questo mezzo può operare sui terreni sciolti con onde fino a 1.5 m di altezza e può avere un rendimento fino a 3.000 m³/ora di materiale dragato; è molto usato per aree di colmata, specie nei porti industriali, avendo anche la possibilità di selezionare i diversi materiali (argilla o sabbia) per una scarica più consona ad un più rapido consolidamento dei nuovi terrapieni.

Rappresenta un mezzo moderno progettato particolarmente per lavorare in mare aperto, e quindi anche agitato con onde fino a 3.00 m. Lo scafo semovente è equipaggiato con una condotta aspirante montata di fianco e dotata all'estremità inferiore di un attrezzo speciale di scavo e, lungo l'asse, di giunte ed articolazioni, che conferiscono al mezzo una certa flessibilità in modo da operare anche con l'agitazione ondosca.

La scelta fra le due tecniche di dragaggio sarà effettuata in fase di progettazione esecutiva

Il trasporto dei materiali alle aree di deposito sarà effettuato a mezzo di bettoline (o dalla draga stessa in caso di draghe aspiranti autocaricanti), per mezzo di tubazioni per le colmate locali.

5.1.6 Opere di colmata e banchinaggio

Per ottenere la superficie necessaria all'impianto occorre realizzare una colmata a mare. Questo tipo di intervento richiede un'opera di sostegno (banchina) che consenta il riempimento dell'area (circa 35.000 m³ di terreno) e che allo stesso tempo delimiti la nuova linea di costa. In fase di progettazione esecutiva sarà possibile disporre di dettagli più appropriati a riguardo.

Le opere di colmata e di realizzazione delle opere di banchinaggio per la delimitazione dell'area di colmata e per protezione dagli eventi marosi saranno realizzate in fasi successive.

5.1.7 Materiali per opere civili a mare

| | |
|----------------------|--|
| Calcestruzzo: | Rck 45 N/mm ² (Linee Guida Min. LL.PP.) |
| Barre di Armatura: | Acciaio Fe B 44 K (D.M. 14.2.92) |
| Cemento: | Pozzolatico EN 197-1 CEM IV/A 32.5 |
| Acciaio Strutturale: | Fe 430 B (EN 10025) |
| Pali : | Acciaio Fe 430 B (EN 10025) |

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 55 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

5.2 Opere civili a terra

5.2.1 Strutture e fondazioni nell'area impianto

5.2.1.1 Descrizione delle opere

Per quanto riguarda le opere civili, per le fondazioni di tutte le apparecchiature si ricorrerà a fondazioni profonde (da confermare in fase di progettazione esecutiva, quando saranno disponibili i risultati delle prove in sito e in laboratorio previste), in particolare fondazioni su pali, tranne che per le apparecchiature secondarie (ad es. pompe di piccole dimensioni, contenitori ecc.) per le quali si adotteranno fondazioni dirette con piano d'imposta a modesta profondità.

In relazione alle caratteristiche geologiche del sito in esame, si prevede di utilizzare pali battuti gettati in opera in calcestruzzo, infissi in tale strato portante, quindi con una lunghezza di circa 18-20 m (dPE), con diametro di 400-600 mm (dPE).

La realizzazione di tali pali avviene mediante infissione nel terreno di un tubo forma, chiuso in punta, fino alla profondità prevista, entro il quale viene poi posizionata la gabbia di armatura: successivamente si effettua la colata del calcestruzzo mediante tubo di getto mentre il tubo forma viene gradualmente ritirato. In alternativa si potranno usare pali prefabbricati battuti in calcestruzzo.

Le fondazioni delle apparecchiature e delle strutture vengono realizzate normalmente mediante getto di calcestruzzo entro casseri.

Per la realizzazione delle strutture di sostegno di alcune apparecchiature sopraelevate si utilizzerà come materiale l'acciaio, in particolare elementi prefabbricati in officina mediante saldatura ed assiemati in cantiere mediante bullonatura, secondo tipologie strutturali di usuale impiego negli stabilimenti industriali e petrolchimici.

5.2.1.2 Criteri di progettazione delle strutture e fondazioni area impianti

Per progettare le strutture e le opere di fondazione del terminale GNL si sono seguite le vigenti norme italiane.

Per la progettazione dell'impianto si adottano le indicazioni riportate per le aree sismiche - zona 3.

Per determinare la capacità portante delle fondazioni e la portata dei pali, in questa fase preliminare, ci si è basati su valori cautelativi ricavati in base alle indicazioni geologiche dell'area riferite alle evidenze bibliografiche e "pratiche" ovvero di scavi già eseguiti in zona.

Per il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture di supporto delle apparecchiature di processo ci si è basati non solo sulle azioni prescritte dalla normativa, ma anche sulle azioni dovute al funzionamento specifico di tali apparecchiature, di cui si riporta un elenco:

- carico di prova idraulica;
- azioni dinamiche;
- pulsazioni di liquidi e di gas;
- carichi dovuti alle operazioni di manutenzione.

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | |
|---|--------|-------|------|--|--|--|------------------------|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: |
| 03255-GEN-R-0-002 | 56 | di 80 | 0 | | | | |

5.2.2 Serbatoi di stoccaggio temporaneo

5.2.2.1 Descrizione delle Opere

Una volta avviato l'impianto di rigassificazione, questo dovrà essere in grado di movimentare 8 Sm³/anno di GNL disponendo di un numero adeguato di serbatoi, aventi capacità complessiva di circa 280.000 m³, in grado di garantirne lo stoccaggio temporaneo.

I serbatoi, in analogia con quelli costruiti nei più moderni terminali europei, saranno cilindrici e del tipo fuori terra a contenimento totale, costituiti cioè da una parete interna in acciaio criogenico, contenitore primario, ed una esterna in cemento armato, contenitore secondario.

Il serbatoio primario ha un diametro interno di 75 m e un'altezza di 34 m, alla sommità della copertura, mentre il serbatoio secondario ha un diametro esterno di 81 m e un'altezza di 51.20 m, riferita alla sommità della copertura. Tali dimensioni saranno confermate in fase di progettazione esecutiva.

Nei serbatoi non saranno realizzate aperture sul fondo o sulle pareti al di sotto del livello del liquido e tutte le linee attraverseranno il tetto al fine di assicurare elevati livelli di sicurezza.

Il contenitore primario contiene il liquido refrigerato in condizioni normali di funzionamento, ma nel caso di una perdita di liquido, a seguito di una rottura parziale del contenitore primario, il serbatoio secondario è progettato per resistere alla pressione generata in condizioni di sicurezza e senza rilasci.

Riguardo ai materiali con cui si costruiscono i due contenitori (acciaio per lamiere, calcestruzzo, barre di armatura), questi verranno testati a una temperatura di -160°C, poiché sono o possono venire a contatto con il liquido refrigerato a tale temperatura e quindi è necessario verificare che le caratteristiche di resistenza e di deformabilità prescritte a progetto siano garantite anche in tali condizioni estreme.

Il contenitore primario è realizzato con un cilindro in lamiera chiuso e saldato sia alla base che in copertura; la lamiera di fondo poggia su uno strato di materiale coibente e su una soletta in calcestruzzo armato del contenitore esterno, mentre la copertura è del tipo sospesa dotata di uno strato coibente.

L'intercapedine tra le due pareti dei serbatoi sarà riempita di schiuma di poliuretano.

Il serbatoio secondario (esterno) è realizzato con i seguenti elementi:

- soletta di base in calcestruzzo armato poggiante su pali di fondazione realizzati in cemento armato;
- parete laterale cilindrica in calcestruzzo armato di spessore pari a 1,4 m (dPE);
- copertura in calcestruzzo armato normale, a cupola sferica, poggiante su un anello di rinforzo precompresso al bordo superiore della parete cilindrica del serbatoio.
- piattaforma di servizio sul tetto del contenitore secondario (in struttura di calcestruzzo) per il supporto delle tubazioni collegate al serbatoio e dei pozzi delle pompe.

5.2.2.2 Criteri di progettazione dei serbatoi

Per dimensionare i serbatoi di stoccaggio GNL si sono considerate le azioni di seguito riportate:

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 57 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Azioni permanenti

- peso proprio;
- spinta del terreno;
- spinta del materiale isolante;
- pressione del gas.

Azioni variabili

- spinta idrostatica del GNL sul serbatoio metallico interno;
- pressione verticale del GNL sulla fondazione;
- azioni termiche dovute al GNL;
- azioni termiche di origine climatica;
- spinta idrostatica in prova idraulica sul serbatoio metallico interno (pressione verticale sulla fondazione);
- spinta del terreno dall'esterno verso l'interno del contenitore secondario;
- sovraccarico e neve sul tetto.

Azioni accidentali

- sovrappressione o pressione negativa sul tetto esterno;
- pressione idrostatica del GNL sul serbatoio esterno dovuta a spillamento dal serbatoio metallico;
- impatto di un veicolo aereo con le seguenti caratteristiche:
 - massa 1700 Kg
 - velocità 100 m/sec
 - superficie di impatto 0.5 m²
- esplosione di gas esterna al serbatoio (da valutare con studio apposito in fase di progettazione di dettaglio, approssimativamente stimabile in 0,2 bar sulla parete serbatoio).

Nel dimensionare il serbatoio esterno in c.a. si considerano due tipi di combinazioni di carico.

a. Azioni permanenti + azioni variabili

(considerando in alternativa fra le azioni variabili la pressione idrostatica del GNL + vento + sovraccarico o la pressione di prova idraulica).

b. Azioni permanenti + azioni termiche + una fra le azioni accidentali.

Per le combinazioni a) le sollecitazioni dei materiali sono mantenute entro i limiti di norma, per le combinazioni b) si possono superare tali limiti di norma a condizione che il sistema non perda la capacità di contenimento del GNL.

5.2.3 Edifici

5.2.3.1 Descrizione delle opere

Edificio uffici e guardiola

In tale edificio sono collocati gli uffici direzionali e di coordinamento dell'impianto e sono installati tutti i servizi logistici derivanti da tali attività. I locali previsti sono i seguenti:

| | |
|--------------------------|------|
| Guardiola | n. 1 |
| Biblioteca/Sala Riunioni | n. 1 |

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 58 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

| | |
|--|------|
| Sala Calcolo con hardware di base (workstations e PC) | n. 1 |
| Uffici Direzione | n. 1 |
| Uffici Segreteria | n. 1 |
| Uffici diversi | n. 4 |
| Salette attesa | n. 1 |
| Sala posta | n. 1 |
| Ingresso | n. 1 |
| Spogliatoi e Servizi igienici f/m | n. 1 |
| Sala Macchine/locale tecnico (apertura diretta all'esterno) | n. 1 |
| Archivio | n. 1 |

Inoltre, al fine di garantire le migliori condizioni per quanto riguarda temperatura, ricambi d'aria, luminosità e rumorosità, verranno installati i seguenti servizi:

Energia elettrica (FM/ illuminazione)
Rete telefonica
Rete telematica
Ponte radio
Rilevatori di fumo e/o impianto antincendio
Orologi marcatempo
Acqua potabile
Impianto condizionamento estivo/invernale
Impianto idrosanitario
Impianto di messa a terra
Impianto luci di emergenza
Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche
Interfono
Gruppo di continuità per la sala calcolo

L'edificio verrà realizzato in c.a. gettato in opera, tranne i solai che saranno costituiti da elementi prefabbricati; verranno utilizzati inoltre materiali tradizionali e saranno curate anche le finiture.

Saranno rispettate le normative igieniche, quelle sulla prevenzione e sicurezza degli ambienti di lavoro ed antincendio, si terrà conto dei valori climatico-ambientali e del grado di soleggiamento e di illuminamento.

In generale i componenti strutturali hanno le seguenti caratteristiche:

Fondazioni a plinti collegate da travi in c.a.

Ossatura portante costituita da pilastri standard di 0,35 x 0,35 mt (dPE), totalmente gettati in opera, con interasse 4,50 ÷ 7,00 mt (dPE).

Travi in spessore di solaio per facilitare la distribuzione delle reti tecnologiche

Solai del tipo Predalle (calcestruzzo con polistirolo d'alleggerimento) con luci 4,5 ÷ 7,00 (dPE) per solette in elevazione e soletta gettata in opera al piano terra. I solai di copertura sono dotati di barriera al vapore.

Le tamponature esterne sono realizzate in muratura di blocchetti di laterizio con intercapedine coibentata con pannelli isolanti; tali tamponature sono rivestite esternamente, insieme agli elementi in c.a., da lastre di pietra locale o da laterizi e intonaco mentre internamente sono intonacate con intonaco civile.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 59 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Per delimitare gli spazi interni si utilizzeranno pareti fisse per le aree destinate a locali tecnologici, locali servizi e WC e pareti mobili per le aree ad uso Direzione, uffici e segreteria.

Le pareti fisse verranno costruite in muratura di mattoni forati e poi intonacate a civile e rivestite con piastrelle in ceramica nei locali umidi, mentre finite a gesso negli altri locali.

Le pareti mobili, che arrivano fino al soffitto, verranno realizzate in laminato plastico.

I portoni sono in ferro del tipo ad anta, ed oltre ai serramenti potranno essere previste griglie di areazione adeguate.

Saranno comunque adottati tutti i provvedimenti richiesti dalla prevenzione incendi degli edifici di tipo industriale.

Sala Controllo

La sala controllo è un fabbricato a un piano realizzato con struttura scatolare di calcestruzzo armato gettato in opera.

La forma in pianta è rettangolare, senza risalti o irregolarità; il numero e la superficie delle finestre sono ridotti al minimo e tutte le aperture (porte, finestre, prese d'aria, canalette, etc.) sono protette da elementi di resistenza maggiore od uguale a quelle delle pareti.

All'interno la superficie è suddivisa in: sala contenente i quadri di controllo, uffici per il personale di servizio, magazzini e servizi.

I locali sono condizionati e pressurizzati.

Sottostazione elettrica

Le sottostazioni elettriche sono costituite da un fabbricato ad un piano fuori terra sopraelevato di circa 1 m (piano porta quadri) e da un piano seminterrato a -1 m da piano campagna (locale cavi).

La struttura portante è realizzata con una struttura intelaiata in calcestruzzo armato.

La soletta portaquadri è realizzata in calcestruzzo armato pieno con asole predisposte per il passaggio dei cavi ed il tetto è realizzato con soletta a travetti di calcestruzzo e laterizio.

Le pareti sono in muratura di mattoni e le fondazioni sono a plinti isolati con travi portamuro lungo il contorno.

Magazzino, Officina, Stazione VV.FF.

Tale insieme di fabbricati è realizzato con struttura mista in acciaio e calcestruzzo.

Le strutture in acciaio seguono le tipologie dei normali capannoni industriali a più navate, con copertura in lamiera nervata, coibentata, a doppio pannello metallico sostenuta da travature reticolari ed arcarecci.

Nella zona officina, i pilastri supportano le vie di corsa per un carroponete leggero, oltre al carico del tetto.

I locali uffici sono condizionati.

5.2.3.2 Criteri di progettazione dei fabbricati

Tutti i fabbricati sono dimensionati in accordo alle vigenti norme italiane, adottando le prescrizioni relative alle aree sismiche – zona 3 (ordinanza del 20 marzo 2003).

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 60 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

Sala Controllo

In fase esecutiva, la sala controllo verrà progettata considerando, oltre alle normali condizioni di carico, l'eventualità che venga investita da un'onda di pressione generata da una deflagrazione esterna, originata fuori dall'impianto.

Il valore di picco dell'onda di pressione e la sua durata saranno ricavate in modo cautelativo. Tale pressione, trasformata in pressione statica equivalente, sarà applicata alla struttura esterna della sala controllo in combinazione con i soli carichi permanenti.

Nella verifica delle strutture sotto tali azioni si seguiranno i criteri indicati nella normativa CIA (Chemical Industry Association) " Process Plant Hazard and Control Building Design" (ed. 1990), la quale prescrive che la struttura, pur subendo danneggiamenti, sia in grado di garantire comunque la sicurezza delle persone presenti al suo interno e l'operatività delle apparecchiature di controllo contenute.

5.2.4 Opere accessorie

Si riporta di seguito un elenco delle opere accessorie più importanti:

Rete di protezione

L'intero complesso di rigassificazione è circondato da una doppia recinzione, distanziata di 5 m, realizzata in filo d'acciaio galvanizzato, rivestito in materiale plastico, con altezza di circa 2.40 m più 0.5 m di filo spinato, sostenuta da montanti in acciaio a spaziatura di circa 3 m.

Sistema fognario

Verranno realizzati due diversi sistemi: uno per lo scarico delle acque meteoriche e uno per gli scarichi biologici, da realizzare fino al sistema di trattamento acque.

Le reti sono realizzate con tubazioni di PVC pesante e completate con:

pozzetti di ispezione

esalatori, ventilatori camere

vasche di accumulo separate in posizione idonea per l'invio delle acque agli impianti di trattamento

ogni altro manufatto in funzione dei regolamenti locali.

5.2.5 Materiali per opere civili a terra

5.2.5.1 Strutture, fondazioni e fabbricati in impianto

| | | |
|---------------|---------------------------|-------------------------|
| Calcestruzzo: | Fondazioni | Rck 35N/mm ² |
| | Strutture in elevazione | Rck 35N/mm ² |
| | (Linee guida Min. LL.PP.) | |

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| Barre di Armatura: | Acciaio Fe B 44 K (D.M. 14.2.92) |
| Cemento: | Pozzolatico ENV 197-1 CEM 132.5 |
| Acciaio Strutturale: | Fe 360 B e Fe 430B (EN 10025) |

5.2.5.2 Sistema di presa a mare e canale di scarico

| | |
|---------------------|--|
| Calcestruzzo: | Rck 45 N/mm ² (Linee guida Min. LL.PP.) |
| Barre di Armatura : | Acciaio Fe B 44 K (D.M. 14.2.92) |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 61 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Cemento : Pozzolánico ENV 197-1 CEM IV/A 32.5
 Acciaio Strutturale : Fe 360 B e Fe 430 B (EN 10025)

5.2.5.3 Serbatoi di stoccaggio GNL

Calcestruzzo: Soletta serbatoi Rck 45 N/mm² (Linee guida Min. LL.PP.)(*)
 Pali di fondazione Rck 45 N/mm² (Linee guida Min. LL.PP.)(*)
 Parete serbatoi Rck 45 N/mm² (Linee guida Min. LL.PP.)(*)
 Tetto serbatoi Rck 45 N/mm² (Linee guida Min. LL.PP.)

Barre di Armatura: Normali Fe B 44 K
 Criogeniche Fe B 38 K (DM 14.2.92) (*)

Cemento : Pozzolánico ENV 197-1 CEM IV/A 42.5
 o di altoforno ENV 197-1 CEM III/ 42.5
 Acciaio Strutturale Fe 430 B (EN 10025)

I materiali indicati con (*) saranno testati in accordo alle prescrizioni della norma BS 7777 per verificare che non siano fragili e che le proprietà meccaniche richieste siano garantite anche a basse temperature.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 62 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

6 COSTRUZIONE

6.1 Piano della costruzione

Per la realizzazione dell'impianto GNL si avvieranno due diverse fasi di lavoro, una riguarda le opere a mare ed una le opere a terra.

Attività a mare

Indagine per oggetti metallici;
Pontile e piattaforme di ormeggio/scarico;
Opere di presa acqua antincendio;
Isola di attracco.

Attività a terra

Indagine per oggetti metallici;
Riempimento area;
Recinzione e opere temporanee di cantiere;
Palificazioni;
Costruzione serbatoi;
Lavori civili;
Montaggi meccanici; elettrici e della strumentazione;
Isolamento termico;
Verniciature;
Opere di allacciamento alla rete nazionale.

Attività generali

Preincarichi, Incarichi e Avviamento impianto.

6.1.1 *Attività a mare*

Pontile e piattaforme di ormeggio/scarico

Il pontile che collega la piattaforma di scarico all'impianto sarà realizzato con una struttura in c.a. fondata su pali in acciaio; i pali verranno infissi nel fondale marino per mezzo delle chiatte dotate di battipalo. Sulla struttura base verranno gettate travi longitudinale e trasversali più una soletta in c.a. per realizzare la strada di accesso, i marciapiedi, i cunicoli dei cavi elettrici, i supporti delle tubazioni di scarico e dei servizi.

La piattaforma di scarico verrà fondata su pali metallici infissi e riempiti di calcestruzzo, la sovrastruttura è costituita da un graticcio di travi in c.a. e da una soletta in c.a.

Saranno poi montate tutte le apparecchiature, il serbatoio di drenaggio GNL, la sala controllo, la passerella telescopica, il sistema antincendio, le luci di segnalazione, il sistema di accosto sicuro e il sistema di monitoraggio dello sforzo sui cavi di ormeggio.

Verranno poi infissi i pali delle quattro briccole di accosto e delle sette briccole di ormeggio, quindi verrà gettata la sovrastruttura in c.a.

Le briccole di accosto verranno equipaggiate di parabordi elastici in gomma (fender), di ganci a scocco e cabestano elettrico per il recupero delle cime di ormeggio; analoga attrezzatura verrà installata sulle briccole di ormeggio.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 63 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Quindi verranno montate le passerelle metalliche di collegamento tra le diverse briccole. Saranno poi posizionati i condotti dove verranno alloggiati i cavi di illuminazione e di segnalazione per tutta la lunghezza della struttura di ormeggio fino alla sala controllo.

6.1.2 Attività a terra

Recinzione e opere temporanee di cantiere

L'area dell'impianto verrà circondata da una recinzione per assicurarsi che personale non autorizzato possa avere accesso all'area in cui sorgerà l'impianto e per controllare l'accesso del personale.

In un'area idonea verranno installate le opere provvisorie di cantiere quali uffici e attrezzature della Supervisione Lavori e dei subcontrattori, magazzini e officine di prefabbricazione, impianti di betonaggio ecc.

Per preparare il cantiere si dovrà provvedere innanzitutto a preparare la zona, quindi seguirà la costruzione degli insediamenti di cantiere ed infine si realizzeranno gli allacciamenti e l'allestimento degli impianti.

La preparazione dell'area consiste nella realizzazione della prima parte della colmata in corrispondenza ai futuri serbatoi e delle piste di accesso, in grado di sopportare il peso dei mezzi che le percorreranno, mediante l'uso di idoneo materiale inerte.

Infine si procede alla stesura ed alla compattazione degli inerti costituenti il sito di appoggio delle infrastrutture di cantiere e delle piste di raccordo alla viabilità.

Per realizzare gli insediamenti di cantiere si costruiscono dapprima le platee e le altre opere di fondazione destinate ad accogliere le strutture (magazzini e officina di prefabbricazione), gli impianti di betonaggio, baracche uffici ecc. Si realizzano poi il sistema fognario, la rete idrica ed elettrica.

Quindi si procede al montaggio delle strutture prefabbricate.

Allacciamenti ed allestimenti degli impianti consentono infine la messa in funzione del cantiere.

Dopo che sarà stato realizzato l'impianto e ne sarà stato eseguito il collaudo, si procederà ad eseguire tutte le operazioni necessarie allo smantellamento del cantiere, che possiamo raggruppare come segue:

- trasporto materiali e macchinari, con la sola esclusione dei mezzi necessari al recupero ambientale dell'area ed alla manutenzione dell'impianto;
- dismissione degli allacciamenti ad esclusivo uso del cantiere;
- smantellamento delle infrastrutture di cantiere;
- recupero ambientale del sito: consiste nella dismissione e rimozione dei materiali usati per la costruzione dell'area di cantiere.

Costruzione serbatoi

La costruzione dei serbatoi comprenderà varie fasi tra cui:

- realizzazione dei pali di fondazione
- gettata della platea di base dei serbatoi;
- costruzione del muro esterno di contenimento in c.a.;
- costruzione della struttura in acciaio di sostegno del tetto, appoggiata sulla platea del serbatoio;
- sollevamento della struttura predetta fino alla sommità del serbatoio in calcestruzzo con un sistema ad aria compressa e mediante un sistema di cavi in acciaio e martinetti posto sulla sommità della parete in calcestruzzo;
- costruzione del fondo del serbatoio in acciaio 9% Ni e riempimento dell'intercapedine fra serbatoio e parete di cemento con materiale coibente;

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 64 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- costruzione delle pareti del serbatoio in acciaio 9% Ni e riempimento dell'intercapedine fra serbatoio e parete di cemento con materiale coibente;
- esecuzione del collaudo idraulico del serbatoio;
- gettata di cemento della copertura del tetto;
- installazione delle strutture metalliche in cima al tetto;
- installazione delle tubazioni, valvole, strumentazione, sistema elettrico, pompe ecc. per il completamento generale del montaggio.

Per la complessità e la quantità di lavoro da eseguire e per il rispetto dei programma stabilito si stima che verranno utilizzati dei subcontrattori che lavoreranno nello stesso periodo per le opere civili ed il montaggio meccanico dei serbatoi.

Opere civili

Le principali opere previste saranno così suddivise:

- costruzione palazzina uffici, magazzino, officina stazione pompieri, cabine elettriche e sottostazioni, sala controllo ecc.;
- strade, piazzali;
- costruzione vasca acqua per vaporizzatori e canale di scarico, costruzione dei basamenti per vaporizzatori, stazione di pompaggio, compressori, motori a gas, la costruzione dei supporti tubazioni, le fondazioni dei recipienti, macchinari ecc.;
- costruzione del sistema di alimento per vaporizzatori.

Come prime opere civili verranno realizzate le fondazioni delle apparecchiature e dei macchinari principali, quindi si passerà alla realizzazione delle fondazioni secondarie.

Le fondazioni di apparecchiature e macchinari dovranno comunque essere pronte a reggere il carico all'arrivo in cantiere delle forniture sopracitate.

Una volta terminata l'esecuzione delle fondazioni principali e non prima di 8-10 mesi dal completamento dei movimenti di terra, al fine di consentire l'esaurirsi di buona parte dei cedimenti previsti, sarà iniziata anche la posa delle opere interrato (fognature, rete di terra, percorso cavi elettrici) in modo da avere la possibilità di gettare la pavimentazione per facilitare i montaggi meccanici.

Montaggi meccanici

Premesso che la prefabbricazione del piping e dei supporti, il montaggio delle strutture metalliche delle apparecchiature e delle macchine seguiranno un programma di costruzione dettagliato, che terrà conto degli arrivi dei disegni e dei materiali in cantiere, i montaggi meccanici saranno effettuati seguendo le logiche di massima qui di seguito riportate:

- la prefabbricazione delle tubazioni, che verrà eseguita nell'officina di cantiere del subcontrattore, inizierà con una quantità di materiale disponibile tale da garantire continuità di lavoro e con l'obiettivo di avere una consistente quantità di tubazioni prefabbricate da installare subito dopo che saranno montate determinate strutture metalliche, apparecchiature e macchine;
- le apparecchiature e le macchine saranno posizionate in opera immediatamente dopo il loro arrivo in cantiere; naturalmente le fondazioni delle stesse saranno costruite secondo i tempi previsti.

La scelta di prefabbricazione in cantiere del piping si basa sulle seguenti motivazioni:

- possibilità di sviluppare un più lineare programma collegato con l'avanzamento dei montaggi e basato sulle consegne degli elementi critici d'impianto;
- riduzione dei rischi di danneggiamento del prefabbricato durante il trasporto e conseguenti necessità di riparazione;

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 65 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

- riduzione dei costi supplementari derivanti da modifiche dovute ad errori di prefabbricazione;
- migliore possibilità da parte della supervisione del cantiere di tenere sotto controllo l'avanzamento dei lavori;
- più razionale impiego delle risorse dell'Appaltatore in cantiere, diminuendo anche i rischi di eventuali fermi dovuti a ritardi di forniture.

Montaggi elettrici

Le attività principali sono:

- stesura cavi e passerelle cavi dall'utenza alla sala quadri;
- lavori elettrici all'area di generazione energia elettrica, montaggio e connessione trasformatori;
- montaggio dei quadri elettrici in sala quadri e sala controllo;
- connessioni cavi al sistema di utenza di forza motrice;
- connessioni cavi al sistema di media e bassa tensione;
- connessioni al sistema di illuminazione stradale e degli edifici;
- montaggio del generatore elettrico;
- costruzione impianto di terra e di protezione dalle scariche atmosferiche;
- montaggio impianto di protezione catodica.

Montaggi della strumentazione

Le attività principali sono:

- installazione passerelle cavi strumenti e punti di interconnessione;
- posa dei cavi dalla sala controllo agli strumenti in campo;
- installazione strumenti di misura e di controllo;
- installazione quadri in sala controllo e collegamenti vari;
- installazione e collegamenti dei sistemi di sicurezza e di gestione ottimale;
- installazione dei sistemi di rivelazione perdite di gas e incendio;
- installazione di tutta la strumentazione in campo (temperatura, pressione, livelli, portata ecc.).

Isolamento termico

Le tubazioni, i recipienti e le apparecchiature in cui passa il liquido refrigerato o i vapori a temperature criogeniche saranno tutti coibentati e schermati con lamierino; tali operazioni verranno condotte in officina, per quanto possibile, compresa la prefabbricazione dei materiali prima del loro impiego.

Verniciature

Tutte le superfici metalliche verranno protette contro gli agenti marini aggressivi ricoprendole con strati successivi di vernice (protezione passiva); tali operazioni verranno eseguite nell'officina del costruttore, quindi le operazioni di verniciatura in cantiere si limiteranno all'applicazione delle mani a finire, dopo aver fatto i necessari ritocchi e ripristini.

I materiali impiegati per realizzare le tubature e i relativi supporti verranno sabbiati e primerizzati prima della coibentazione, tranne i materiali in acciaio inox che verranno solo primerizzati.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 66 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

6.1.3 Attività di appalto

6.1.3.1 Appaltatori e fattore di produttività

Tenuto conto della complessità e particolarità dell'impianto, si prevede di appaltare i lavori a ditte specializzate, dando la precedenza a ditte locali.

La selezione degli Appaltatori sarà fatta sulla base di gare d'appalto seguendo le prescrizioni tecniche della Committente.

Per garantire il raggiungimento degli obiettivi di completamento della costruzione, nei tempi previsti dal programma, è necessario che gli Appaltatori abbiano:

- buona esperienza nell'esecuzione di lavori di stesso genere ed entità;
- buona organizzazione;
- mano d'opera altamente qualificata;
- apparecchiature ed attrezzature di cantiere in sufficiente quantità e di adeguata qualità;
- solida situazione finanziaria.

Nell'elaborare il programma lavori si è supposto che i lavori vengano appaltati a personale altamente specializzato.

Infatti si è applicato un fattore di produttività (K) medio di 1,05 alle ore standard di costruzione (calcolate con il metodo delle rese standard) per valutare le ore effettive previste. Con questo 'K' si è ipotizzato anche un buon management e una buona disponibilità dei mezzi d'opera delle imprese Appaltatrici.

6.1.3.2 Assegnazione dei lavori agli Appaltatori

Si prevede di assegnare i lavori su base specialistica, es.: lavori civili, montaggi meccanici, montaggio serbatoi, montaggi elettro/strumentali, coibentazioni, verniciature, ecc.

Oltre alla suddivisione principale appena illustrata, si intende suddividere ulteriormente i lavori civili tra più Appaltatori: uno per le opere di riempimento dell'area e di esecuzione dell'opera radente di difesa e recinzione, uno per le opere civili d'impianto, uno per l'esecuzione dei fabbricati, due per i lavori civili dei serbatoi criogenici e la fornitura e il montaggio degli stessi, incluso l'isolamento.

Inoltre, per la realizzazione di ogni singola opera specialistica (ad es. dragaggio canale d'accesso, esecuzione pontile, ecc.), si prevederà un appaltatore per ogni singolo lavoro.

Tale metodo di suddividere gli appalti comporta i seguenti vantaggi:

- bilanciamento dei carichi di lavoro;
- minimizzazione delle interfacce tra gli Appaltatori;
- possibilità, all'interno della stessa disciplina, di supporto con risorse di Appaltatori già insediati, nel caso di inadeguata esecuzione dei lavori da parte di uno degli Appaltatori;
- flessibilità di distribuzione ed utilizzazione della mano d'opera in termini di efficienza e di economicità.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 67 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

6.1.4 Attività di costruzione e avviamento

Completamento della costruzione

Nelle attività di completamento dei lavori di costruzione, installazione e montaggio da parte delle singole imprese sono compresi i collaudi idraulici delle tubazioni e dei serbatoi, i controlli e collaudi della continuità elettrica dei cavi posati, controllo e collaudo dei sistemi di sicurezza e antincendio, controllo e collaudo dei sistemi di strumentazione e gestione impianti ecc.

Sono inoltre previste:

- Ispezioni e verifiche finali da parte di tutti gli Enti interessati, con definizione di liste di lavori di completamento o di ulteriori interventi ritenuti necessari;
- Esecuzione e controllo dei lavori previsti nelle liste suddette.

Le modifiche o le aggiunte di tubazioni, valvole, ecc. effettuate con interventi successivi alla prova idraulica dovranno essere di nuovo collaudate.

Preincarichi

I preincarichi prevedono:

- Verifica di conformità: comprende tutte le azioni atte a verificare la piena rispondenza dell'impianto con la documentazione dell'ingegneria (schemi di marcia, specifiche meccanizzate e/o disegni costruttivi, specifiche funzionali, tipici di montaggio, standard costruttivi, ecc.).
- Pulizie meccaniche, chimiche (incluso il decapaggio), lavaggi e soffiaggi delle tubazioni ed apparecchiature. Questa attività comprende l'ispezione interna e la pulizia di tutti i recipienti (colonne, serbatoi, separatori ecc.) e il flussaggio di tutte le linee e gli sbocchi effettuato mediante soffiaggi con aria e/o lavaggi con acqua.
- Flussaggio dei circuiti di lubrificazione, di tenuta e di controllo delle macchine con oli temporanei, e riempimento con lubrificanti definitivi.
- Riempimenti con resine, materiali inerti, chemical, catalizzatori ecc.
- Essiccamenti dei rivestimenti dove richiesto.
- Chiusura delle apparecchiature dopo ispezione e completamento montaggi degli interni.
- Prove in banco DCS (configurazione e rispondenza in campo dei loop).
- Controllo delle tarature degli strumenti installati.
- Prove dei sistemi di strumentazione ed elettrici (al banco o con tensioni elettriche di prova o strumenti di controllo).
- Predisposizione dei servizi per gli edifici civili, industriali, di processo.
- Rodaggio dei motori.
- Documentazione delle operazioni effettuate e ottenimento di eventuali autorizzazioni per il commissioning (incarichi).
- Verifica della disponibilità dei manuali operativi, nonché delle Istruzioni di avviamento, marcia, fermata e manutenzione delle apparecchiature.

Completamento meccanico

Il completamento meccanico prevede:

- Verifica della soddisfacente esecuzione di quanto indicato nei precedenti punti per un determinato impianto o sistema;
- Verifica della disponibilità delle parti di ricambio previste;
- Completamento di pulizie, verniciature, coibentazioni e tracciature elettriche.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 68 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Incarichi

Si prevedono:

- Attività connesse alla predisposizione delle apparecchiature e delle macchine alle operazioni di avviamento;
- Verifiche e allineamenti dei sistemi di controllo della strumentazione, dei sistemi di monitoraggio e delle valvole di controllo;
- Prove di intervento blocchi e allarmi;
- Attività di essiccamento rivestimenti con fluidi di processo e apparecchiature permanenti;
- Attività di sgrassaggio e/o passivazione con circolazione di sostanze chimiche dove richiesto;
- Prove, con tensioni elettriche di progetto, di polarità, rotazione, operabilità di motori elettrici (e marcia senza carico) e sistemi di comando meccanici e pneumatici;
- Attività di laboratorio per la taratura delle apparecchiature di analisi, anche di campo;
- Attività di taratura funzionale dei sistemi di sala controllo;
- Operazioni di attivazione alimentazione dei fluidi di processo e servizi ai limiti batteria e gli stoccaggi del prodotto;
- Operazioni di controllo allineamento macchine, di taratura e calibrazione dei sistemi di controllo, allarme e blocco, di serratura accoppiamenti flangiati;
- Verifica che tutte le valvole di sicurezza siano state collaudate e tarate alla pressione di scatto;
- Operazioni di piombatura delle valvole;
- Accertamento che l'equipaggiamento antincendio sia disponibile nei punti contrassegnati e pronto ad essere utilizzato;
- Accertamento della disponibilità dei servizi ausiliari quali manutenzione, laboratori di analisi, infermeria ecc.;
- Rodaggio di tutte le macchine accoppiate alle relative motrici;
- Operazioni d'essiccamento della zona fredda con azoto;
- Prove di tenuta e operazioni di bonifica con azoto.

Avviamento

Prima dell'avviamento sarà necessario procedere al raffreddamento dei serbatoi e delle apparecchiature dell'impianto.

Il raffreddamento dei serbatoi inizierà dopo che la bonifica con azoto è stata completata e verrà effettuato utilizzando azoto liquido immesso nei serbatoi attraverso linee dedicate. La velocità di raffreddamento del mantello e del fondo del serbatoio sarà il più uniforme possibile e sarà costantemente monitorata attraverso i sensori di temperatura di cui il serbatoio è fornito.

Quando la temperatura di pelle del serbatoio è sufficientemente bassa si può iniziare ad introdurre il GNL, regolandone la portata fino al raggiungimento del regime termico stabile.

Dopo che un serbatoio è stato raffreddato si può iniziare il suo riempimento e contemporaneamente si può iniziare il raffreddamento dell'altro, utilizzando la procedura appena descritta.

Come nel caso dei serbatoi, il raffreddamento dell'impianto ha luogo dopo aver terminato la bonifica delle apparecchiature e delle tubazioni con azoto gassoso in pressione. Inizialmente il raffreddamento viene effettuato utilizzando vapori freddi di *boil-off* provenienti dai serbatoi, mentre in una fase successiva verranno utilizzate portate ridotte di GNL.

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 69 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Anche in questo caso il raffreddamento dovrà essere eseguito in modo controllato, al fine di evitare tensioni anomale nelle tubazioni.

Una volta effettuato il raffreddamento dell'impianto si può procedere all'avviamento vero e proprio dell'impianto allineando le apparecchiature ed iniziando gradualmente la circolazione del GNL.

Performance Test

I "performance test" verranno eseguiti dopo che l'impianto ha raggiunto la condizione di regime e consistono nella verifica delle prestazioni dell'impianto in termini di funzionalità dei singoli sistemi e capacità dell'impianto di garantire la produzione e le specifiche qualitative del gas, così come richiesto dai requisiti contrattuali.

6.1.5 Trasporto e movimentazione di materiali e mezzi per la costruzione

Il trasporto dei materiali verrà effettuato prevalentemente su strada, eventualmente coadiuvato da nave e dalla vicina linea ferroviaria.

Dato il cospicuo volume di calcestruzzo da gettare nelle varie parti dell'impianto si ipotizza che verrà costruito, dentro l'area di cantiere, un impianto di betonaggio evitando così la circolazione di autobetoniere sulle strade.

I subcontrattori dei lavori meccanici installeranno un'officina per la prefabbricazione delle tubazioni e dei supporti nell'area cantiere o in un'area adiacente per evitare la movimentazione del materiale prefabbricato proveniente da officine esterne.

Si ipotizza la costruzione di mense per il personale dei subcontrattori, al fine di minimizzare il traffico automobilistico indotto.

6.1.6 Mezzi di cantiere utilizzati

I mezzi utilizzati ed il loro periodo di utilizzo durante la fase di costruzione sono riportati nelle seguenti tabelle:

| TIPO DI MEZZO | QUANTITA' | PERIODO (IN GIORNI) |
|-----------------------|------------------|----------------------------|
| Chiatta con battipalo | 1 | 330 |
| Pontone con gru | 1 | 660 |
| Rimorchiatori | 3 | 660 |

Tab. 6.1.6a: Mezzi per la costruzione del pontile e della piattaforma di scarico.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
 RELAZIONE TECNICA**

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|----|------|---|--|--|--|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio | | Rev: | | | | | N° documento Cliente.: |
| | 70 | di | 80 | 0 | | | | |

| TIPO DI MEZZO | QUANTITA' | PERIODO (IN GIORNI) |
|---------------------------------|-----------|---------------------|
| Gru (potenza 50 HP) | 3 | 540 |
| Gru (potenza 30 HP) | 5 | 540 |
| Gru (potenza 150 HP) | 2 | 480 |
| Autocarri con gru | 7 | 540 |
| Pala cingolata (potenza 200 HP) | 3 | 300 |
| Pala gommata (potenza 70 HP) | 4 | 300 |
| Autobetoniere | 6 | 420 |
| Autocarri | 5 | 540 |
| Escavatore (potenza 250 HP) | 3 | 540 |
| Escavatore (potenza 150 HP) | 4 | 540 |
| Trattori stradali con rimorchio | 5 | 540 |
| Motosaldatrici | 7 | 540 |
| Saldatrici elettriche | 23 | 540 |
| Compressori aria 5000 L/H | 4 | 150 |
| Impianto di betonaggio | 1 | 720 |

Tab. 6.1.6b: Mezzi per la costruzione dei serbatoi.

| TIPO DI MEZZO | QUANTITA' | PERIODO (IN GIORNI) |
|------------------------------------|-----------|---------------------|
| Escavatori cingolati (pot. 150 HP) | 4 | 300 |
| Compattatori (potenza 125 HP) | 4 | 180 |
| Pala cingolata (potenza 200 HP) | 3 | 360 |
| Pala gommata (potenza 100 HP) | 3 | 300 |
| Autobetoniere | 3 | 120 |
| Autocarri | 9 | 360 |
| Motograder (potenza 135 HP) | 2 | 90 |
| Scraper (potenza 250 HP) | 2 | 90 |
| Attrezzatura per esecuzione dreni | 5 | 60 |

Tab. 6.1.6c: Mezzi per il riempimento area e recinzione.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|----|------|---|--|--|--|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio | | Rev: | | | | | N° documento Cliente.: |
| | 71 | di | 80 | 0 | | | | |

| TIPO DI MEZZO | QUANTITA' | PERIODO (IN GIORNI) |
|-----------------------------------|-----------|---------------------|
| Scavatori cingolati (pot. 200 HP) | 3 | 480 |
| Scavatori gommati (pot. 75 HP) | 5 | 480 |
| Pala cingolata (potenza 200 HP) | 3 | 480 |
| Pala gommata (potenza 75 HP) | 2 | 480 |
| Autobetoniere | 6 | 480 |
| Attrezzatura battipalo | 3 | 90 |
| Grader (potenza 135 HP) | 3 | 120 |
| Compattatori (potenza 125 HP) | 3 | 120 |
| Caldaia asfalto | 2 | 90 |
| Finitrice | 3 | 90 |

Tab. 6.1.6d: Mezzi per la costruzione degli edifici e delle strade.

| TIPO DI MEZZO | QUANTITA' | PERIODO (IN GIORNI) |
|-----------------------------------|-----------|---------------------|
| Scavatori cingolati (pot. 150 HP) | 3 | 480 |
| Scavatori gommati (pot. 75 HP) | 4 | 480 |
| Autocarri | 8 | 480 |
| Pala gommata (potenza 75 HP) | 3 | 480 |
| Autobetoniere | 6 | 480 |
| Battipalo | 4 | 60 |
| Compressori aria (pot.5000 L/H) | 4 | 300 |
| Motosaldatrici | 9 | 480 |
| Saldatrici elettriche | 23 | 480 |
| Impianto di betonaggio | 1 | 720 |
| Autocarri con gru | 5 | 480 |
| Gru (potenza 200 t) | 2 | 240 |
| Gru (potenza 100 t) | 3 | 480 |
| Gru (potenza 50 t) | 4 | 480 |
| Gru (potenza 25 t) | 5 | 480 |

Tab 6.1.6e: Mezzi per la costruzione dell'impianto di rigassificazione e utilities.

| TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO | | | | | | | | | |
|---|--------|----|----|------|--|--|--|------------------------|--|
| RELAZIONE TECNICA | | | | | | | | | |
| N° documento | Foglio | | | Rev: | | | | N° documento Cliente.: | |
| 03255-GEN-R-0-002 | 72 | di | 80 | 0 | | | | | |

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 Codici, norme e standard

7.1.1 Convenzioni internazionali

International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (International Gas Carrier (IGC) Code), 1983, as amended.

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978, as amended (MARPOL 73/78).

International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1960 and 1974, as amended.

International Convention on Liability and Compensation for Damage in connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea (HNS), 1996.

International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG), 1972, as amended.

International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (International Safety Management (ISM) Code), 1993.

7.1.2 Linee guida ed altra letteratura tecnica

7.1.2.1 Sicurezza in fase di navigazione e dei terminali marini

Fooks R. (1993). Natural Gas by Sea, The Development of a New Technology (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

International Cambers of Shipping (1995). Tanker Safety Guide (Liquefied Gas) (Second Edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

International Cambers of Shipping, Oil Companies International Marine Forum (1995). Ship to Ship Transfer Guide (Liquefied Gases) (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

International Cambers of Shipping, Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1999). Guide to Contingency Planning for Gas Carrier Alongside and Within Port Limits (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

International Cambers of Shipping, Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1999). Contingency Planning and Crew Response Guide for Gas Carrier Damage at Sea and in Port Approaches (3rd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

International Cambers of Shipping, Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (2001). Guide to Contingency Planning for Marine Terminals Handling Liquefied Gases in Bulk (2nd edition) . Witherby & Co. Ltd., London, UK.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 73 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

McGuire & White (2000). Liquefied Gas Handling Principles on Ships & in Terminals (3rd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Oil Companies International Marine Forum (1987). Guide on Marine Terminal Fire Protection and Emergency Evacuation.

Oil Companies International Marine Forum (1993). Safety Guide for Terminals Handling Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Oil Companies International Marine Forum (1995). Marine Terminal Survey Guidelines.

Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1985). Prediction of Wind Loads on Large Liquefied Gas Carriers. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1994). Recommendations for Manifolds for Refrigerated Liquefied Natural Gas Carriers (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Oil Companies International Marine Forum, Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1998). Inspection Guidelines for Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (2nd edition). Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Organization for Economic Cooperation and Development, International Maritime Organization Supplement to the OECD Guiding Principles on Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response – Guidance concerning Chemical Safety in port areas.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1982). Safe Havens for Disabled Gas Carriers.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1984). Recommendations for the Installation of Cargo Strainers on LNG Carriers.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1986). Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1987). The Controlled Dispersion of Liquefied Spill and Vapour Emission Incidents by Water Spray.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1987). Recommendations and Guidelines for Linked Ship/Shore Emergency Shut-Down of Liquefied Gas Cargo Transfer. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1992). Guidelines for Hazard Analysis : Aid to Management of Safe Operations in Port. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1993). Guidelines for Ship to Shore Access for Gas Carriers.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (1995). Safety Aspects of the Marine Transportation and Storage of Refrigerated Liquefied Fuel Gases - A Review of Current Practice.

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 74 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (2001). CD Safety in Liquefied Gas Marine Transportation and Terminal Operations. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Society of International Gas Tankers and Terminal Operators (2001). Human Error & the Environment : Management Systems for the Gas Industry. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

Vaudolon A. (2000). Liquefied Gases : Marine Transportation and Storage. Witherby & Co. Ltd., London, UK.

7.1.2.2 Sicurezza industriale e prevenzione incendi

American Institute of Chemical Engineers, Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, New York, NY, USA.

American Petroleum Institute, Management of Process Hazards, API Recommended Practice 750, Washington, DC, USA.

Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety, New York, NY, USA.

Chemical Manufacturers Association Evaluating Process Safety in the Chemical Industry, Washington, DC, USA.

Dow Chemical Company (1987) Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide (6th Edition), Midland, MI, USA.

National Fire Protection Association (1997) Fire Protection Guide to Hazardous Materials (1997 Edition), Quincy, MA, USA, 550 pp..

National Fire Protection Association (1999) National Fuel Gas Code Handbook (1999 Edition), Quincy, MA, USA, 516 pp..

Lees F.P. (1983) Loss Prevention in the Process Industries, Volumes I and II, Butterworth, London, UK.

U.S. Environmental Protection Agency, Federal Emergency Management Administration, U.S. Department of Transportation (1987) Technical Guidance for Hazards Analysis, Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances, Washington, DC, USA.

7.1.3 Codici di riferimento

NFPA 59A (2001) "Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG)";

CSA Z-276-94 "Liquefied Natural Gas (LNG) Production, Storage, and Handling";

ISO 8943 (1991) "Refrigerated light hydrocarbon fluids - Sampling of liquefied natural gas - Continuous method";

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 75 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

ISO 13398 (1997)

"Refrigerated light hydrocarbon fluids - Liquefied natural gas - Procedure for custody transfer on board ship".

7.1.3.1 Impianti elettrici

Per la progettazione degli impianti elettrici si farà riferimento alle disposizioni legislative in vigore ed in particolare:

DPR 547/55 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro"

Legge 186/68 "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici"

DPR 689/59 "Determinazione delle aziende e lavoratori soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del comando del corpo dei vigili del fuoco"

D.M. 16.2.82 "Elenco delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco".

DPR 577/82 "Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendio".

Legge 46/90 "Norme per la sicurezza degli impianti".

Per la definizione delle apparecchiature, la progettazione e l'esecuzione degli impianti elettrici saranno applicate le Norme CEI ed in particolare:

CEI 64-8 "Nuova Norma CEI 64-89 per impianti elettrici".

CEI 64-2 "Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione".

CEI 11-1 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Norme Generali

CEI 11-8 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Impianti a terra".

CEI 81 "Protezione di strutture contro i fulmini".

7.1.3.2 Strumentazione

ANSI 96.1

Temperature measurement thermocouples

ANSI/FCI 70.2

Quality control standard for control valve seat leakage

ISPELS/ANCC

Dimensionamento, selezione e installazione valvole di ricezione

BS 1042

Part 1 Measurement of fluid in closed circuits

API RP 550

Manual on installation of Refinery instruments and control systems

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 76 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|

| | |
|-------------|--|
| IEC 79 | <i>Electrical apparatus for explosive gas atmospheres</i> |
| IEC 331 | <i>Fire-resisting characteristics of electric cables</i> |
| IEC 332 | <i>Test on electric cables under fire conditions</i> |
| IEC 529 | <i>Classification of degree of protection provided by enclosures</i> |
| CEI/CENELEC | Normative elettriche: costruzione ed installazione |
| OSHA | <i>Occupational safety and health administration requestions</i> |
| IEC 751 | <i>Industrial platinum resistant thermometers sensors</i> |
| ISA S 5.1 | <i>Instrumentation symbols and identification</i> |
| ISA S 5.3 | <i>Graphic symbol for distributed control Shared display instrumentation, logic and computer system</i> |
| ISA S 18.1 | <i>Annunciator sequences and specifications</i> |
| ISA S 75.01 | <i>Flow equation for sizing control valves</i> |
| ISO 5167.1 | <i>Mesaurement of fluid flow by means of pressure differential device. Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section running full</i> |

7.1.3.3 Tubi e flange

| | |
|----------------|--|
| ASME B.3 1.1 | <i>Power Piping</i> |
| ASME B.31.3 | <i>Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping</i> |
| ASME B.31.4 | <i>Liquid Petroleum Transportation Piping system</i> |
| ASME B.31.5 | <i>Refrigeration Piping</i> |
| ASME B.31.8 | <i>Gas Transmission and Distribution Piping Systems</i> |
| ASME B.1. | <i>Unified Screw Threads</i> |
| ASME B. 1.20.1 | <i>Pipe Threads (ex ANSI B.2. 1)</i> |
| ASME B. 16.5 | <i>Steel pipe Flanges and Flange Fittings</i> |
| ASME B.16.10 | <i>Face-to-Face and to end Dimension of Ferrous Valves</i> |
| ASME B.16.11 | <i>Forged Steel Fitting Socked-Weld and Threaded</i> |
| ASME B. 16.20 | <i>Metallic Gasket for Pipe Flanges-ring-Joint, spiral Word and Jacketed</i> |
| ASME B. 16.21 | <i>Nonmetallic Gasket for Pipe Flanges</i> |

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 77 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

| | |
|----------------|---|
| ASME B. 16.25 | <i>Butt-Welding Ends</i> |
| ASME B. 16.34 | <i>Steel Valves, Flanged and Butt-Welded end</i> |
| ASME B. 16.47 | <i>Large Diameter Steel Flanges</i> |
| ASME B. 18.21 | <i>Square and Hexagon Bolts Screws</i> |
| ASIE B. 18.22 | <i>Square and Hexagon nuts</i> |
| ASME B.36.99 | <i>Stainless Steel Pipe</i> |
| API 600 | <i>Specification for Flanged and Butt-Welding and Steel Gate and plug Valve for Refinery Piping</i> |
| MSS SP-75 | <i>High test Wrought Welding Fittings</i> |
| MSS SP-83 | <i>Carbon Steel Pipe Unions, Socket-Welding and Threaded</i> |
| ASTM Standards | <i>Part 1 - Steel Piping Tube and Fitting</i> |

7.1.3.4 Valvole

| | |
|-------------|---|
| API RP 6 AF | <i>Fire Test for Soft Seated Ball Valves</i> |
| API 5L | <i>Specification for line Pipe</i> |
| API 6D | <i>Pipeline Valves</i> |
| MSS SP-25 | <i>Standard Marking Systems for Valves Fittings, Flanges and Unions</i> |
| API 520 | <i>Recommended Practice for the Design and Installation of Pressure-Relieving Systems in Refineries</i> |
| API 521 | <i>Recommended Practice for Pressure Relieving and Depressurising systems</i> |
| API 2000 | <i>Venting Atmospheric and Low pressure storage tank - non refrigerated and refrigerated</i> |

7.1.3.5 Recipienti in pressione, scambiatori, serbatoi

| | |
|--------------|---|
| ASME | <i>Section VIII (Unfired Pressure Vessels)</i> |
| Norme ISPESL | Raccolta VSR - Verifica della stabilità dei recipienti a pressione Raccolta "M" - Impiego dei materiali nella costruzione e riparazione degli apparecchi a pressione |

TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 78 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Raccolta "S" - Impiego della saldatura nella costruzione e riparazione degli apparecchi a pressione

API 620 *Design and construction of Large, Welded, Low Pressure Storage Tanks*

NFPA 59A *Standard for the Production, Storage and Handling of Liquefied Natural gas (LNG)*

Norme TEMA

7.1.3.6 Opere civili

Legge 5.11.1971 N° 1086

(Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica).

DM 14.2.92 (e relativa Circ. Min. 24.6.93)

(Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche).

CNR-UNI 100 11/88

(Costruzione di acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

D.M. 12.2 1982

(Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi).

Circ. Min. 24.5.1982 N° 22631

(Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni).

D.M. 24.1.1986

(Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche).

Circ. Min. LL. PP. 19.7.86 N° 27690

"Istruzioni per l'applicazione dei D.M. 24.1.86 relativa alla normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica".

Legge 26.5.1965 N° 595 e successivi aggiornamenti

"Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici".

D.M. 13.10.93

"Abrogazione di alcune disposizioni contenute nel DM 3.6.1968 concernenti nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi".

D.M. 04.05.1990

Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.

D.M. 11.3.1988

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|------|------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 79 di 80 | Rev: | N° documento Cliente.: |
| | | 0 | |

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni

- Pontile
- Acciaio per Pontile

In particolare per la sala controllo vengono rispettate, in aggiunta alle precedenti norme generali, le seguenti raccomandazioni, anche se la loro applicazione non avrebbe carattere di obbligatorietà, trattandosi di norme a carattere sperimentale.

CIA " Process Plant Hazard and Control Building Design", 1990.

7.1.3.7 Raccomandazioni per l'ormeggio delle navi metaniere

British Standad: "Code of practice for Maritime Structures" (BS6349:Part 1, 4 and 6)-1984;

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF): "Guidelines and recommendation for the safe mooring of large ships at piers and sea islands"1978;

Oil Companies International Marine Forum (OCINT): "Prediction of wind and current loads on large liquefied gas carriers"- 1985

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF): "Prediction of wind and current loads on VLCCs"-1977;

Permanent International Association of Navigation Congress (PIANC): "Big Tankers and their reception";

IALA (International Association of Lighthouse Authorities) regulations.

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF): "-Design and Construction Specification for Marine Loading Arms";

Permanent International Association of Navigation Congress (PIANC): "Report of the international commission for improving the design of fender systems".

7.1.3.8 Opere di difesa della costa

U.S. Anny Corp of Engineers "Shore Protection Manual"

7.1.3.9 Movimentazione GNL

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) "A Contingency and crew response guide for gas damage at sea and port approaches";

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) "Guide to contingency planning for marine terminals handling liquefied gas in bulk";

Oil Companies International Marine Forum (OCIMF): "Safety guide for terminals handling ships caring liquefied gased in bulk";

**TERMINALE DI RICEZIONE E RIGASSIFICAZIONE GAS NATURALE LIQUEFATTO (GNL) TARANTO
RELAZIONE TECNICA**

| | | | |
|--|---------------------------------|------------------|-------------------------------|
| N° documento 03255-GEN-R-0-002 | Foglio 80 di 80 | Rev: 0 | N° documento Cliente.: |
|--|---------------------------------|------------------|-------------------------------|

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) "Liquefied gas handling principles on ships and in terminals";

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) "Guidelines for the alleviation of excessive surge pressure on ESD".