




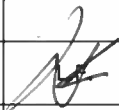
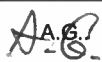
Progetto Definitivo – Small Scale LNG Transfer





	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 1 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

PROGETTO DEFINITIVO



SMALL SCALE LNG TRANSFER

Rev.	Date	Issue Description	Prepared	Verified	Approved	Client Approval
A	07/03/2019	Emissione per iter autorizzativo				



	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 2 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Lista dei Contenuti

Lista dei Contenuti.....	2
1 Premessa	4
1.1 Definizioni ed abbreviazioni	5
1.2 Glossario	6
2 Descrizione del Terminale	8
2.1 Contesto economico.....	9
2.2 Il nuovo meccanismo di allocazione della capacità di rigassificazione	11
2.3 Il Servizio di Peak Shaving	12
2.4 Il Servizio integrato di rigassificazione e stoccaggio.....	12
2.5 Descrizione dell’Impianto attuale	13
3 Prospettive Commerciali	16
4 Studio Di Fattibilità	18
4.1 Descrizione del Progetto.....	20
4.2 Studio di Fattibilità Unloading (Scarico GNL).....	21
4.2.1 Analisi del Sistema di ormeggio.....	23
4.2.2 Sistema di trasferimento del GNL.....	25
4.3 Studio di Fattibilità Loading (Carico del GNL)	25
4.4 Configurazione FSRU a seguito delle modifiche.....	26
5 Esecuzione Progetto	27
5.1 Diagramma del Flusso di Processo (PFD).....	28
5.2 Limiti di Batteria	29
5.3 Fonti, Codici e Standard	30
5.4 Analisi dell’ormeggio.....	31
5.4.1 Side- By- Side Mooring System Design Basis	31
5.4.2 Attrezzatura necessaria per l’ormeggio	31
5.4.3 Parabordo	32
5.5 Sistema di trasferimento del GNL da nave a nave.....	33
5.5.1 Principale Descrizione del Processo.....	33
5.5.2 Sistema di trasferimento del GNL.....	33

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 3 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5.5.3	Port Manifold.....	34
5.5.4	Isolamento	35
5.6	Requisiti del GNL trasferito	35
5.6.1	Composizioni	35
5.6.2	Portata	36
5.7	Caratteristiche delle SSLNGC compatibili.....	36
5.8	Fasi Operative di Esercizio.....	38
5.9	Requisiti Funzionali	38
5.9.1	Requisiti Generali.....	38
5.9.2	Requisiti per l'interfaccia FSRU/SSLNGC.....	38
5.9.3	Custody Transfer System	39
5.9.4	Requisiti ambientali	39
5.10	Design Strutturale.....	39
5.11	Sistemi di sicurezza per il trasferimento Ship To Ship.....	40
5.11.1	Sistema di protezione da incendi ed esplosioni	40
5.11.2	Filosofia di Layout	41
5.11.3	Prevenzione da Perdite.....	42
5.11.4	Pressure Relief System	42
5.11.5	Controllo e Shutdown.....	42
5.11.6	Emergency Shutdown System	42
6	Conclusioni	43

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 4 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

1 Premessa

Il Terminale di rigassificazione “FSRU Toscana” della società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT), costituisce una delle principali infrastrutture nazionali per l’importazione del GNL, contribuendo alla diversificazione ed alla sicurezza delle fonti di approvvigionamento del sistema energetico italiano.



A bordo del Terminale, il gas naturale liquefatto, approvvigionato da navi metaniere, viene stoccato nelle cisterne, rigassificato e quindi inviato a terra tramite una condotta sottomarina che giunge al punto di approdo situato sulla riva del Canale Scolmatore, per poi collegarsi alla Rete Nazionale Gasdotti nel territorio comunale di Collesalveti, in Provincia di Livorno.

Nel 2015 uno Studio di Fattibilità, cofinanziato dal Programma EU TEN-T denominato “Sea Terminals Project”, svolto in cooperazione con la Fondazione Valenciaport e l’Autorità Portuale di Livorno, sotto la supervisione del Ministero dei Trasporti (MIT), ha valutato e confermato l’idoneità del Terminale “FSRU Toscana”, attraverso l’introduzione di minime modifiche progettuali, alla fornitura di servizi SSLNG, ossia alla distribuzione di GNL tramite metaniere di piccola taglia verso i maggiori porti del Mar Tirreno. Il Terminale, anche grazie alla sua localizzazione di assoluta centralità nel cuore del Mediterraneo, potrebbe svolgere un ruolo determinante nella catena logistica per l’approvvigionamento e la distribuzione di questo combustibile.

A seguito dei risultati positivi dello Studio di Fattibilità già realizzato, OLT ha intrapreso quindi un percorso di verifiche per offrire, oltre al servizio di rigassificazione, anche un servizio Small Scale LNG (SSLNG) attraverso l’introduzione di alcune modifiche impiantistiche e funzionali al Terminale incrementandone la flessibilità e la capacità di distribuzione.

Per sviluppare le attività di SSLNG del Terminale, OLT ha definito una serie di interventi che riguarderanno nello specifico:

- la definizione del sistema di ormeggio per consentire l’accosto in sicurezza delle Small Scale LNG Carriers (SSLNGC) adibite alla distribuzione via mare del GNL;
- la realizzazione di un sistema di trasferimento GNL dal Terminale alle SSLNGC.



	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 5 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Nel presente documento sono contenute le specifiche tecniche per le modifiche necessarie al trasferimento di GNL dai serbatoi del Terminale “FSRU Toscana” alle Small Scale LNG Carrier, ed è strutturato come segue:

- Nel Capitolo 2 viene riportata una descrizione dell’impianto nella sua conformazione attuale
- Nel Capitolo 3 vengono descritte le prospettive commerciali relative al nuovo servizio proposto
- Nel Capitolo 4 vengono riportati gli esiti degli studi di fattibilità per il carico/scarico del GNL
- Nel Capitolo 5 viene descritta l’esecuzione del Progetto
- Nel Capitolo 6 vengono illustrate le conclusioni

1.1 Definizioni ed abbreviazioni

BD	Design Basis
BOG	Boil Off Gas
CH	Cryogenic Hoses
Contractor	EPCI Contractor
CCR	Central Control Room
CTS	Custody Transfer System
EPCI	Engineering Procurement Construction and Installation (contract)
ERS	Emergency Release System
ESD	Emergency Shut Down
F&G	Fire & Gas
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit
FSRU CT	FSRU Cargo Tanks
HC	Hydrocarbons
HMI	Human Machine Interface
IAS	Integrated Automation System
GNL	Gas Naturale Liquefatto (a -160 ° per lo stoccaggio ed il trasporto efficiente)

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 6 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	



LNGTS	Sistema di trasferimento del GNL
MBL	Minimum Breaking Load
MID	Measuring Instruments Directive
NG	Natural Gas (in the gaseous state for transport to consumers)
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
OLT	Offshore LNG Toscana
OS	Operator Station (parte del IAS)
PERC	Powered Emergency Release System
PFD	Diagramma del Flusso di Processo
Project EPCIC	Project for OLT FSRU Livorno
RINA	Registro Italiano Navale
SIL	Safety Integrity Level
SSLNGC	Small Scale LNG carrier: piccole metaniere per il trasporto di GNL
SWL	Safe Working Load
Vessel	Nave con annessa sezione alloggi

1.2 Glossario

BOG: I serbatoi per LNG sono progettati per mantenere LNG ad una temperatura di -163 °C, vicino al punto di bolla. A causa del non perfetto isolamento del tank, una parte di tale LNG vaporizza. Questa evaporazione naturale è nota come Boil-Off gas e viene rimossa dal tank per mantenere il serbatoio alla pressione desiderata.

ERS: Il sistema di rilascio d'emergenza evita che vi sia sversamento di LNG in caso di allontanamento tra le due navi. Il sistema è attivato da sensori di movimento. Quando viene raggiunto il limite, il sistema manda un segnale che inizia una sequenza di eventi che innescano la chiusura delle valvole e la separazione del PERC.

ESD: il sistema di shutdown d'emergenza è necessario per garantire un livello SIL 2 o 3. In sostanza il sistema consiste in una serie di sensori montati sul campo, valvole e sistemi logici per processare i segnali

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 7 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002



in arrivo, allarmi e unità HMI. Il sistema è capace di processare segnali di input e di output in accordo con la matrice cause ed effetti.

FSRU: un'unità galleggiante di stoccaggio e scarico è una nave o un'unità flottante utilizzata per lo stoccaggio e la rigassificazione di GNL. Sono utilizzati in luoghi distanti dalla costa non raggiungibili da oleodotti o gasdotti.

GNL: il gas naturale liquefatto si ottiene sottoponendo il gas naturale (GN), dopo opportuni trattamenti di depurazione e disidratazione, a successive fasi di raffreddamento e condensazione. Il prodotto che ne deriva si presenta come un liquido inodore e trasparente costituito da una miscela composta prevalentemente da metano e quantità minori di etano, propano, butano e azoto, avente una temperatura di ebollizione di circa -160 °C a pressione atmosferica.

PFD: il diagramma di flusso di processo è comunemente usato nell'ingegneria chimica per mostrare le relazioni tra le principali apparecchiature e non evidenzia i dettagli minori, come informazioni sul piping e sulla strumentazione ridondante.

SSLNGC: le "Small Scale LNG Carriers" sono delle navi con serbatoi di dimensioni contenute (da 30,000 a 40,000 m³) se confrontati con le grandi navi che trasportano GNL. Secondo i dati di Clarksons, al momento esistono circa 26 di queste small carrier ma è un numero destinato a crescere nel breve periodo.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 8 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

2 Descrizione del Terminale



Il Terminale galleggiante di rigassificazione “FSRU Toscana”; rappresenta uno dei principali progetti di interesse nazionale nel settore dell’approvvigionamento del gas; il MiSE ha definito l’impianto di Livorno un’infrastruttura essenziale ed indispensabile per la sicurezza del Sistema Nazionale del Gas, in grado di contribuire significativamente all’economicità e alla competitività delle forniture di gas naturale.

OLT ha sviluppato il progetto, affidandone la progettazione e la costruzione a Saipem, ed oggi si occupa della sua gestione. Il Terminale è permanentemente ancorato a circa 22 km al largo della costa tra Livorno e Pisa, nella Regione Toscana. L’impianto è frutto della conversione di una nave metaniera in un terminale galleggiante di rigassificazione, che trasforma il gas naturale liquefatto (GNL), ricevuto da navi metaniere, riportandolo allo stato gassoso. I lavori di conversione sono stati effettuati presso il cantiere Dry Docks World di Dubai dal 2008 al 2013. Il Terminale, dopo la cerimonia di varo a Dubai, è arrivato in Italia a fine luglio 2013, a seguito di un lungo ed accurato iter autorizzativo avviato nel 2002, e ha iniziato le attività commerciali il 20 dicembre 2013, dopo una fase di collaudo durata circa 4 mesi e certificata dal RINA, ente di certificazione riconosciuto a livello internazionale. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (di seguito MIT) ha autorizzato l’Esercizio Definitivo dell’impianto in data 17 marzo 2015, a conclusione del collaudo effettuato dalla Commissione Interministeriale istituita ai sensi dell’art. 48 del Regolamento per l’esecuzione del Codice della Navigazione Marittima (RCN). Infine, il 25 luglio 2016 il Ministero dello Sviluppo Economico (di seguito MiSE) ha autorizzato l’Esercizio Definitivo dell’impianto e del relativo gasdotto sottomarino di collegamento a terra.

Il Terminale ha una capacità di rigassificazione autorizzata pari a 3,75 miliardi di Sm³ annui (che corrispondono a circa il 4% dell’intero fabbisogno nazionale) e una capacità massima giornaliera di rigassificazione pari a 15 milioni di Sm³¹. Le quattro cisterne possono stoccare complessivamente fino a circa 137.100 m³ lordi di GNL.

Il rigassificatore “FSRU Toscana” rappresenta un progetto innovativo per la sua collocazione, ed è stato realizzato sulla base di tecnologie sicure e ampiamente testate, con l’impiego di sottosistemi e componenti utilizzati da lungo tempo nei diversi settori dell’industria petrolifera e del gas. Si tratta di un caso di eccellenza nel mondo del GNL ed ha richiamato l’attenzione dei maggiori operatori ed esperti del settore per via delle sue peculiarità.

¹ La capacità massima giornaliera di rigassificazione è stata calcolata considerando il limite autorizzativo del Decreto VIA pari a 450 ton/h di GN rigassificato ed i seguenti fattori di conversione: ore giornaliere 24 – densità GNL 0,44 ton/m³ liquidi e fattore di espansione da liquido a gas 600 Sm³/m³ liquidi.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 9 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

A seguito dell'autorizzazione ottenuta da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (di seguito MATTM), ad oggi il Terminale è autorizzato a ricevere navi metaniere con capacità dai 65.000 m³ fino a circa 180.000 m³ (classe "New Panamax"), che rappresentano circa il 90% della flotta di navi metaniere attualmente in servizio.

Prima della scarica, ogni nave metaniera viene sottoposta a un processo di compatibilità tecnica, in cui vengono valutate le sue caratteristiche costruttive in relazione alle operazioni da compiere presso il Terminale. Una volta concluso l'iter di compatibilità, essa viene aggiunta alla lista delle navi metaniere approvate, pubblicata nell'area commerciale del sito, a cui tutti i potenziali utenti possono liberamente accedere.



2.1 Contesto economico

Il mercato del gas è stato teatro di profondi cambiamenti negli ultimi anni. A seguito della crisi economica del 2009 si è registrato, infatti, un calo significativo della domanda di gas in Italia e in Europa. Si è passati da un mercato con una prevalenza di contratti di approvvigionamento e rigassificazione di lungo periodo ad un aumento di transazioni di breve periodo di tipo "spot" e "short-term", nella direzione di un mercato flessibile e dinamico.

Negli ultimi anni è stato registrato un considerevole aumento del numero di Paesi importatori di GNL, tra cui la Cina, la Polonia, la Lituania, Malta, l'America Latina e il Medio Oriente. Parallelamente si è assistito ad un aumento sostanziale della capacità di liquefazione, che è previsto in ulteriore crescita da qui al 2020, termine entro il quale si attende l'entrata in esercizio di ben 16 progetti attualmente in costruzione, di cui l'80% negli USA e in Australia. Questo volume incrementale dovrebbe permettere di coprire la crescente domanda dei paesi asiatici, ed in particolare della Cina, che nel 2017 ha raggiunto il secondo posto tra i paesi importatori di GNL in termini di volume importato, permettendo inoltre il riallineamento del livello dei prezzi tra il mercato asiatico e quello europeo, rendendo quindi più liquido il mercato del GNL in quest'area.

Trovandosi ad operare in questo contesto, OLT ha puntato sulla possibilità di fornire la massima capacità e flessibilità di ricezione da parte del Terminale, garantendo al contempo la sostenibilità ambientale e il massimo livello di sicurezza.

Con lo scopo di rendere il Terminale OLT il più possibile fruibile dagli operatori nazionali ed internazionali, adattandolo alle logiche di mercato, è stato richiesto ed ottenuto da OLT l'aumento della capacità massima delle navi metaniere che possono scaricare presso il Terminale. Come richiamato

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 10 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002



precedentemente, il Terminale è autorizzato a ricevere circa il 90% della flotta di navi metaniere attualmente in servizio, fermo restando la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3,75 miliardi di Sm³ di gas.

Grazie a tale aumento di flessibilità ricettiva, OLT può sfruttare le possibilità offerte da un mercato in costante evoluzione come quello del GNL, a fronte dell'ingresso di nuovi operatori che oggi non possono essere collegati all'Italia via gasdotto. Tale opportunità costituisce anche una garanzia per il Sistema Paese, volta a mitigare i rischi che si possono verificare sul piano delle importazioni (dall'Africa per eventi politici e dalla Russia per le note problematiche connesse ai transiti in Ucraina). Il contributo che "FSRU Toscana" fornisce alla sicurezza energetica del Paese è stato inoltre confermato dalla ricezione, dall'inizio delle operazioni commerciali, di carichi provenienti dai maggiori Paesi esportatori di GNL quali l'Algeria, l'Egitto, il Camerun, la Guinea Equatoriale, la Nigeria, la Norvegia, il Perù, il Qatar, Trinidad e Tobago e gli Stati Uniti, oltre che di carichi provenienti da altri terminali europei (Spagna e Olanda).

L'obiettivo è poter attrarre nuove forniture e garantire al contempo la sicurezza del Sistema Nazionale del Gas. In tal senso la Strategia Energetica Nazionale - SEN -, adottata con Decreto del MiSE nel novembre 2017, ha sancito l'importanza strategica per un Paese come l'Italia di dotarsi di un certo numero di terminali di rigassificazione. Questa strategia mira ad avere una sovraccapacità tale da rendere il nostro Paese potenzialmente indipendente dalle forniture di gas naturale tramite gasdotto, ottenendo un conseguente significativo livellamento dei prezzi.

Inoltre, nel Decreto n. 257 del MiSE del 16 dicembre 2016 di recepimento della Direttiva europea DAFI sui combustibili alternativi, è stata ribadita la strategicità delle infrastrutture di stoccaggio, rigassificazione e trasporto di GNL; il Decreto riporta in allegato il Quadro Strategico Nazionale, che dedica una sezione importante alla fornitura di GNL per la navigazione marittima e interna, per il trasporto stradale e per altri usi.

Infine, la Proposta di Piano Nazionale per l'Energia e il Clima (PNIEC), presentata dal Governo italiano alla Commissione Europea alla fine del 2018, "come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell'Unione dell'Energia" ribadisce il ruolo essenziale del GNL nella transizione energetica; il GNL, infatti, risulta essere un combustibile alternativo chiave per garantire la sicurezza e la diversificazione degli approvvigionamenti energetici. Inoltre, nella Proposta di Piano vengono sottolineate le performance ambientali del GNL ed i suoi possibili utilizzi per il trasporto marittimo e terrestre.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 11 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Questo nuovo contesto di mercato permetterà quindi all'Italia di ridurre la sua attuale forte dipendenza dalle importazioni via gasdotto e, conseguentemente, di attenuare i fattori di rischio degli approvvigionamenti energetici legati all'instabilità geopolitica dei Paesi produttori di gas naturale.

2.2 Il nuovo meccanismo di allocazione della capacità di rigassificazione



Al fine di ottimizzare l'utilizzo degli impianti di rigassificazione esistenti, in linea con quanto previsto dalla SEN, l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ha introdotto, con Delibera 660/17/R/gas del 28 settembre 2017, un nuovo meccanismo di allocazione della capacità tramite asta. Tale meccanismo è stato messo a punto al fine di valorizzare la capacità di rigassificazione ai prezzi di mercato. Più nel dettaglio, la Delibera 660/17/R/gas prevede lo svolgimento di aste annuali e mensili, con meccanismi di allocazione differenti a seconda del tipo di capacità offerta, ovvero:

- asta aperta ascendente per l'allocazione della capacità pluriennale ed annuale;
- asta pay as bid per l'allocazione della capacità infra-annuale (mensile e spot).

La Delibera ha anche previsto la possibilità, per le imprese di rigassificazione, di utilizzare i servizi del Gestore dei Mercati Energetici (GME) per la creazione di una piattaforma informatica su cui effettuare le aste (PAR - Piattaforma per l'Assegnazione della Capacità di Rigassificazione).

A seguito di tali sviluppi regolatori, nel corso del 2017 OLT ha provveduto a modificare il proprio Codice di Rigassificazione, al fine di rendere possibile l'implementazione dei nuovi meccanismi su base d'asta. Più in dettaglio, il nuovo Codice di Rigassificazione, approvato dall'ARERA con Delibera 110/2018/R/gas del 1° Marzo 2018, prevede le seguenti modalità di allocazione:

- 1) Allocazione della capacità annuale e pluriennale (relativa alla capacità di rigassificazione disponibile dal 1° al 15° Anno Termico successivo a quello di conferimento);
- 2) Allocazione della capacità ad Anno Termico avviato:
 - la capacità di rigassificazione disponibile dal mese successivo a quello in cui avviene l'asta fino alla fine dell'Anno Termico viene offerta tramite un'asta mensile;
 - l'eventuale capacità di rigassificazione rimasta disponibile dopo l'asta mensile viene offerta tramite due successive aste spot;
 - a seguito di ciascuna asta spot, l'eventuale capacità ancora disponibile viene offerta su base First Come First Served (FCFS).

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 12 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

2.3 Il Servizio di Peak Shaving

Nel 2018, per il sesto anno consecutivo, OLT ha offerto il servizio di Peak Shaving, una delle misure di emergenza stabilite dal MiSE nell'ambito del "Piano di Emergenza" per fronteggiare particolari situazioni sfavorevoli per il Sistema Nazionale del Gas che possono verificarsi nel periodo invernale, garantendo così la sicurezza del Sistema Gas Italia.

In caso di emergenza, infatti, è possibile rigassificare ed immettere in rete, con breve preavviso, il GNL precedentemente scaricato e stoccato nei serbatoi del Terminale, per fare fronte a richieste di punta del sistema relative ad un periodo limitato di tempo.

Nel triennio 2016-2018 OLT ha messo a disposizione del sistema attraverso questo servizio un quantitativo complessivo di GNL pari a circa 324.000 m³, continuando, nel contempo, ad offrire capacità di rigassificazione su base pluriennale, annuale ed infra-annuale, secondo quanto previsto dalla regolazione vigente.



La provenienza del GNL ricevuto nell'ambito del servizio di Peak Shaving conferma il contributo che il Terminale fornisce alla diversificazione delle fonti di approvvigionamento di gas per il sistema italiano.

Nel triennio di riferimento, infatti, il Terminale ha ricevuto tre carichi rispettivamente dagli USA, da Trinidad e Tobago e dall'Egitto.

2.4 Il Servizio integrato di rigassificazione e stoccaggio

In linea con la Comunicazione della Commissione Europea del 16 febbraio 2016 sulla strategia dell'UE in merito all'utilizzo del GNL e allo stoccaggio di Gas Naturale e per contribuire ulteriormente alla sicurezza degli approvvigionamenti del Sistema Nazionale, il MiSE e l'ARERA hanno attivato il servizio congiunto tra rigassificatori e stoccaggi chiamato "Servizio Integrato di Rigassificazione e Stoccaggio". Tale servizio è finalizzato a consentire alle imprese industriali l'approvvigionamento diretto di GNL dall'estero e prevede l'offerta da parte delle imprese di rigassificazione e dell'impresa maggiore di stoccaggio STOGIT della rigassificazione e la successiva immissione in stoccaggio di quantitativi di gas riconsegnati al Terminale, dando priorità nell'assegnazione del servizio al gas proveniente da Stati dai quali non sono in corso importazioni, che siano di durata uguale o superiore ad un anno.

OLT ha offerto tale servizio negli Anni Termici di Stoccaggio 2016/2017 e 2017/2018, allocando complessivamente 15 slot di scarica, pari ad un quantitativo totale di GNL scaricato presso il Terminale di circa 2.050.000 m³; i carichi sono pervenuti da 6 Paesi diversi: Usa, Trinidad e Tobago, Algeria, Qatar, Perù e Norvegia.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 13 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Questi risultati rappresentano un ottimo segnale sia in termini di ripresa del mercato del GNL nel Mediterraneo che, in particolare, per il Terminale “FSRU Toscana”, il quale dimostra essere un’importante infrastruttura, dotata di alta flessibilità ricettiva e di emissione, in grado di intercettare le esigenze del mercato internazionale del GNL.

2.5 Descrizione dell’Impianto attuale

L’attività svolta a bordo del Terminale consiste nello stoccaggio e nella rigassificazione del gas naturale liquefatto: il gas naturale viene ricevuto allo stato liquido, mediante navi cisterna, stoccato in serbatoi criogenici a pressione pressoché ambiente e alla temperatura di -160°C , rigassificato ed inviato al gasdotto a terra attraverso la condotta sottomarina. La capacità nominale di stoccaggio del Terminale è di circa $137,100\text{ m}^3$ di GNL e la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata è pari a 3.75 miliardi di Sm^3 di gas.

L’ancoraggio del Terminale è di tipo “*single mooring point*” a torretta, ovvero il Terminale può ruotare liberamente attorno all’asse della torretta orientandosi in funzione delle condizioni meteorologiche prevalenti. L’ancoraggio è stato progettato per resistere alle condizioni locali di vento e di onda estreme con ricorrenza di cento anni.



Il Terminale FSRU è dotato di No. 4 serbatoi di stoccaggio GNL di tipo Moss, disposti nella parte centrale. Le metaniere in arrivo al Terminale attraccano, con l’ausilio di 3 rimorchiatori dedicati, affiancandosi al lato di dritta (destra) per scaricare il GNL mediante 4 bracci di carico di cui 3 dedicati all’operazione di trasferimento del GNL e 1 per il ritorno del BOG alla nave gasiera.

Poiché il BOG generato durante l’allibio supera il quantitativo per l’autoconsumo necessario alla produzione di energia elettrica, l’esubero di gas in parte ritorna alla nave gasiera (per l’equilibrio delle pressioni in gioco) e in parte viene mandato al sistema *BOG Compressor*, dove viene ricondensato.

Il GNL, una volta rigassificato, viene inviato a terra tramite un gasdotto di 36.5 km totali (gestito da Snam Rete Gas), di cui 29.5 km in mare, 5 km nel Canale Scolmatore e i restanti 2 km sulla terraferma, completamente interrati e direttamente connessi alla Rete Nazionale dei Gasdotti (stazione di regolazione di Suese, nel Comune di Collesalveti).

Il Terminale è dotato dei seguenti sistemi e componenti principali:

- Sistema di Ricevimento del GNL;
- Sistema di Rigassificazione;
- Impianto dell’Azoto per il Controllo dell’Indice di Wobbe;

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 14 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002



- Sistema di Produzione di Energia;
- Sistema Acqua Mare;
- Sistema di Trasporto del Gas.

Le attività svolte e i principali impianti di processo possono essere riassunti nelle seguenti fasi:

- ormeggio delle navi metaniere;
- trasferimento dalle metaniere e caricamento del GNL (gas naturale liquefatto) a bordo del Terminale attraverso l'utilizzo dei 4 bracci di carico;
- stoccaggio nei 4 serbatoi MOSS (volume unitario di circa 34.275 m³, e globale di circa 137.100 m³ lordi) e pompaggio del GNL all'impianto di rigassificazione;
- recupero del BOG attraverso il convogliamento verso un collettore comune a tutti i serbatoi e in seguito inviato a nave approvvigionatrice, o come fuel gas alle caldaie o al sistema di send out;
- vaporizzazione del GNL: il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 vaporizzatori IFV (intermediate fluid vaporiser) che utilizzano l'acqua di mare come fonte di calore e il propano come fluido riscaldante intermedio tra l'acqua di mare e il GNL;
- convogliamento del gas naturale verso il gasdotto;
- disormeggio delle metaniere.

Oltre agli impianti di processo il Terminale è dotato di impianti ausiliari e di sicurezza, tra cui:

- sistema acqua di mare: gli utilizzi principali dell'acqua di mare sono riconducibili al processo di rigassificazione (fluido di raffreddamento), all'impianto di zavorra, al condensatore ausiliario, all'impianto antincendio e servizi generali, all'impianto antincendio di emergenza e schiuma ad alta pressione e raffreddamento delle apparecchiature ausiliarie;
- sistema *Fuel Gas*: sistema che fornisce l'alimentazione (Gas naturale) alle due caldaie;
- sistema generazione energia elettrica: la produzione di energia elettrica è assicurata da due turbogeneratori a vapore della potenza di 10 MW ciascuno, da due turbogeneratori a vapore della potenza di 3,35 MW ciascuno e da generatori diesel di emergenza;
- sistema di generazione di vapore: le motrici dei turbogeneratori sono movimentate dal vapore prodotto da due caldaie (40MWt ciascuna). Tali caldaie utilizzano GN (Gas Naturale) come fluido combustibile primario e MGO (Marin Gas Oil) in caso di non normale operatività;

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 15 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO		Originator Document N° / Job N°:
	SMALL SCALE LNG TRANSFER		0349-TITA-G-MI-352-002

- emissioni convogliate: il Terminale presenta due punti di emissioni convogliate (E1 ed E2) costituite da due linee separate di scarico dei fumi di combustione delle caldaie (convergenti in un unico camino);
- sistema aria: strumenti di processo e di impianto;
- sistema *cold vent* e sistema *propane vent*: sistema di *venting* del Terminale finalizzato alle emissioni in atmosfera con criteri stringenti di sicurezza dei gas che dovrebbero essere rilasciati in caso di guasti ed emergenze. Il sistema prevede due distinti punti di rilascio in atmosfera dei gas rilasciati in caso di guasti ed emergenze, entrambi posti sulla sommità di una torretta, realizzata mediante una struttura reticolare avente altezza di circa 70 m dal ponte di coperta del Terminale;
- sistema di ancoraggio: Il sistema di ancoraggio del Terminale è realizzato attraverso un giunto meccanico snodato collegato ad ancore attraverso sei catene metalliche. Questa configurazione consente al Terminale di ruotare a 360°, mantenendo comunque sempre in posizione fissa le catene di ancoraggio;
- sistema produzione e distribuzione azoto.

Nella figura successiva è presentato uno schema riassuntivo dei flussi di processo.

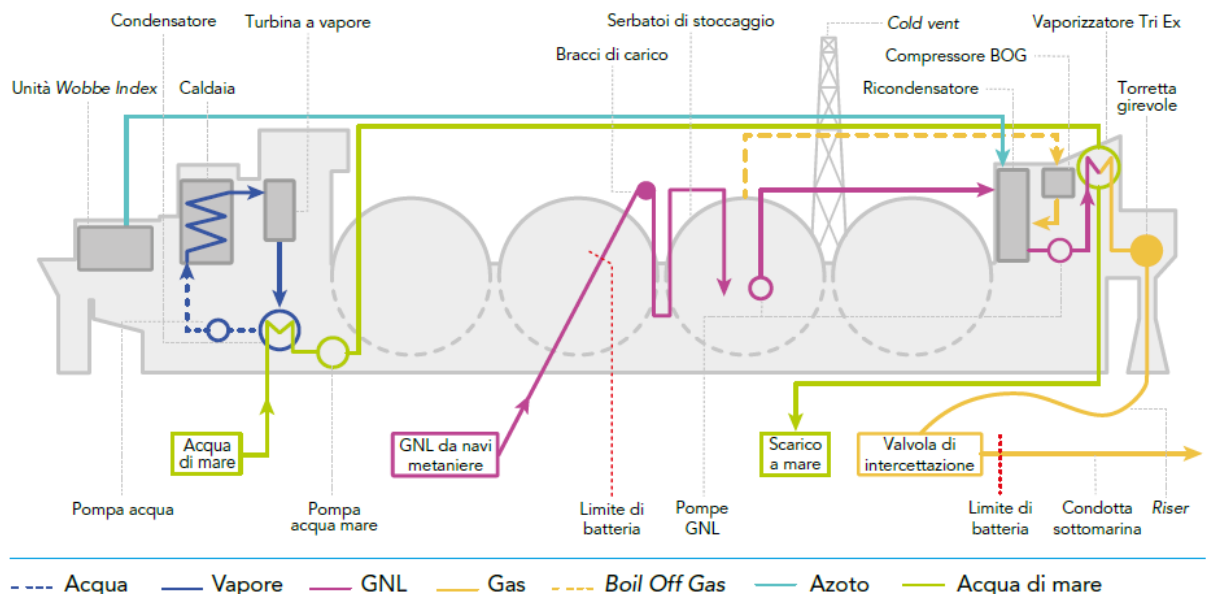




Figura 1: Schema dell'impianto attuale

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 16 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002



3 Prospettive Commerciali

Con il nuovo meccanismo di allocazione su base d'asta introdotto in Italia a partire dal secondo trimestre del 2018, si ha avuto la conferma che gli operatori internazionali hanno la possibilità di portare maggiori quantitativi di GNL in Italia rispetto al passato. Grazie a questo nuovo meccanismo, infatti, i terminali di rigassificazione sono in grado di offrire prodotti che riflettono maggiormente gli effettivi andamenti del mercato del GNL. In questo contesto gli operatori che hanno iniziato ad usufruire dei servizi offerti dai terminali italiani in maniera più continuativa, potrebbero in un prossimo futuro richiedere ulteriori servizi propri del settore SSLNG già presenti presso molti terminali europei. L'offerta di questi nuovi servizi permetterebbe lo sviluppo del mercato del GNL per gli stoccaggi in costruzione nelle aree non metanizzate e nei porti italiani per l'utilizzo del GNL per usi civili, industriali e per i trasporti terrestri e navali, servizi ancora non presenti sul territorio nazionale.

Il GNL è sempre più al centro del dibattito all'interno dei Paesi UE in materia di combustibili green, essendo considerato quello a minor impatto ambientale tra i combustibili fossili, ed in grado di assicurare elevate prestazioni in termini di efficienza energetica.

Gli obiettivi messi in campo dall'UE per i prossimi anni nel campo energetico sono particolarmente stringenti. La Direttiva 2014/94/EU sullo sviluppo delle infrastrutture per i combustibili alternativi ha previsto che tutti gli Stati Membri producessero entro il 2016 piani nazionali di sviluppo delle diverse fonti, tra cui il GNL, per il settore dei trasporti. Tale Direttiva è stata recepita dall'ordinamento italiano con Decreto n. 257 del 16 dicembre 2016, il quale include il Quadro Strategico Nazionale per lo sviluppo dei combustibili alternativi.



Entro il 2020, infatti, tutti i Paesi Membri dovranno necessariamente fare ricorso a carburanti più sostenibili nell'ottica di ridurre in maniera drastica le emissioni inquinanti causate dal trasporto marittimo. In particolare, le scadenze a lungo termine sono due: il 31 dicembre 2025, data entro la quale all'interno dei porti marittimi dovrà essere realizzato un numero adeguato di punti di rifornimento di GNL appartenenti alla rete di collegamento europeo lungo le principali direttrici Nord-Sud, Est-Ovest

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 17 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

denominate “Blue Corridors”, ed il 31 dicembre 2030, termine ultimo per la realizzazione di punti di rifornimento di GNL nei principali porti della navigazione interna.

In Italia sono in corso numerosi progetti volti alla realizzazione di depositi di stoccaggio e distribuzione del GNL tutto il territorio nazionale.

In questo scenario, il Terminale di rigassificazione "FSRU Toscana" può svolgere un ruolo decisivo nella partita dello Small Scale LNG grazie alla propria versatilità ed alla posizione strategica dell’impianto. Nel dettaglio, il servizio di Small Scale LNG riguarda la possibilità di scaricare GNL direttamente da un impianto di rigassificazione e stoccaggio da parte di piccole navi metaniere, che potranno poi portarlo presso stazioni di rifornimento a terra, all'interno dei porti del Mediterraneo. In questi contesti, infatti, potranno sorgere delle vere e proprie "stazioni di servizio", presso le quali sarà possibile il rifornimento sia per le imbarcazioni sia per i mezzi che utilizzano il GNL per l'autotrazione.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 18 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

4 Studio Di Fattibilità

Nel giugno 2015 il MiSE ha dato il via alla consultazione pubblica per la Strategia Nazionale sul GNL per individuare e approfondire obiettivi, temi e misure da mettere in atto. A seguire, sulla base degli orientamenti emersi dalla consultazione, il Ministero ha emesso il “Piano Strategico Nazionale sull’utilizzo del GNL in Italia” che risulta come parte integrante del Decreto n. 257 di recepimento della Direttiva DAFI - entrato in vigore il 14 gennaio 2017.

In questo scenario OLT ha realizzato uno specifico studio preliminare di fattibilità, co-finanziato dall’Unione Europea, nell’ambito del progetto “Sea Terminals” in collaborazione con la Fondazione Valenciaport e con l’Autorità Portuale di Livorno, sotto la supervisione del MIT e in linea con il “Piano Strategico Nazionale sull’utilizzo del GNL in Italia” proposto dal MiSE.

Lo studio di fattibilità ha fornito risultati positivi, confermando la possibilità per il Terminale di scaricare GNL su piccole metaniere, con una lunghezza compresa tra i 60 m e i 110 m e una capacità di caricamento tra i 250 m³/h e i 900 m³/h. Per quanto riguarda la sicurezza, sono stati presi come riferimento gli standard internazionali delle metaniere di taglia grande, pertanto anche le cosiddette Small Scale LNG Carriers dovranno essere conformi agli standard OCIMF (Oil Companies International Marine Forum), in particolare per il collettore, e dovranno essere in possesso di sistemi di sicurezza elettronici (ESD) in conformità con gli standard internazionali previsti dalla SIGTTO - Society of International Gas Tanker and Terminal Operators, questo per garantire il massimo livello di sicurezza durante la scarica presso qualsiasi terminale.





	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 19 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	



Figura 2: Simulazione di una bettolina durante l'accosto al Terminale

Lo studio ha inoltre evidenziato che le modifiche necessarie per fornire questo nuovo servizio sono di tipo marginale e potrebbero essere svolte in tempi ridotti. Esse riguarderebbero il lato sinistro dell'impianto, dove sono già presenti i principali elementi per l'allibo e per lo scarico. Il Terminale ha mostrato, pertanto, di avere tutte le carte in regola come centro di distribuzione di GNL nell'alto Tirreno, fornendo i quantitativi di GNL necessari per approvvigionare i maggiori porti nell'area.

OLT, in seguito ai risultati dello studio di fattibilità, ha proseguito il percorso di verifiche necessarie all'apertura dell'eventuale nuovo servizio, dando avvio alla realizzazione di diversi studi propedeutici all'ottenimento delle autorizzazioni necessarie. Tali studi sono stati parzialmente finanziati attraverso la partecipazione al bando "CEF - Connecting Europe Facilities" indetto dalla Commissione Europea con lo scopo di sviluppare le reti trans-europee e le infrastrutture nei settori dei trasporti, delle telecomunicazioni e dell'energia.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 20 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

In particolare, il cofinanziamento ottenuto riguarda:

- uno studio relativo alla logistica operativa del Terminale per verificare le interazioni tra il servizio primario della rigassificazione e il servizio di SSLNG;
- studi in merito agli aspetti di sicurezza generale e di sicurezza della navigazione relativi allo svolgimento delle operazioni SSLNG;
- studi in merito agli aspetti ambientali “FSRU Toscana” rappresenterebbe quindi un elemento fondamentale all’interno della filiera per l’approvvigionamento e la distribuzione del GNL, che coinvolge anche altri partner a livello locale.

4.1 Descrizione del Progetto

Al fine di poter trasferire il GNL dal Port Manifold ad una SSLNG e viceversa, OLT ha considerato di procedere con le modifiche descritte di seguito, da effettuare a bordo del FSRU.

Il progetto di modifica include:



- Modifiche al Port Manifold volte ad accogliere il sistema di trasferimento;
- Modifiche o installazione sul Portside di apparecchiature per l’ormeggio;
- Installazione del Sistema di Trasferimento del LNG;
- Precommissioning;
- Commissioning and start up.

“FSRU Toscana” è attualmente capace di ricevere GNL da una metaniera e di inviare il Gas Naturale tramite gasdotto alla rete nazionale.

Il progetto consiste nell’installare un *LNG transfer system* per trasferire il GNL dai serbatoi del FSRU al *portside* della bettolina, o viceversa. Il Port Manifold, esistente già a bordo della nave “Golar Frost” prima della conversione in FSRU, è stato parzialmente modificato nel tempo, ma è ancora pienamente funzionante.

È ancora possibile utilizzare le valvole di processo e le valvole d’isolamento sono connesse al sistema ESD. Fatta eccezione di ciò, il Port Manifold dovrà comunque essere modificato per accogliere l’LNG Transfer System.

Eventuali modifiche o aggiunte di nuove apparecchiature per l’ormeggio, nonché la certificazione della strumentazione esistente, sarà effettuata con lo scopo di permettere l’attracco per il servizio di SSLNG.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 21 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002



Il sistema di sicurezza del LNGTS sarà integrato nel sistema ESD del FSRU, e se necessari, saranno integrati nuovi sensori F&G e apparecchiature di *Fire Fight* nell'area del Port Manifold. Per scopi commerciali, un nuovo dedicato CTS sarà aggiunto al *portside* per misurare la qualità del GNL.

4.2 Studio di Fattibilità Unloading (Scarico GNL)

Questo paragrafo riporta i risultati ottenuti dallo studio di fattibilità svolto da D'Appolonia per conto di OLT Offshore LNG Toscana con lo scopo di investigare la possibilità di usare il Terminale "FSRU Toscana" per il carico e scarico di GNL da piccole metaniere.

Lo studio prevede le seguenti fasi:



- **Fase di Selezione:** secondo le informazioni disponibili, sono state identificate un certo numero di bettoline di riferimento su cui basare lo studio. Sulla base di queste navi di riferimento sono state fatte le seguenti considerazioni:
 1. Analisi delle esistenti bettoline, con lo scopo di definire un numero di unità esistenti che potrebbero essere utilizzate per il commercio di LNG su piccola scala;
 2. Compatibilità Bettolina/Terminale: basandosi sul sistema di ormeggio esistente del FSRU e in accordo con le esigenze di OLT, D'Appolonia ha sviluppato un'analisi preliminare della compatibilità tra le bettoline esistenti per il trasporto di LNG e il Terminale FSRU. Più nel dettaglio, questa analisi permette di identificare il limite massimo e minimo delle piccole metaniere che potrebbero essere usate per il trasferimento di LNG;
 3. Identificazione delle bettoline di riferimento: D'Appolonia ha identificato, tra quelle esistenti, alcune navi di riferimento che potrebbero essere compatibili con l'FSRU. In particolare, sono due le piccole metaniere prese come oggetto di studio: Pioneer Knutsen (limite minimo) e il Coral Methane (limite massimo)

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 22 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Data	Unit	Pioneer Knusten	Coral Energy
		Value	Value
L _{OA}	m	68.870	117.800
L _{PP}	m	63.400	111.200
B	m	11.800	18.600
D	m	5.500	10.600
Capacity	m ³	1100	7.400
Type of Propulsion	\	2 Azimuth Trusters	2 Azimuth Trusters
Main Engine	\	2 x Mitsubishi Gas and 2 x Mitsubishi Diesel 2 x 910 kW/ 2 x 6440 kW	2 x Bergen Gas and 2 x Bergen Diesel 2 x 2380 kW/ 2 x 3840 kW
Speed	Nodi	14	14
Pumps – Max Discharge Rate	m ³ /h	200	450 (2 Unità)
Flexible Hoses Supports	\	Possibilità di installare le selle per le manichette	Possibilità di installare le selle per le manichette
Type of Cargo Tank	\	Tipo Indipendente	Tipo Indipendente
Crane Lifting Capacity	t	1.00	4.00

Tabella 1: Mini LNG Range of Vessels

- **Analisi del sistema di ormeggio:** in questa fase, è stata effettuata un'analisi del sistema di ormeggio per verificare se quello del Terminale è adeguato ad accogliere l'intero range di navi identificate nella fase precedente;
- **Modifiche al Topside:** in questo paragrafo sono state identificate le principali modifiche necessarie per permettere all' "FSRU Toscana" di effettuare il caricamento delle SSLNG. Nello specifico le modifiche riguardano:
 1. Processo
 2. Sistemi di Sicurezza
 3. ESD System
 4. Fire & Gas system
 5. BOG Handling
 6. Custody Transfer
- **Stima Costi:** Vengono qui riportati i costi relativi alle modifiche proposte. Inoltre, si riportano anche i prezzi delle mini LNG con dimensioni minima e massima precedentemente identificate.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 23 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

Sulla base dei punti precedenti, lo studio di fattibilità ha condotto al seguente campo di valori, intesi come limiti operativi, per le operazioni di trasferimento di LNG tra “FSRU Toscana” e le SSLNG.

Data	Unit	Minimum	Maximum
		Value	Value
L _{pp}	m	63.40	111.20
B	m	11.800	18.600
Wave Hs	m	0	1.5 ²
Wind	m/s	0	10 ²
Current	m/s	0	0.25 ²
MLNG Berthing Capacity	m ³	1000	7500
Cargo Pumps Loading Rate	m ³ /h	100	900
Cargo Pumps Loading Pressure	barg	4	6

Tabella 2: Principali Caratteristiche del “FSRU Toscana” durante il Side-by-Side

4.2.1 Analisi del Sistema di ormeggio



Dall’analisi di ormeggio effettuata si evince che il Terminale FSRU è in grado di accettare tutto il campo di piccole metaniere identificato con il layout del sistema d’ormeggio sviluppato per ciascuna SSLNGC. La definizione accurata del layout del sistema d’ormeggio è di fondamentale importanza, dal momento che ha un impatto sul carico delle linee necessarie per effettuare le operazioni per l’ormeggio. I layout presentati in questo studio sono stati definiti in accordo con le due principali richieste di OLT: definire il numero ottimale di cavi per l’ormeggio e di non inserire nessuna apparecchiatura per l’ormeggio sul ponte del FSRU.

Si può concludere che, con il sistema di ormeggio proposto per entrambe le navi, ma soprattutto per la Coral Methane, nel caso di condizioni ambientali base (Hs = 1.5 m) con condizioni ambientali non collineari, le tensioni sui cavi di ormeggio sono leggermente sopra i carichi raccomandati.

Per entrambe le navi, con condizioni ambientali collineari, i carichi del sistema di ormeggio, così come la dinamica delle bettoline, non mostrano alcuna criticità. Si suggerisce quindi, se si vuole scaricare con altezza delle onde pari ad 1.5 m, di utilizzare l’elica di manovra per mantenere il sistema con la prua rivolta verso le onde in arrivo.

Considerando un carico ambientale ridotto, la SSLNGC può essere ormeggiata al FSRU ed il trasferimento di GNL può avvenire con un’altezza delle onde fino ad 1 metro. In particolare, per le due navi:

² I valori qui riportati rappresentano rispettivamente il valore limite per ciascun parametro ambientale (Wind, Current, Wave). Tuttavia, tale valore massimo, per ciascuna condizione ambientale, è raggiunto quando tali condizioni si verificano contemporaneamente.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 24 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

- **PIONEER KNUTSEN:** il sistema di ormeggio proposto per questa SSLNGC (che rappresenta il limite inferiore del range di SSLNGC precedentemente definito), è pienamente conforme e raggiunge il livello di sicurezza prescritto dal principale standard internazionale (ref./27/) relativo a questo tipo di operazioni. Inoltre, lo sforzo calcolato su ciascuna linea per tutte le condizioni meteo considerate è all'interno del limite consentito, che in accordo con /27/ è il 50% del MBL.
- **CORAL METHANE:** il sistema di ormeggio proposto per questa Small SSLNGC (che rappresenta il limite superiore del range di SSLNG precedentemente definito), è conforme con il principale standard internazionale (ref./27/) relativo a questo tipo di operazioni, fatta eccezione per le linee *fore spring* che sono connesse ad una bitta centrale che ha un SWL di 39 t, che è leggermente inferiore del MBL delle linee d'ormeggio(42t).

Inoltre, sebbene il sistema non raggiunga il livello di sicurezza previsto dall' OCIMF, è opportuno notare che la massima tensione calcolata nelle simulazioni dell'ormeggio è 29.6 t, valore ben lontano dal MBL (42 t). Questo è dovuto al fatto che per il seguente studio non è prevista l'installazione di nessuna nuova bitta e quindi possono essere usati solamente i punti di ormeggio adesso disponibili. Come conseguenza di ciò, le cime per l'ormeggio sono corte e quasi in *breast configuration*.

Si raccomanda quindi di effettuare il trasferimento di GNL con condizioni meteo relative ad $H_s < 1$ m o utilizzando l'elica di manovra per mantenere le onde in arrivo a prua al fine di ridurre il più possibile gli sforzi sulle suddette cime di ormeggio e per ridurre i moti relativi tra le navi.



Infine, sono state scelte delle manichette flessibili da 6" pollici per trasferire LNG dal FSRU alle SSLNGC.

Le manichette dovrebbero avere le seguenti caratteristiche:

Bore Diameter [inch]	Max Work. Pressure [bar]	Bend Radius [mm]	Weight [kg/m]	Maximum Length [m]
6	10.5	910	20.10	30

Tabella 3: Caratteristiche Principali delle manichette flessibili

Queste caratteristiche soddisfano anche il minimo raggio di curvatura laddove il massimo moto relativo Y tra FSRU e le SSLNGC corrisponde alla massima compressione del fender. Durante la fase di connessione e disconnessione, le manichette possono essere gestite in maniera sicura dalla gru che si trova a bordo del FSRU e da quella installata sulla SSLNGC. Le manichette possono essere fornite da diversi produttori e sono già certificate dai più importanti enti di certificazione.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 25 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

4.2.2 Sistema di trasferimento del GNL

Per trasferire GNL dal FSRU alla SSLNGC sono state prese in considerazione tre opzioni: le Spray Pumps, le Cargo Pumps e le In-Tank Pumps. Tra queste, D'Appolonia ha identificato le Cargo Pumps come le più adatte, in funzione del loro scarso impatto sul layout, la loro capacità, gestione del BOG e operabilità.

In particolare, due sono i punti a favore delle Cargo Pumps: lo scarso impatto che hanno sul FSRU e la portata scaricata, capace di soddisfare i requisiti delle SSLNGC identificate.

Le principali modifiche da implementare sul FSRU al fine di trasferire LNG con le Cargo Pumps sono:

- Aggiunta di un trasmettitore di portata all'uscita del LNG *Port Manifold*;
- Predisposizione di allarmi nella control room per differenze di portata e per alta pressione per le *cargo pumps*;
- Implementazione di hardware e software nel DCS;
- Estensione delle funzioni del ESD dalla zona del *Loading Arms* alla zona del Port Manifold;
- Estensione dei sistemi di Fire & Gas previsti nella zona del *Loading Arms* alla zona del Port Manifold.



4.3 Studio di Fattibilità Loading (Carico del GNL)

Dopo l'esito positivo dello studio di fattibilità per lo scarico, OLT ha chiesto a Techint di effettuare un ulteriore studio di fattibilità per il processo inverso, ossia lo spostamento di GNL dalle piccole metaniere al FSRU utilizzando le stesse apparecchiature del caso precedentemente esaminato.

Nel caso del trasferimento di GNL da SSLNGC, i flussi del GNL e del BOG risultano invertiti ragion per cui i tre ERS e la valvola di controllo posta sulla linea del vapore dovranno essere bidirezionali.

Lo stesso requisito è necessario per la strumentazione, di cui occorrerà verificare la reversibilità.

Un altro aspetto importante è la formazione del BOG e la sua gestione. Immediatamente dopo la partenza del SSLNGC dal terminale di approvvigionamento, si avrà la generazione di BOG a causa del calore proveniente dall'esterno. Se questo non viene utilizzato per alimentare i motori della nave, ne seguirà un aumento di pressione nei Cargo Tank. Maggiore sarà la pressione di arrivo della bettolina, maggiore sarà la quantità di BOG prodotta. Grazie all'utilizzo di software dedicati, si è concluso che la massima portata di BOG che può essere gestita dal FSRU è 20.000 kg/h, a cui corrisponde una pressione

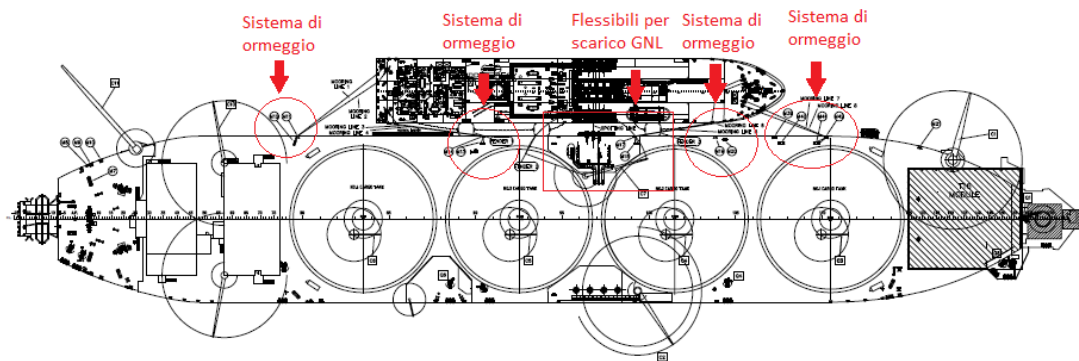
	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 26 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

massima della bettolina di 0.62 bar g. Da questi risultati si desume che sarà necessaria una portata di send out pari a 250 t/h per incorporare nuovamente il BOG nel LNG. Nel caso in cui la pressione della SSLNGC sia prossima a quella del FSRU, il vapore generatosi è minimo e quindi non è necessario il send out.

Quindi, in conclusione, il *loading* da SSLNGC è fattibile a condizione di non accettare piccole metaniere con pressione dei tank non superiore a 160 mbarg.

4.4 Configurazione FSRU a seguito delle modifiche

Vista dall'alto FSRU - post modifiche SSLNG



Vista dall'alto FSRU - situazione attuale

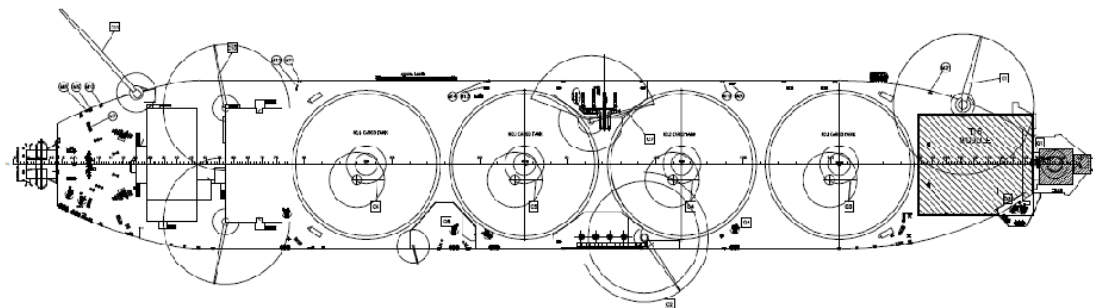




Figura 3: Configurazione del Terminale FSRU a seguito delle modifiche e prima delle modifiche

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 27 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5 Esecuzione Progetto

A seguito dell'esito positivo degli studi di fattibilità precedentemente descritti, OLT ha deciso di proseguire con la progettazione esecutiva relativa alle modifiche da apportare al Terminale con lo scopo di fornire il servizio di SSLNG.

Il Terminale, come descritto nel Capitolo 2, è attualmente dotato delle attrezzature impiantistiche necessarie per ricevere, stoccare e rigassificare il GNL trasportato dalle navi metaniere, per poi inviarlo in forma gassosa verso terra, nella Rete Nazionale Gasdotti, tramite una condotta sottomarina.

Il progetto in esame prevede, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, l'implementazione del servizio di SSLNG per la distribuzione del GNL come combustibile, tramite la scarica di 41 metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC) all'anno. Questo nuovo servizio verrebbe alimentato da una capacità di GNL dedicata al servizio stesso pari ad un quantitativo di circa 310.000 mcliq/anno, lasciando invariata la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3,75 Mld Smc/anno.

Il progetto prevede nello specifico, la realizzazione di una serie di interventi funzionali e impiantistici che riguarderanno nello specifico:



- il sistema di ormeggio per l'accosto in sicurezza delle small scale LNG Carrier sul fianco sinistro (port mooring side) del Terminale FSRU;
- modifica del sistema esistente di trasferimento (fianco sinistro) del GNL dal Terminale FSRU alle SSLNGC.

Nell'ambito del progetto è previsto inoltre che la modifica al sistema di trasferimento consenta anche lo scarico di GNL dalle SSLNGC al Terminale FSRU, al fine di garantire il contributo energetico necessario alla produzione di energia elettrica nel caso il Terminale non abbia utenti per lunghi periodi.

I sistemi di sicurezza relativi alle operazioni di trasferimento GNL saranno integrati nel sistema di Emergency Shutdown (ESD) installato a bordo del Terminale. Per la misura commerciale del GNL trasferito alle SSLNGC, verrà installato un Custody Transfer System (CTS) dedicato.

Lo Studio di Fattibilità ha analizzato, tra l'altro, una serie di alternative per la definizione delle caratteristiche principali del progetto, con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- identificazione delle SSLNGC di riferimento per il servizio di distribuzione del GNL;
- analisi delle modalità di ormeggio delle SSLNGC al Terminale.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 28 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

Le analisi effettuate hanno portato alla definizione attuale del progetto che è riportata nel dettaglio all'interno del documento "Small Scale LNG Transfer System Design Basis", le cui caratteristiche principali sono riportate nei seguenti paragrafi.

5.1 Diagramma del Flusso di Processo (PFD)

Il PFD per l'*unloading*, che descrive le varie fasi del processo di scarico del GNL dal FSRU alle SSLNGC, è riportato in Figura 1. Per mezzo di una Cargo Pump, il GNL è inviato al *Port Manifold*, e per mezzo delle CHs, viene trasferito ai Cargo Tank del SSLNGC.

La portata di GNL viene misurata durante il trasferimento (per ragioni puramente di processo) e la sua qualità è determinata attraverso un dedicato CTS.

Il vapore spiazzato dai tank, insieme al BOG generato durante lo scarico di GNL, è inviato, grazie ad un pressure control system, al *Vapour Header* del FSRU, al fine di compensare le variazioni in volume dei Cargo Tank. Il gas in eccesso sarà invece inviato al FG system del FSRU.

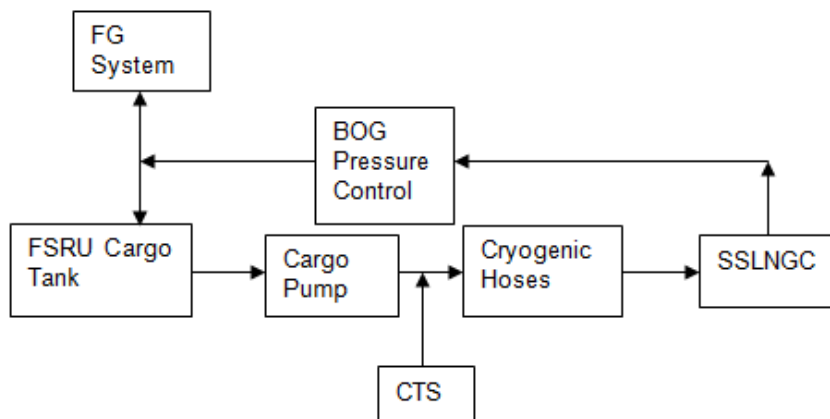




Figura 2: Diagramma del Flusso di Processo - Unloading

Il PFD per il *loading*, che descrive le varie fasi del processo di carico del GNL dalla SSLNGC al Terminale è riportato in Figura 2. Tramite le pompe all'interno del SSLNGC, GNL è inviato al Port Manifold, e per mezzo delle CHs, viene trasferito ai Cargo Tank del FSRU. La portata di GNL viene misurata durante il trasferimento (per ragioni puramente di processo) e la sua qualità è determinata attraverso un dedicato CTS.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 29 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Il vapore spiazzato dai recipienti, insieme al BOG generato durante il carico di GNL, è inviato al SSLNGC, per compensare le variazioni di volume nei Cargo Tank. Il gas in eccesso sarà inviato al FG system del FSRU.

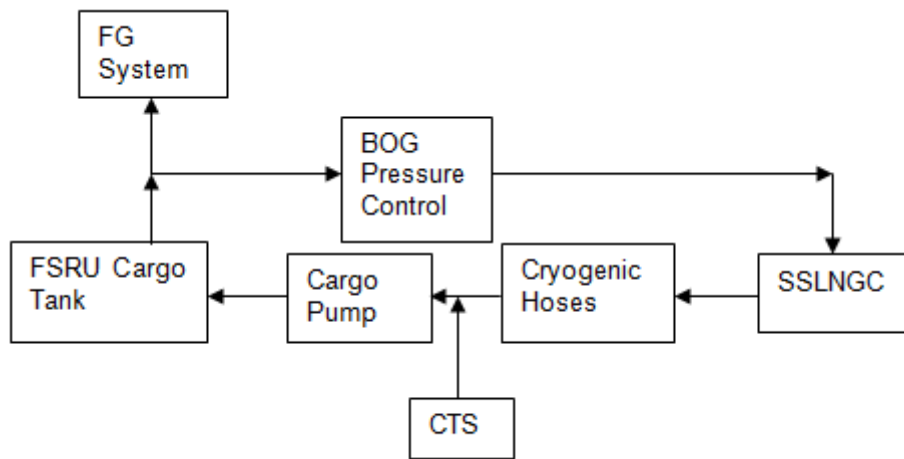


Figura 3: Diagramma del Flusso di Processo - Loading

5.2 Limiti di Batteria



I Limiti di Batteria sono, da una parte, le connessioni con le strutture e le tubazioni esistenti del FSRU, e dall'altra, l'interfaccia tra FSRU e SSLNGC. La SSLNGC non è inclusa nel progetto.

Faranno parte del FSRU i seguenti sistemi:

- Sistemi guida per le manichette e accessori correlati;
- LNGTS comprese le CHs;
- Attrezzatura per l'ormeggio Side-By-Side;
- Sistema di Controllo e cavi necessari per scambiare con la SSLNGC dati rilevanti riguardanti le operazioni di *unloading* e ormeggio (e.g. Process Control, ESD);
- Selle;
- Expansion pools (se necessari).

La SSLNGC includerà, invece, la seguente strumentazione:

- Cime per l'ormeggio Side-By-Side;
- Sistema di Controllo e cavi per interfacciarsi con FSRU.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 30 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Come espresso da OLT, si preferisce che il sistema di parabordi sia fornito dalla SSLNGC. Durante il Progetto, l'Engineering Contractor definirà i requisiti minimi per tale sistema e valuterà la possibilità di installare i parabordi connessi al FSRU.

Di seguito sono evidenziati con maggior dettaglio i limiti di batteria relativi a ciascun sistema:



- **ACCOSTO**
 - Fino al parabordo, compreso;
 - Fino alle cime per l'ormeggio, non comprese;
 - La verifica delle cime sarà effettuata per la SSLNGC con capacità di 7500 m³
- **STRUTTURE FSRU:**
 - Fino alle connessioni con le strutture esistenti. Le strutture esistenti saranno valutate e modificate, come richiesto.
- **LNG TRANSFER HOSES:**
 - Saranno inclusi al collettore del SSLNGC fino alla connessione con il supporto.

5.3 Fonti, Codici e Standard

Le seguenti definizioni si applicano ai Codici, Standard, Raccomandazioni Tecniche e Linee Guida e la loro applicabilità al progetto:

- **Regole di Design:** Regole/Linee Guida/ Standard e requisiti con cui si riesce a raggiungere la piena conformità nel progetto. Per piena conformità si intende che tutti i requisiti richiesti dalle Regole/Linee Guida/ Standard saranno raggiunti, se applicabili e non in conflitto con requisiti precedenti.
- **Linee Guida di Riferimento e Standard:** verranno utilizzati, là dove applicabili, come guida per le fasi di ingegneria. Questi documenti saranno utilizzati quando le Regole di Design non contengono dei requisiti specifici.

In caso di contrasto, le leggi, i regolamenti ed i codici saranno applicati nel seguente ordine:

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 31 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

- ✓ Autorizzazioni
- ✓ Regolamenti e Leggi italiane
- ✓ Class and Statuory Rules
- ✓ Direttive europee, Codici e Standard
- ✓ Codice Civile italiano e Standard
- ✓ Standard Internazionali
- ✓ Codici e Standard del Contractor

Laddove non vi siano specifici requisiti e non sia possibile applicare dei regolamenti, le buone norme ingegneristiche nel campo dell'industria petrolifera e del GNL saranno applicate, previa approvazione di OLT.

Le apparecchiature non coperte da tali standard progettuali potrebbero essere progettate in accordo alle raccomandazioni del costruttore.

5.4 Analisi dell'ormeggio

5.4.1 Side- By- Side Mooring System Design Basis

Il sistema per l'ormeggio Side-by-side, per l'accosto in sicurezza delle small scale LNG Carrier sul fianco sinistro (*port mooring side*) della FSRU sarà composto da:

- Punti d'ormeggio lato FSRU (bitte e argani)
- Cavi per l'ormeggio (forniti dalle SSLNGC)
- Punti d'ormeggio lato SSLNGC (fuori dallo Scopo del Lavoro)
- Sistema del parabordo

Durante lo sviluppo del progetto verrà valutata la possibilità di installare dei ganci a rilascio veloce alle bitte esistenti.



Il sistema d'ormeggio sarà progettato in accordo con i requisiti ed i principi base del OCIMF Mooring Equipment Guidelines³ e Rina Class Rules⁴.

5.4.2 Attrezzatura necessaria per l'ormeggio

L'attrezzatura per l'ormeggio a bordo del FSRU sarà progettata e valutata sulla base del OCIMF, MEG, regole del RINA, IACS UR A2 e MCS. 1/circ 1175.

³ OCIMF Mooring Equipment Guidelines Revision 4

⁴ RINA RES. 17/E, Rules for the classification of floating offshore units intended at fixed locations and mobile offshore drilling units

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 32 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

Non tutti i punti di *fitting* per l'ormeggio sul port side, esistenti a bordo già dai tempi della Golar Frost, potrebbero avere una certificazione fornita dagli enti di certificazione. La prima edizione del IACS UR A2 è entrata in vigore il 1° gennaio 2004 e quindi non fu possibile applicarla alla Golar Frost. Per tali *fitting* non certificati, la documentazione sarà inviata per l'approvazione del disegno strutturale e la certificazione del SWL in accordo con le regole di Classificazione e il MEG4 (Design Basis Load). Il disegno strutturale sarà preparato sulla base di un questionario a bordo e dei documenti esistenti.



Per i nuovi fitting che saranno installati a bordo, il *Design Basis Load* sarà scelto con lo scopo di osservare lo *Ship Design Minimum Breaking Load* della più grande delle SSLNG carrier, appurato che questa sia compatibile con le infrastrutture esistenti e con la richiesta di nessun (o ridotto) lavoro a caldo a bordo del FSRU.

5.4.3 Parabordo

I parabordi, che avranno il compito di evitare i possibili contatti tra gli scafi delle SSLNGC e della FSRU, di mantenere l'opportuna curvatura delle manichette durante le operazioni di accosto e ormeggio e dunque assicurare che le operazioni di trasferimento GNL si svolgano in sicurezza, saranno del tipo galleggiante (Yokohama), come mostrato nella figura seguente.



Figura 4: Parabordi (tipo Yokohama) (Fonte:www.nauticexpo.es)

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 33 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5.5 Sistema di trasferimento del GNL da nave a nave

5.5.1 Principale Descrizione del Processo

Il sistema di trasferimento del GNL sul fianco sinistro della FSRU sarà modificato al fine di consentire sia il caricamento (*loading*) delle SSLNGC per la successiva distribuzione via mare, che lo scarico (*unloading*) delle stesse qualora vi sia la necessità di rifornire il Terminale del GNL necessario alla produzione di energia elettrica nel caso di assenza di utenti per lunghi periodi.

Nel caso in cui si voglia caricare la SSLNGC (*loading*), il GNL viene prelevato dai CT per mezzo delle Cargo Pump esistenti ed il flusso è controllato tramite una valvola e la sua apertura verrà modificata per mantenere la pompa al punto di lavoro. Il GNL sarà inviato, per mezzo del *Loading Header*, al Port Manifold, quindi al LNGTS e successivamente alle SSLNGC. Se del BOG si produce durante il trasferimento, insieme al vapore spiazzato, questo verrà trasferito indietro, per mezzo di una manichetta, ai tank del FSRU. Se la pressione operativa delle SSLNGC è considerevolmente più alta di quella dei tank del FSRU, un loop di controllo dedicato permette il controllo di portata.



Parte di questo gas è utilizzato per compensare variazioni in volume dei CT, dovute al prelievo di GNL, mentre la quota parte rimanente verrà mandata al *LD compressor* ed in caldaia.

Nel caso di *offloading* delle SSLNGC, si avrà l'operazione inversa ovvero il GNL sarà trasferito tramite le pompe delle SSLNGC verso i serbatoi della FSRU tramite il collettore (manifold) ubicato sul fianco sinistro (port side) e le tubazioni criogeniche. Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento sarà inviato dai serbatoi del Terminale FSRU al sistema *fuel gas*, mentre i quantitativi in eccesso saranno inviati ai serbatoi della SSLNGC per compensarne le variazioni di volume.

Il sistema di trasferimento del GNL sarà progettato per un flusso di 900 m³/h di GNL.

5.5.2 Sistema di trasferimento del GNL

LNGTS è dotato di manichette criogeniche per permettere il trasferimento Side-By-Side del LNG e del BOG. Le operazioni di *loading* e *unloading*, per una SSLNGC da 7500 m³, richiedono all'incirca 8-10 ore a cui aggiungere il tempo di *cooldown* del ERS e delle CHs. Ormeggio, *loading* e disormeggio richiedono approssimativamente 20 ore. In particolare:

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 34 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

- 1h operazioni
- 1h mooring *till all fast*
- 2h connessione manichette + warm ESD test
- 1h colldown + cold ESD test
- 8-10 h *loading/unloading*
- 1h warm up + hoses purging
- 1h disconnessione manichette
- 1h disormeggio + sailing away

Le manichette per effettuare le operazioni di *loading/unloading* ed il recupero dei vapori si dovranno adattare a tutte le bettoline costruite in accordo con le Linee Guida SIGTTO.

La disposizione del collettore sarà come segue (L = Liquid, V = Vapour):

- Manifold Layout: L – V – L
- Connessione Liquido: ANSI 300 RF
- Connessione Vapore: 1x6" ANSI 300 RF

Il Marine and Naval Enginnering Contractor dovrà verificare la possibilità di aggiungere alle CHs delle apparecchiature in grado di guidare e limitare i moti relativi tra le navi.



Le selle, che verranno installate a bordo del SSLNG, potrebbero essere necessarie per mantenere il corretto raggio di curvatura durante le operazioni.

Ovviamente le manichette saranno equipaggiate con un sistema di rilascio assistito che soddisfi pienamente le richieste della SIGTTO per isolare in maniera sicura e disconnettere rapidamente le CH dal FSRU in caso di emergenza. Il sistema ESD dovrà essere in accodo con gli ultimi requisiti della SIGTTO e ciò vale sia per FSRU sia per le Small Carrier.

LNGTS dovrà inoltre controllare il moto di caduta delle manichette e dell'ERS.

5.5.3 Port Manifold

Il Port Manifold si dovrà modificare per alloggiare il transfer system, tuttavia senza andare ad intaccare la possibilità di installare uno *spool piece* o una manichetta per le operazioni di spurgo con gas inerte dei recipienti.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 35 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Le nuove linee dovranno essere progettate in modo tale da permettere un facile accesso all'area e senza interferire con le uscite d'emergenza. Tutta la strumentazione necessaria dovrà essere alloggiata sulle nuove linee.

Se non esiste, si dovrà prevedere la linea dell'azoto tramite un collegamento al WINCS o alla Engine Room Nitrogen Production System.

Ovviamente si dovrà predisporre tutto il necessario per svuotare le linee e le manichette.

5.5.4 Isolamento

Il materiale di tutte le linee e tutta la strumentazione, essendo a contatto con LNG, dovrà avere un'elevata resistenza, duttilità e durezza.

Come conseguenza delle basse temperature, tali sistemi sono generalmente soggetti a carichi dinamici ed a sforzi ciclici. Il concetto di fatica avrà necessariamente un ruolo rilevante nella scelta dei materiali.

Quindi, le linee e sistemi soggetti a caldo o freddo dovranno essere isolati per le seguenti ragioni:

- Minimizzare i flussi di calore in ingresso
- Assicurare protezione da fenomeni di condensazione e congelamento
- Proteggere i lavoratori



Sulle linee e su tutte le apparecchiature che operano con fluidi criogenici sarà applicato un materiale isolante ed una protezione meccanica contro il fuoco.

Le caratteristiche dell'isolante dovranno essere in accordo con gli standard e le normative applicabili, dovrà essere privo di cloro al fine di evitare corrosione ed evitare la propagazione di incendi. Si eviterà l'uso di un materiale poroso capace di assorbire i gas e si selezionerà il materiale migliore in commercio (in termini di caratteristiche strutturali).

5.6 Requisiti del GNL trasferito

5.6.1 Composizioni

Il sistema di trasferimento del GNL dovrà essere progettato per trasferire 900 m³/h con le seguenti composizioni:

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 36 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Components	mol%	
	Heavy	Light
N ₂	1.26	0.62
CH ₄	87.16	93.14
C ₂ H ₆	8.78	6.2
C ₃ H ₈	2.1	0.01
i-C ₄ H ₁₀	0.35	0.02
n-C ₄ H ₁₀	0.35	0.01
WI (MJ/Sm ³)	52.26	51.49

Tabella 4: Composizioni Heavy e Light

Inoltre, sulla base della qualità del GNL arrivato al Terminale a partire dall'inizio delle operazioni commerciali, sono state identificate in Tabella 5 le seguenti composizioni limite:

Components	mol%	
	Very Heavy	Very Light
N ₂	0.12	0
CH ₄	90.604	97.324
C ₂ H ₆	6.105	2.34
C ₃ H ₈	2.16	0.28
i-C ₄ H ₁₀	0.397	0.028
n-C ₄ H ₁₀	0.612	0.019
WI (MJ/Sm ³)	52.748	51.215

Tabella 5: Composizioni Very Heavy e Very Light

5.6.2 Portata



La portata di design di GNL da trasferire è pari a 900 m³/h sia per le operazioni di carico che di scarico. Il sistema di controllo delle Cargo Pump deve essere aggiornato per consentire la gestione di questo flusso di GNL, considerando anche il *ramp up*.

A causa delle elevate perdite di carico nelle manichette, per poter utilizzare le Cargo Pump esistenti sul FSRU (o sulle SSLNGC nel caso di carico) sarà necessario minimizzare le perdite di carico dovute all'ERS, alla strumentazione e tutti gli altri *fittings*.

Per effettuare il *cooldown* delle manichette sono necessarie piccole portate, che saranno gestite per mezzo delle spray pump.

5.7 Caratteristiche delle SSLNGC compatibili

Le SSLNGC previste per la distribuzione via mare del GNL, considerate rappresentative ai fini del progetto, avranno caratteristiche dimensionali compatibili con il Terminale.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 37 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Le SSLNGC saranno caratterizzate da una pressione massima operativa di circa 3.5 barg e da serbatoi criogenici del tipo cilindrico orizzontale pressurizzato a membrana.

Nel seguito si riportano le immagini di due SSLNGC tipo considerate rappresentative per il progetto proposto, ossia:

- ✓ Pioneer Knutsen
- ✓ Coral Methane





Figura 5: Pioneer Knutsen



Figura 6: Coral Methane

Si precisa che analogamente a quanto avviene per le metaniere ricevute per il servizio di rigassificazione, ogni nave in arrivo al Terminale verrà sottoposta ad un processo di compatibilità in cui si analizzano le caratteristiche tecnico-costruttive e l'adeguatezza delle piccole metaniere ad essere ormeggiate al Terminale FSRU.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 38 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5.8 Fasi Operative di Esercizio

Nella fase di esercizio è previsto il rifornimento, e quindi l'arrivo, di massimo No. 41 SSLNG all'anno. Le operazioni di accosto/ormeggio, caricamento e disormeggio/allontanamento delle SSLNGC si svolgeranno secondo le seguenti fasi e tempistiche:

- ✓ Manovra (1 ora);
- ✓ Ormeggio (1 ora);
- ✓ Connessione manichette e test ESD a caldo (2 ore);
- ✓ Raffreddamento e test ESD a freddo (1 ora);
- ✓ Carico/scarico GNL, variabile a seconda della taglia e del *loading/unloading rate* della SSLNGC (8-10 ore);
- ✓ Riscaldamento e spurgo manichette (1 ora);
- ✓ Disconnessione manichette (1 ora);
- ✓ Disormeggio e allontanamento (1 ora).

5.9 Requisiti Funzionali

5.9.1 Requisiti Generali



Il design si basa essenzialmente su tecnologie collaudate.

- Le soluzioni proposte dovranno avere un'elevata affidabilità in termini di funzionalità, sicurezza e operabilità, filosofia delle scorte a magazzino.
- Dovranno essere implementati i requisiti necessari per effettuare semplici e facili operazioni di manutenzione, per mezzo di sottosistemi e control loop.
- I componenti fondamentali di apparecchiature essenziali dovranno essere rimossi per ispezioni/manutenzioni o rimpiazzati durante la vita operativa del sistema

5.9.2 Requisiti per l'interfaccia FSRU/SSLNGC

Si dovrà fornire LNGTS con i seguenti requisiti funzionali:

- Un sistema di disconnessione rapido attivato da ESD (FSRU);
- Un collegamento tra FSRU e SSLNG per lo scambio del segnale ESD;
- Si dovrà installare un sistema per monitorare la posizione della SSLNGC rispetto al FSRU e, in caso di necessità, per attivare l'ESD.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 39 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5.9.3 Custody Transfer System

Nel LNGCTS si dovrà prevedere un CTS e dovrà fornire:

- Composizione del LNG;
- Densità del LNG;
- Potere Calorifico del LNG

Inoltre, a valle del Port Manifold si dovrà installare la necessaria strumentazione per misurare:

- pressione del LNG;
- pressione della linea del BOG;
- temperatura del BOG;
- portata massiva del LNG;
- portata massiva del BOG.



5.9.4 Requisiti ambientali

Le attività in progetto che prevedono l'implementazione del servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL tramite navi metaniere di piccola taglia (SSLNGC), in aggiunta al servizio di rigassificazione attualmente in corso, non comporterà modifiche sostanziali allo scenario emissivo attuale. I risultati delle simulazioni dello scenario emissivo sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale redatto da RINA e riportano che la variazione di impatto sulla qualità dell'aria associata al progetto proposto può essere ritenuta trascurabile.

5.10 Design Strutturale

Il design strutturale può includere, ma non limitarsi a:

- Una struttura dedicata installata a bordo del FSRU per la gestione/manutenzione delle manichette e per supporto alle selle. La posizione prevista di questa nuova struttura dovrebbe essere intorno al frame 98 sul port side del FSRU;
- Ganci per poter conservare le manichette in certe condizioni meteo;
- Piccole strutture per effettuare l'accesso, la connessione, la disconnessione e la manutenzione delle manichette;

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 40 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

- Supporti per le nuove tubazioni;
- Apparecchiature ausiliarie per la gestione delle manichette.

La progettazione delle strutture dovrà essere effettuata in accordo con le regole del RINA per la classificazione di unità offshore galleggianti con posizione fissa o unità di perforazione offshore mobili (RES. 17/E).

Come requisito generale, OLT richiede che non vi siano lavori a caldo a bordo. Tuttavia, a causa di specifici interventi, OLT considererà operazioni gas free come indicato nelle ISGOTT.

5.11 Sistemi di sicurezza per il trasferimento Ship To Ship

I Sistemi di Sicurezza esistenti saranno revisionati sulla base dei principi della Valutazione di Rischio per assicurarsi che tutti i potenziali pericoli associati con le modifiche abbiano la dovuta considerazione in fase di ingegneria e per minimizzare il più possibile i pericoli per il personale e l'ambiente.

Come parte dell'ingegneria, si procederà con un'analisi HAZOP ed una Valutazione di Rischi.

5.11.1 Sistema di protezione da incendi ed esplosioni



I sistemi di protezione si dovranno basare sui seguenti principi:

- Contenimento e controllo delle perdite: si vuole evitare spargimenti su altre apparecchiature o sul deck
- Indirizzare i materiali pericolosi verso un luogo sicuro
- Controllo della velocità di evaporazione dei gas rilasciati
- Contenimento e diluizione di nuvole di gas esplosive
- Evitare l'accumulo di gas in spazi confinati/congestionati con elevato potenziale esplosivo
- Protezione di apparecchiature in caso d'incendio
- Estinzione d'incendio

Le aree di contenimento saranno definite sulla base dell'estensione della potenziale sorgente di rilascio. Si valuterà anche la possibilità di inviare il materiale spillato a mare o in un posto sicuro.

I sistemi antincendio dovranno assicurare il raffreddamento dell'apparecchiatura ed estinguere la fiamma laddove possibile.

I nuovi sistemi (Fire Alarms, Fire Fighting e Wash-Down System) dovranno essere del tipo approvato dall'Autorità Italiana e con i requisiti previsti dal RINA Class.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 41 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER	Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002	

Le modifiche al sistema antincendio dovranno esser fatte in accordo con i risultati e le raccomandazioni degli studi di rischio, requisiti del RINA Class per il nuovo processo e le raccomandazioni delle Autorità.

Le modifiche al sistema antincendio potranno essere effettuate per i seguenti motivi:

- Aggiornamento del Fire Water Main Ring per il nuovo processo
- Water Spray System
- Sistema Antincendio con CO₂
- Sistema Antincendio con schiume
- Sistema Antincendio con polveri
- Sistemi Antincendio con estintori portatili

Le barriere d'acqua saranno predisposte in funzione dell'estensione e della dispersione del rilascio.

Le modifiche degli allarmi antincendio potranno essere effettuate per i seguenti motivi:

- Cold Detectors
- Flammable Gas Detectors
- Fire Detectors

La protezione delle strutture sarà prevista sottoforma di protezione passiva e *cold fire/blast* per prevenire il degenerare dell'emergenza ed il collasso.

Le nuove Attrezzature Salva Vita collocate vicino l'area soggetta a modifiche, se necessarie, dovranno essere della tipologia ed installate secondo i requisiti previsti da SOLAS e la scelta dovrà ricadere tra:



- Salvagente
- Giubbotti Salvavita

La revisione ed implementazione di gas detector e sistemi esterni antincendio è già stata prevista.

5.11.2 Filosofia di Layout

Il layout dovrà attenersi ai seguenti principi:

- Minimizzare l'espansione di un incendio
- Evitare accumulo di gas
- Separare una sorgente d'innesco da una sorgente di gas applicando il concetto di Hazardous Area Classification
- Le valvole ed altri sistemi di emergenza dovranno esser posizionati in modo tale da essere facilmente accessibili ed identificati.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 42 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

5.11.3 Prevenzione da Perdite

Le perdite possono essere minimizzate o evitate:

- Utilizzando linee saldate, quindi limitando le connessioni flangiate
- Tutte le valvole sul gas liquefatto saranno del tipo top-entry
- Rilevatori di perdite
- Installazione di gocciolatoi in acciaio inossidabile

Il drenaggio a mare non sarà previsto durante le normali operazioni.

Il layout, al fine di evitare perdite durante la manutenzione, dovrà:

- Evitare il gocciolamento di sostanze pericolose
- Identificare aree di lay down.

Si dovrà evitare di operare con gru o ganci sopra le apparecchiature pericolose o in funzione.

La *water curtain*, con annessi *spray water*, dovrà essere prevista come protezione da possibili spillamenti durante le operazioni di carico e scarico di LNG.

5.11.4 Pressure Relief System

Si dovrà provvedere a posizionare valvole contro la sovrappressione generate dall'espansione del liquido.

5.11.5 Controllo e Shutdown

Al fine di evitare lo sviluppo di situazioni potenzialmente pericolose, si dovrà prevedere un sistema di controllo e di *shutdown*.



Il sistema di *shutdown* sarà progettato per operare in caso di incidente. A tale scopo tutte le apparecchiature di sicurezza saranno progettate per essere *fail-safe* ed i cavi del sistema di *shutdown* dovranno essere collegati alla CCR, collocata sul FSRU.

Inoltre, sarà posizionato nel Port Manifold, in una zona facilmente raggiungibile, un sistema di comunicazione con CCR.

5.11.6 Emergency Shutdown System

L'*Emergency Shutdown System* dovrà interfacciarsi con il sistema ESD della bettolina, come previsto dalle procedure per l'ormeggio Side-By-Side.

Tutte le SSLNGC sono dotate di un pannello per l'interconnessione ESD situato nella zona del Manifold. Tale pannello ha generalmente uno o più terminali per la connessione. Questi possono essere pneumatici, elettrici o ottici. Al fine di garantire la massima flessibilità, il pannello di interconnessione a bordo del FSRU dovrà essere equipaggiato per le tre possibili tipologie di connessione.

	CUSTOMER: OLT (Offshore LNG Toscana)	Document No.:	
	LOCATION: Offshore Livorno (Italy)	TECH-033470-V07-352-ZR-0001	
	PROJECT: FSRU Toscana	Rev. A	Sheet 43 of 43
	PROGETTO DEFINITIVO SMALL SCALE LNG TRANSFER		Originator Document N° / Job N°: 0349-TITA-G-MI-352-002

Si dovrà prevedere inoltre un segnale test che confermi la corretta connessione tra le due navi il più velocemente possibile durante le operazioni di attracco e ormeggio.

Il *Process Safety System* dovrà monitorare tutte le funzioni critiche; qualsiasi falla critica nel sistema dovrà essere identificata ed allarmata. Tutti gli strumenti di input e output dovranno essere direttamente collegati all'ESD.

Dovrà essere possibile azionare manualmente il sistema ESD tramite ESD call points.

Il sistema ESD dovrà attivare lo *shutdown* delle operazioni di carico e scarico e la disconnessione d'emergenza delle manichette.

6 Conclusioni

In base a quanto esposto nei paragrafi precedenti, si può arrivare alle seguenti conclusioni:

- il Terminale di rigassificazione "FSRU Toscana" può svolgere un ruolo decisivo nella partita dello "Small Scale LNG" grazie alla propria versatilità e alla posizione strategica dell'impianto;
- il servizio di SSLNG potrà essere svolto parallelamente al servizio di rigassificazione, attività principale del Terminale;
- il servizio di rigassificazione verrà garantito anche in presenza del servizio di SSLNG,
- in base alle valutazioni del RINA, lo scarico del GNL dal Terminale FSRU alle SSLNGC è possibile effettuando le dovute modifiche al Port Manifold elencate precedentemente;
- in base alle valutazioni di Techint, l'operazione di carico dalle SSLNGC al FSRU utilizzando le stesse apparecchiature del *loading* è possibile; sarà necessaria una valvola bidirezionale sulla linea del BOG ed imporre che le piccole metaniere non arrivino al Terminale con una pressione superiore ai 0,62 bar g;
- il sistema sarà progettato per operare con una portata di 900 m³/h;
- la durata totale delle operazioni è compresa tra le 16 e le 18 ore.