

Progetto TDI RETE-GNL

Tecnologie e Dimensionamento di Impianti per la RETE di distribuzione primaria di GNL nei porti dell'area transfrontaliera

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”
Contributo partner di progetto

1

Indice

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Inquadramento del prodotto T.1.1.2 all'interno del Progetto TDI RETE-GNL | 4 |
| 2. | Aspetti introduttivi sul GNL | 11 |
| 2.1. | Natura e composizione del GNL | 11 |
| 2.2. | La filiera tecnologico-produttiva del GNL: cenni | 15 |
| 3. | Analisi SWOT: profili metodologici e review della letteratura | 22 |
| 3.1. | Review della letteratura | 23 |
| 3.2. | Implicazioni connesse alla literature review..... | 31 |
| 3.3. | Analisi SWOT delle tecnologie per il bunkering di GNL in ambito portuale: quadro concettuale e metodologia | 32 |
| 4. | Analisi SWOT delle configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL | 39 |
| 4.1. | Configurazione Truck to Ship (TTS)..... | 40 |
| 4.2. | Configurazione Ship to Ship (STS) | 45 |
| 4.3. | Configurazione Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS) | 50 |
| 4.4. | Configurazione Mobile Fuel Tanks | 54 |
| 4.5. | Benchmarking e confronto tra configurazioni alternative | 57 |
| 5. | Applicazione dell'analisi SWOT a specifici business cases | 59 |
| | Bibliografia | 63 |

Indice delle tabelle

| | |
|--|----|
| Tabella 1. SWOT Analysis come strumento manageriale per la valutazione di tecnologie alternative o in ambito portuale negli studi accademici | 26 |
| Tabella 2. Campione dei contributi scientifici analiticamente considerati..... | 27 |
| Tabella 3. Principali ambiti di applicazione della SWOT Analysis nella letteratura relativa al settore marittimo-portuale..... | 29 |
| Tabella 4 Benchmarking e confronto tra le configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL..... | 57 |

Indice delle figure

| | |
|--|----|
| Figura 1. Output TDI RETE-GNL | 7 |
| Figura 2. Attività T1.1 e prodotti T1.1.1-T1.1.2-T1.1.3 | 8 |
| Figura 3. Composizione e caratteristiche medie del gas naturale immesso in Italia e confronto con altri paesi europei..... | 11 |
| Figura 4. GNL: Variazioni nelle caratteristiche chimico-fisiche in funzione della variazione della composizione..... | 15 |
| Figura 5. La filiera del Gas Naturale..... | 19 |
| Figura 6. Schema di approvvigionamento, stoccaggio e distribuzione del GNL su piccola scala | 20 |
| Figura 7. Processo metodologico della systematic literature review..... | 25 |
| Figura 8. Metodologia: fasi del processo di SWOT analisi..... | 33 |
| Figura 9. Matrice SWOT: esempio di applicazione in ambito aziendale | 35 |
| Figura 10. Elenco delle macrocategorie per l'analisi delle caratteristiche delle tecnologie di bunkering GNL..... | 38 |
| Figura 11 Le quattro configurazioni di bunkering | 40 |
| Figura 12. Rifornimento di GNL secondo configurazione TTS..... | 41 |
| Figura 13. Configurazione TTS con l'impiego di diverse autobotti..... | 44 |
| Figura 14. Analisi SWOT configurazione TTS..... | 45 |
| Figura 15. Operazioni di bunkering di GNL effettuate da AIDA Nova alle Canarie..... | 47 |
| Figura 16. Configurazione STS mediante bunker barge | 48 |
| Figura 17. Analisi SWOT della configurazione STS..... | 50 |
| Figura 18. Rifornimento di GNL secondo configurazione PTS..... | 51 |
| Figura 19. Analisi SWOT della configurazione PTS | 54 |
| Figura 20. Rifornimento di GNL secondo configurazione mobile fuel tank..... | 55 |
| Figura 21. Analisi SWOT della configurazione mobile fuel tanks | 56 |

1. Inquadramento del prodotto T.1.1.2 all'interno del Progetto TDI RETE-GNL

Il progetto Interreg Marittimo “Tecnologie e Dimensionamento di Impianti per la RETE di distribuzione primaria di GNL nei porti dell’area transfrontaliera”¹ (di seguito TDI RETE-GNL) è finalizzato a migliorare la sostenibilità delle attività portuali commerciali, contribuendo alla riduzione delle emissioni attraverso il supporto alla pianificazione e allo sviluppo di infrastrutture per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell’area di Programma. L’obiettivo perseguito è quello di favorire l’impiego del gas naturale liquefatto (GNL) come combustibile per il trasporto navale, con riferimento a diverse tipologie di naviglio.

Il Progetto è finanziato, a valere sul II Avviso Interreg Marittimo ITA-FRA 1420, nell’Asse prioritario 3 - Miglioramento della connessione dei territori e della sostenibilità delle attività portuali e all’interno dell’obiettivo specifico 7C2 - Migliorare la sostenibilità delle attività portuali commerciali contribuendo alla riduzione delle emissioni di carbonio.

Tenuto conto della necessità di sviluppare un approccio sistemico e integrato al problema relativo alla disponibilità di servizi di bunkering di GNL nell’ambito dei porti dell’area di Programma, il progetto intende identificare le basi comuni da adottare nello spazio transfrontaliero marittimo Italia-Francia che consentano la realizzazione di una rete di distribuzione primaria di GNL basata su caratteristiche tecnologiche omogenee. Il sistema complessivo d’offerta e la relativa supply chain dovranno essere pianificati (in termini di localizzazione, dimensionamento e selezione delle opzioni tecnologiche da adottate) al fine di rispondere alle esigenze quali-quantitative espresse dalla domanda armatoriale e da altri potenziali utilizzatori e clienti della filiera tecnologico-produttivo del GNL.

A questo scopo, il progetto TDI RETE-GNL coniuga profili tecnici e scientifici, al fine di identificare operativamente soluzioni innovative in risposta alle esigenze di trasporto e di logistica relative ai flussi di GNL in ambito marittimo-portuale, tra aree geograficamente prossime, che consentano di incrementare la sostenibilità nel lungo termine delle attività marittimo-portuali.

La diffusione del GNL nei porti, infatti, richiede l’implementazione di un sistema infrastrutturale che privilegi logiche di corridoio e la costituzione di una rete di distribuzione affidabile, sicura e integrata. La realizzazione di tale infrastruttura implica decisioni strategiche circa la localizzazione degli impianti per il bunkering, lo stoccaggio e l’approvvigionamento del GNL. È inoltre fondamentale l’assunzione di una molteplicità di scelte in relazione al dimensionamento dei diversi nodi infrastrutturali, impianti e relativi componenti: scelte, queste

¹ Il progetto TDI RETE-GNL finanziato a Valere sul II Avviso Interreg 1420 ha durata 24 mesi (01.03.2018-29.02.2020) ha un budget complessivo di € 749.042,16 e nel proprio partenariato vede UNIGE-CIELI, in qualità di Capofila, UNIPI, UNICA-CIREM, OTC e CCIV in qualità di partner di progetto, rappresentando tutti i territori dell’area obiettivo aderenti al Programma transfrontaliero.

ultime che devono essere assunte secondo logiche sistemiche, spesso prevedendo il coinvolgimento di una molteplicità di attori pubblici e privati a vario titolo coinvolti nel business del GNL e nella relativa regolamentazione.

La crescente attenzione alle tematiche della propulsione navale mediante GNL e del relativo bunkeraggio presso apposite aree portuali dedicate, trova nella problematica della sostenibilità ambientale dei sistemi di trasporto un driver di sviluppo fondamentale. Negli ultimi dieci anni, come largamente noto, le preoccupazioni dell'opinione pubblica in merito all'inquinamento ambientale e atmosferico causato dai trasporti marittimi sono incrementate in modo significativo.

Nonostante il trasporto marittimo via mare sia riconosciuto come mezzo di trasporto ecosostenibile e "green", la maggior parte delle navi brucia oli combustibili pesanti con tenori di zolfo elevati, determinando ancora esternalità negative di tipo ambientale. Ogni anno, infatti, il settore dei trasporti marittimi emette diversi milioni di tonnellate di particolato (PM), ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x) e anidride carbonica (CO₂). L'IMO (2014) ha stimato che il settore del trasporto via mare sia responsabile del 3-5% delle emissioni globali di CO₂, del 15% delle emissioni di NO_x e del 5-8% delle emissioni di SO_x. Poiché quasi il 70% delle suddette emissioni nocive avviene entro 400 chilometri dalla terraferma, è possibile asserire che la flotta internazionale contribuisce significativamente all'inquinamento atmosferico nelle zone costiere e portuali.

Sotto questo profilo, l'International Maritime Organisation (IMO) costituisce il più autorevole organismo internazionale chiamato ad affrontare il problema dell'inquinamento atmosferico causato dal trasporto, anche mediante l'emanazione di norme severe e stringenti.

La Convenzione MARPOL (Allegato VI)² ha già definito le tempistiche entro cui ridurre progressivamente l'impiego di carburanti che generano un'elevata produzione di NO_x e SO_x,

² Lo strumento combinato è denominato Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento marino dalle navi, 1973, come modificato dal relativo protocollo del 1978 (MARPOL 73/78) ed è entrato in vigore il 2 ottobre 1983. La Convenzione comprende regolamenti volti a prevenire e ridurre al minimo l'inquinamento delle navi - sia l'inquinamento accidentale che quello causato dalle operazioni di routine - e attualmente comprende sei allegati tecnici:

- Allegato I - Regolamento per la prevenzione dell'inquinamento da petrolio;
- Allegato II - Regolamento per il controllo dell'inquinamento da parte di sostanze liquide nocive alla rinfusa;
- Allegato III - Prevenzione dell'inquinamento da sostanze nocive trasportate via mare in forma imballata;
- Allegato IV - Prevenzione dell'inquinamento da acque reflue da navi;
- Allegato V - Prevenzione dell'inquinamento da rifiuti di navi;
- Allegato VI - Prevenzione dell'inquinamento atmosferico dalle navi.

In particolare, l'allegato VI, entrato in vigore il 19 maggio 2005, è finalizzato alla protezione dell'inquinamento marino creato dalla navigazione; Area di controllo delle emissioni (ECA) per l'area di azoto (NO_x) Area NECA e zolfo (SO_x) SECA. (EEDI) per l'efficienza energetica Design Index (EEDI) per navi di nuova costruzione e il Nave per la gestione dell'efficienza energetica (SEEMP) per tutto il naviglio).

stabilendo in tal senso le date entro cui le navi non avranno altra scelta che utilizzare carburanti con tenori percentuali di zolfo più contenuti, oppure optare per tecnologie alternative per la propulsione navale. La recente emanazione della direttiva 2014/94 / UE del Parlamento e del Consiglio Europei, che norma la realizzazione dell'infrastruttura a supporto della distribuzione di combustibili alternativi "DAFI" (recepita in Italia con D. Lgs 16 dicembre 2016 n. 257 ed entrata in vigore il 14/01/2017), fornisce certezza giuridica, a tutti i potenziali utenti, del fatto che il GNL sarà ampiamente disponibile nei porti dell'UE, richiedendo agli Stati membri di predisporre un numero adeguato di punti di rifornimento per il GNL, tale da consentire alle navi della navigazione interna e alle navi marittime di GNL di circolare in tutta la rete centrale UE TEN-T entro il 31 dicembre 2025.

Gli Stati membri assicurano, mediante i loro quadri strategici nazionali, che un numero adeguato di punti di rifornimento per il GNL siano installati nei porti di navigazione interna, per consentire alle navi della navigazione interna o alle navi marittime di GNL di circolare all'interno della rete principale TEN-T entro il 31 dicembre 2030.

Anche l'Agenzia europea per la sicurezza marittima (EMSA³) lavora allo sviluppo di meccanismi per sostenere l'attuazione e l'applicazione uniforme della direttiva 2014/94/UE sullo sviluppo di un'infrastruttura di combustibili alternativi e in particolare attraverso il documento "EMSA LNG Bunkering Guidance for Port Authorities and Administrations" che mira a sostenere le autorità portuali e le amministrazioni a promuovere l'uso del GNL come combustibile per le navi, come parte di uno sforzo comune per aumentare la sicurezza e la sostenibilità.

Il progetto TDI RETE-GNL si inserisce dunque in questo contesto e ha tra i suoi obiettivi proprio quello di individuare soluzioni tecnologico-produttive per la distribuzione e il bunkering di GNL nei porti dell'area transfrontaliera basate su standard e procedure operative condivise.

Il progetto è inoltre diretto a identificare la possibile localizzazione degli impianti e dei depositi della rete di distribuzione primaria, verificandone le potenziali esternalità e la sostenibilità economico-finanziaria. Gli output del progetto⁴ consistono nella predisposizione di report per

³ L'European Maritime Safety Agency fornisce ai governi e alle autorità informazioni dettagliate e affidabili su quanto accade in mare, in tempo reale, per aiutarli ad attuare efficacemente le politiche marittime. Inoltre, offre servizi marittimi che rispondono alle esigenze in evoluzione dei diversi utenti del settore in tutta Europa (segnalazione navale, osservazione della Terra, informazioni marittime integrate, interventi antinquinamento, controlli da parte dello Stato di approdo) ed effettua diverse tipologie di controlli tecnici (verifica le società di classificazione registrate come "organismi riconosciuti" dai paesi membri dell'UE, valuta la formazione nel settore marittimo e i sistemi di certificazione nei paesi extra UE, controlla la corretta esecuzione delle ispezioni sulle navi che fanno scalo nei porti dell'UE, verifica i sistemi nazionali di monitoraggio del traffico marittimo, ecc.).

⁴ I beneficiari sono le Autorità Portuali e gli enti pubblici territoriali interessati alla realizzazione di impianti di rifornimento GNL. La strategicità del progetto discende dalla sua valenza interregionale, dal posizionamento dello spazio transfrontaliero IT-FR marittimo nel Nord Mediterraneo e dalle ricadute connesse allo sviluppo di competenze integrate per lo sviluppo di un

la definizione di standard tecnologici e procedure comuni per il bunkering di GNL, e di un piano d'azione integrato a beneficio dei porti. Nel dettaglio, il progetto definisce:

- a) le soluzioni tecnologiche standardizzate nonché procedure e protocolli operativi condivisi da applicare nell'ambito delle attività di rifornimento e stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma (Componente T1 “Linee guida per la standardizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma”);
- b) uno studio propedeutico alla realizzazione di un piano d'azione comune per i porti che consideri simultaneamente la possibile localizzazione e il dimensionamento (ottimale) degli impianti/depositi della rete di distribuzione primaria, verificandone le esternalità e la sostenibilità finanziaria (Componente T2 “Predisposizione del Piano d'azione comune integrato per la pianificazione e lo sviluppo di impianti per il bunkering di GNL nei porti dell'area di Programma”).

Figura 1. Output TDI RETE-GNL

| @ Output / realizzazioni del progetto Overview table on project outputs as defined in the work plan | | | | | |
|--|--|------------------|---|--|---|
| @Indicatori di output /realizzazione del Programma | @Quantificazione indicatori di output /realizzazione | @Unità di misura | @ Output / realizzazioni del progetto quantification (target) | @ Output / realizzazioni del progetto number | @Titolo Output / realizzazioni del progetto(title) |
| OC2-Numero di studi congiunti realizzati | 2,00 | Studi congiunti | 1,00 | T1.1.1 | Linee guida per la standardizzazione delle opzioni tecnologiche e delle procedure operative per il rifornimento e lo stoccaggio di GNL nei porti dell'area di Programma |
| | | | 1,00 | T2.1.1 | Studio per un piano d'azione congiunto per il GNL in ambito portuale |

Fonte: Formulario progetto TDI RETE-GNL

Nell'ambito del formulario, in relazione all'attività T1.1. “Analisi dello stato dell'arte in merito alle opzioni tecnologiche e alle componenti impiegati nell'ambito di sistemi di alimentazione e bunkeraggio di LNG e definizione di standard tecnologici e procedure condivise” sono previsti tre differenti prodotti:

- ✓ **Prodotto T.1.1.1:** Report linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il *bunkering* (scadenza 08.2019).
- ✓ **Prodotto T.1.1.2:** SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il *bunkering* di GNL nei porti (scadenza 02.2019).

sistema infrastrutturale comune. L'approccio transfrontaliero è imposto dalla densità di servizi marittimi con origine/destino nell'area e dalla necessità di disporre di impianti con caratteristiche tecnologiche omogenee. L'innovatività del progetto deriva dall'approccio interdisciplinare che coniuga dimensioni tecnico-ingegneristiche, economiche e giuridiche e dall'uso di logiche condivise per evitare la duplicazione degli investimenti e il rischio di non interoperabilità tra impianti diversi.

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

- ✓ Prodotto T.1.1.3: Best practices relative alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL in ambito portuale (08.2019).

Il Prodotto T.1.1.2 “Swot analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti” mira ad esaminare le criticità e i vantaggi connessi alle configurazioni di bunkering e risulta fortemente connesso ai prodotti T.1.1.1 e T.1.1.3 in quanto è propedeutico a identificare le linee guida per la standardizzazione delle tecnologie e delle procedure operative per il GNL nei porti dell’area di Programma e concorre ad sviluppare un patrimonio comune e condiviso di conoscenze in merito alle opzioni tecnologiche, sotto i profili manageriali e gestionali, nonché tecnici ed ingegneristici.

Figura 2. Attività T1.1 e prodotti T1.1.1-T1.1.2-T1.1.3

| @Attività numero | @Titolo attività | @Data d’inizio attività | @Data fine attività | @Attività Budget |
|--|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| @Attività T1.1 | Analisi dello stato dell’arte in merito alle opzioni tecnologiche e alle componenti impiegate nell’ambito di sistemi di alimentazione e bunkering di LNG e definizione di standard tecnologici e procedure condivise | 01.03.2018 | 31.08.2019 | 0,00 |
| Esame delle criticità e dei vantaggi connessi alle configurazioni di bunkering (TTS; STS; TPS, e Mobile Fuel Tanks). Studio sotto il profilo tecnico e ingegneristico delle componenti impiantistiche. Definizione di un patrimonio comune e condiviso di conoscenze in merito alle opzioni tecnologiche, e identificazione delle linee guida per la standardizzazione delle tecnologie e delle procedure operative per il GNL nei porti dell’area di Programma. | | | | |
| @Prodotto numero | @Titolo del Prodotto | @Descrizione del Prodotto | @Valore target del Prodotto | @Data di realizzazione del Prodotto |
| @Prodotto T1.1.1 | Report linee guida per la standardizzazione delle tecnologie per il bunkering | N.1 documento di sintesi (report) per la diffusione delle principali conoscenze di base attinenti alle diverse componenti di un sistema di bunkering per il GNL in ambito portuale. | 1,00 | 08.2019 |
| @Prodotto T1.1.2 | Swot analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti | N.1 SWOT analysis relativa alle diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale. Il documento in oggetto costituisce la precondizione per la definizione delle linee guida di standardizzazione delle tecnologie per il GNL. | 1,00 | 02.2019 |
| @Prodotto T1.1.3 | Best practices relative alle procedure di bunkering e stoccaggio di GNL in ambito portuale | N.1 documento di sintesi relativo alle best practices connesse alle procedure di bunkering e di stoccaggio nell’ambito di impianti GNL in ambito portuale. Il documento considererà disgiuntamente le procedure attinenti alle varie opzioni tecnologiche. | 1,00 | 08.2019 |

Fonte: Formulario progetto TDI RETE-GNL

Con riferimento alle attività di cui al Prodotto T.1.1.2, dettagliate nel documento che segue, il Capofila del progetto TDI RERE-GNL (UNIGE-CIELI) ha preliminarmente proceduto a sviluppare un quadro teorico di riferimento, che poggia sul ricorso alla metodologia “SWOT Analysis”, e ha impiegato detta metodologia al fine di esaminare preliminarmente le diverse opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito portuale. A questo scopo, il gruppo di lavoro del CF, in linea con la principale letteratura accademica sul tema (Piercy e Giles, 1989; Pickton e Wright, 1998; Grea, 2000; Leigh e Pershing, 2006) e con gli sviluppi che caratterizzano le buone pratiche diffuse nel settore, ha esaminato nel dettaglio le principali

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

caratteristiche (intrinseche) che contraddistinguono le seguenti opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito portuale (EMSA, 2018):

1. Configurazioni Truck to Ship (TTS)
2. Configurazioni Ship to Ship (STS)
3. Configurazioni Port to Ship (PTS)
4. Configurazioni Mobile Fuel Tanks.

Per ciascuna opzione tecnologica si è avviato l'esame dei principali punti di forza-debolezza /opportunità-minaccia, in linea con gli assunti e i paradigmi che caratterizzano la metodologia della SWOT Analysis. Più nel dettaglio, le analisi del gruppo di lavoro di UNIGE-CIELI si sono focalizzate sui seguenti aspetti:

- ✓ Volumi di GNL gestiti/gestibili
- ✓ Velocità delle operazioni di bunkering
- ✓ Applicazioni in ambito marittimo portuali
- ✓ Vantaggi/svantaggi gestionali
- ✓ Vantaggi/svantaggi economici
- ✓ Vantaggi/svantaggi socio-ambientali

I risultati delle attività di ricerca condotte sono stati successivamente condivisi con i partner scientifici di Progetto (UNUPI e UNICA) e successivamente discussi e validati nell'ambito del II CdP. Il presente documento costituisce la *draft version* del Prodotto T.1.1.2 (caricato sulla piattaforma in occasione dello svolgimento delle attività di rendicontazione di cui al periodo II).

Il documento è stato predisposto dal gruppo di lavoro del CF (UNIGE-CIELI) e successivamente è stato sottoposto a verifica, integrazione e commento da parte dei partner P2 (UNUPI) e P3 (UNICA) ed è stato condiviso e validato, nell'ambito del II CdP anche con i partner P4 (OTC) e P5 (CCIV) e il responsabile degli stakeholders (Dott. Giuseppe Canepa, AdSP del Mare Ligure Occidentale). Tale documento sarà condiviso con le principali categorie di stakeholder rilevanti al fine di effettuare il *fine tuning* del prodotto stesso e di recepire le principali opinioni e i commenti dei gruppi di stakeholder rilevanti.

Prima di procedere nell'analisi di dettaglio delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL accompagnata dalla relativa SWOT Analysis, è doveroso, considerando la diffusione del documento anche tra soggetti con un background non tecnico, chimico e/o ingegneristico che sono comunque chiamati ad assumere decisioni di carattere politico o manageriale in relazione

al fenomeno oggetto di studio⁵, precisare alcune informazioni tecniche relative a natura e composizione del GNL, nonché richiamare rapidamente i diversi stadi in cui si articola la filiera tecnologico-produttiva del GNL al fine di meglio comprendere la natura, le caratteristiche e il comportamento strategico dei diversi attori coinvolti nella stessa, come dettagliati nel seguente Capitolo 2.

⁵ Peraltro, è appena il caso di ricordare che il progetto TDI RETE-GNL, così come gli altri progetti INTERREG del cluster GNL di cui al II Avviso, si pone anche l'obiettivo di diffondere nell'Area di Programma una cultura condivisa sul GNL anche tra i non addetti ai lavori.

2. Aspetti introduttivi sul GNL

2.1. Natura e composizione del GNL

Il gas naturale è una miscela gassosa composta da idrocarburi, prevalentemente da metano e in minore quantità da etano, da propano, da idrocarburi superiori e da modeste impurità di componenti azotati (Mokhatab et al., 2013). Nella miscela possono essere presenti gas inerti quali l'azoto e l'anidride carbonica. Complessivamente, quindi, è possibile asserire che il gas naturale è un combustibile a composizione variabile, formato da metano per oltre il 90% (Figura 3).

È inodore, incolore, non tossico e non corrosivo; si tratta del combustibile fossile che, ad oggi, determina il minore impatto ambientale. Dal momento che risulta contraddistinto da un rapporto tra carbonio e idrogeno minore rispetto agli altri combustibili fossili, il gas naturale produce la quantità minima di CO₂ a parità di energia utile prodotta. Il gas naturale non presenta quantità rilevanti di zolfo e, come combustibile gassoso, consente un ottimo miscelamento con il comburente, minimizzando, a parità di altri fattori, gli inquinanti da combustione incompleta (CO, incombusti). Il gas naturale è utilizzabile in processi di combustione complessi (per esempio, camere di combustione di impianti turbogas) e permette di realizzare cicli termodinamici ad elevato rendimento.

Una delle strategie più promettenti per il controllo delle emissioni atmosferiche prodotte dalla combustione di gas è quella indirizzata all'impiego di combustibili a basso tenore di zolfo. La miscela di gas naturale può contenere anche zolfo, sotto forma di solfuro di idrogeno (che rappresenta uno dei principali contaminanti di questo tipo di combustibile), che viene però rimosso prima della liquefazione. Lo zolfo, quindi, non è presente nel gas liquefatto e successivamente in quello rigassificato.

Figura 3. Composizione e caratteristiche medie del gas naturale immesso in Italia e confronto con altri paesi europei

| Gas naturale | Nazionale % vol | Russo % vol | Nord Europa % vol | Algerino % vol |
|---|--------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| Metano | 99,33 | 97,92 | 90,31 | 83,62 |
| Etano | 0,05 | 0,77 | 4,83 | 8,42 |
| Altri idrocarburi | 0,01 | 0,35 | 1,63 | 2,68 |
| Anidride carbonica | 0,03 | 0,09 | 1,14 | 0,51 |
| Azoto | 0,57 | 0,86 | 2,05 | 4,62 |
| Elio | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,15 |
| Potere calorifico superiore (MJ/Sm ³) | 37,58 | 37,886 | 39,054 | 39,985 |
| Potere calorifico inferiore (MJ/Sm ³) | 33,836 | 34,125 | 35,244 | 36,137 |

Fonte: Snam Rete Gas, 2015

Il confronto con altri combustibili tradizionali (per esempio: oli combustibili e gasolio) in relazione alle loro **caratteristiche e proprietà** è molto interessante. La famiglia degli oli

combustibili comprende distillati pesanti o residui della distillazione o di altre operazioni di raffineria e sono classificati in base alla viscosità e al contenuto di zolfo. Il potere calorifico medio è 10.000 kcal/kg⁶.

Il gasolio è derivato dalla distillazione primaria del petrolio greggio, contiene diverse classi di idrocarburi come paraffine, aromatici e naftenici in proporzioni che variano da gasolio a gasolio. La sua principale caratteristica è l'elevato potere calorifico il cui valore medio è di 15.000 kcal/kg. Il gas naturale o metano è il più semplice degli idrocarburi ed ha potere calorifico medio pari a 13.500 kcal/kg.

Di rilievo è anche il confronto in relazione alle **emissioni della combustione**. Le emissioni di particolato risultano più elevate nella combustione di olio combustibile, sono seguite da quelle della combustione di gasolio e, infine, da quelle della combustione del gas naturale: l'entità dell'emissione decresce al diminuire del peso specifico del combustibile. Le emissioni derivanti dalla combustione di gas naturale non contengono residui carboniosi, benzene e polveri ultrasottili (PM10), a differenza di ciò che accade nella combustione di benzine e gasolio; inoltre, non contengono biossido di zolfo, altamente inquinante (IMO, 2014).

A parità di calore prodotto, il gas naturale sviluppa soltanto anidride carbonica e ossidi di azoto, ma in misura di gran lunga inferiore a quella prodotta dal carbone e dal petrolio. Pertanto, la combustione del gas naturale ha sull'ambiente, sotto questo profilo, effetti nettamente meno dannosi di quelli di altri combustibili.

EMISSIONI DI CO₂: Confronto tra gas naturale e altri combustibili

In termini di CO₂ il confronto tra il gas naturale e gli altri combustibili registra i seguenti valori:

- ✓ 25 % in meno rispetto alla benzina;
- ✓ 16 % in meno rispetto al Gpl;
- ✓ 30 % in meno rispetto al gasolio;
- ✓ 70 % in meno rispetto al carbone.

EMISSIONI DI O₃: Confronto tra gas naturale e altri combustibili

In termini di ozono il confronto tra il gas naturale e gli altri combustibili registra i seguenti valori:

- ✓ 80 % in meno rispetto alla benzina;
- ✓ 50 % in meno rispetto al gasolio e al Gpl.

Dal momento che nell'ambito del presente documento ci si pone l'obiettivo di esaminare attraverso la metodologia della SWOT Analysis quali siano i principali vantaggi e svantaggi connessi all'impiego delle diverse soluzioni tecnologiche disponibili per il bunkering di GNL impiegato per la propulsione navale, pare opportuno esaminare rapidamente il legame che sussiste tra le caratteristiche tecnologiche dei motori utilizzati ed il tipo di carburante che utilizzano.

⁶Chilo calorie per chilogrammo di combustibile

Sotto questo profilo, infatti, è da considerare che la progettazione di un motore primo dipende dalle specifiche caratteristiche del combustibile. I motori che utilizzano gas naturale possono essere vantaggiosamente realizzati con alto rapporto di compressione perché tale combustibile presenta un numero di ottani (120) decisamente superiore a quello delle benzine e, pertanto, non richiede antidetonanti. Inoltre, i motori progettati per l'impiego del gas naturale, e pertanto anche quelli alimentati a GNL (poiché questo viene reso nuovamente gassoso prima dell'impiego nel motore) presentano rendimenti, a parità di condizioni, superiori a quelli corrispondenti a benzina.

Nel caso del GNL la combustione nel motore è completa, priva di residui, realizza una forte riduzione dell'usura in tutte le parti mobili del motore (pistoni, cilindri, bielle e alberi) e, di conseguenza, consente di aumentare la "vita" media della macchina. La riduzione dei residui, inoltre, riduce gli interventi di manutenzione (oli di lubrificazione e filtri), determinando quindi rilevanti risparmi in termini di costi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti motore.

Si tratta di profili che rendono interessante l'impiego di sistemi di propulsione navale a GNL da parte degli armatori in quanto tali caratteristiche si traducono non solo in un abbattimento delle emissioni nocive per l'ambiente ma anche in una drastica riduzione dei costi operativi e dei costi di manutenzione della macchina.

Dal punto di vista del soggetto armatoriale, dello ship owner o della shipping company, la scelta di investire in questo tipo di naviglio, specie con riferimento a particolari comparti quali quello delle crociere e quello dei traghetti, può essere giustificata anche dalla volontà di adottare, a livello corporate, strategie di tipo "green" per la gestione dei rapporti alcune tipologie di stakeholders e, a livello business, strategie di differenziazione dell'offerta che facciano leva sui driver di mercato riconducibili all'eco-sostenibilità e la riduzione degli impatti ambientali (Kyvik e Gjosaeter, 2017).

Oltre agli aspetti considerati, l'impiego del gas naturale in sostituzione ai combustibili più comunemente impiegati determina ulteriori vantaggi ambientali significativi poiché lo rendono utilizzabile con semplici trattamenti di disidratazione e di purificazione a differenza di ciò che accade per gli altri combustibili, in particolare, per i derivati del petrolio che richiedono costosi (e inquinanti) processi di distillazione. I vantaggi che presenta l'impiego del gas naturale, di cui sono stati esposti brevemente i principali, gli assicurano un ruolo preminente e di rilievo nella transizione storica che permetterà di passare dai combustibili fossili inquinanti alle fonti di energia rinnovabili (MISE, 2015).

Negli utilizzi tecnici e commerciali il gas naturale è gestito sotto due ben distinti stati: quello di gas compresso e quello di liquido. Quest'ultimo, nella quasi totalità dei casi, a pressione atmosferica.

Il **Gas Naturale Compresso (CNG)** viene utilizzato nell'autotrazione, è fornito ad alta pressione (circa 220 bar) per veicoli dotati di appositi sistemi di trasporto e stoccaggio (bombe). Storicamente ha avuto una notevole diffusione in Italia negli anni '30, per sopperire alla mancanza di petrolio nazionale. Oggi viene promosso in tutto il mondo come combustibile ecologico da utilizzarsi preferibilmente in aree urbane a rischio di forte inquinamento. Oltre che in Italia, l'impiego del CNG ha alta diffusione in Argentina e in Nuova Zelanda.

Il **Gas Naturale Liquefatto (GNL)** è raffreddato a -162°C , a pressione atmosferica, allo scopo di renderlo idoneo al trasporto mediante apposite navi cisterna oppure allo stoccaggio. Per essere utilizzato, il prodotto liquido deve essere poi riconvertito allo stato gassoso in particolari impianti di rigassificazione e portato alla pressione di esercizio dei gasdotti.

Per quanto attiene al gas naturale allo stato liquido (GNL) si tratta di un gas propriamente detto, ovvero con temperatura critica minore della temperatura ambiente. In particolare, ha una temperatura critica $T_c = -82^{\circ}\text{C}$ ad una pressione di 46 bar. Di conseguenza, non può essere mantenuto allo stato liquido a temperature maggiori di T_c . A pressione atmosferica la temperatura di equilibrio gas-vapore è di -162°C . Grazie al processo di liquefazione, è possibile ottenere una riduzione del volume di circa 600 volte rispetto alla condizione gassosa di partenza e questo ne determina una maggior facilità nello stoccaggio e nel trasporto fino al terminale di rigassificazione. Si può anche osservare che il gas naturale derivante dalla rigassificazione del GNL è più "leggero" e presenta una quantità inferiore di impurità rispetto al corrispondente gas naturale prodotto a partire dai giacimenti. Il GNL viene trasportato e stoccato a temperatura criogenica e ha normalmente un contenuto di metano che varia dal 85% al 96% in volume. Se si fa riferimento alla norma tecnica UNI EN 1160 "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto - Caratteristiche generali del gas naturale liquefatto", il contenuto minimo di metano deve essere almeno pari al 75% in volume. Il GNL ha una densità pari a circa metà rispetto a quella dell'acqua, a contatto della quale può dare luogo a una rapida transizione di fase (RPT) oppure galleggiare prima di vaporizzare. Il GNL, in qualità di nube di vapore, produce un cosiddetto "effetto nebbia" per condensazione del vapore acqueo presente in atmosfera. Tale nube può poi diffondersi con la possibilità di innescare, una volta raggiunto il range di infiammabilità.

Nel caso di dispersione del GNL, si osserva che esso non rilascia residui sulla terra o sull'acqua come dettagliatamente descritto nella sezione 5 della presente relazione. Tre tipici esempi di composizione del GNL vengono riportati nella Figura 4 ed evidenziano la variazione delle sue caratteristiche chimico-fisiche in funzione della variazione della composizione.

Figura 4. GNL: Variazioni nelle caratteristiche chimico-fisiche in funzione della variazione della composizione

| Caratteristiche al punto di ebollizione alla pressione normale | GNL Esempio 1 | GNL Esempio 2 | GNL Esempio 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Concentrazione Molare (%) | | | |
| N ₂ | 0.5 | 1.79 | 0.36 |
| CH ₄ | 97.5 | 93.9 | 87.20 |
| C ₂ H ₆ | 1.8 | 3.26 | 8.61 |
| C ₃ H ₈ | 0.2 | 0.69 | 2.74 |
| i C ₄ H ₁₀ | - | 0.12 | 0.42 |
| n C ₄ H ₁₀ | - | 0.15 | 0.65 |
| C ₅ H ₁₂ | - | 0.09 | 0.02 |
| Temperatura del punto di ebollizione (°C) | -162.6 | -165.3 | -161.3 |
| Massa molare (kg/kmol) | 16.41 | 17.07 | 18.52 |
| Massa volumica (kg/m ³) | 431.6 | 448.8 | 468.7 |
| Volume di gas misurato a 0 °C e 101325 Pa/volume di liquido (m ³ /m ³) | 590 | 590 | 568 |
| Pa/massa di liquido (m ³ /103kg) | 1367 | 1314 | 1211 |

Fonte: UNI EN 1160

A differenza degli altri idrocarburi, il gas naturale non reagisce con altre sostanze e non viene considerato come sorgente di emissioni pericolose. Pare necessario evidenziare che il metano (principale componente del gas naturale) causa effetto serra (gas serra), con GWP⁷ di 21, e ciò significa che una sua dispersione nell'atmosfera può dare un contributo negativo alla variazione climatica.

2.2. La filiera tecnologico-produttiva del GNL: cenni

Convenzionalmente, nell'ambito della filiera del gas naturale vengono identificate le fasi fondamentali per il GNL che corrispondono a:

1. Produzione del gas;
2. Liquefazione;
3. Trasporto;
4. Rigassificazione;
5. Logistica distributiva

Produzione del gas: La produzione del gas consiste nell'estrazione convenzionale del gas dal sottosuolo; tale procedura avviene ormai secondo tecnologie consolidate; nella maggior parte dei casi il gas si trova intrappolato insieme al petrolio sotto uno strato di roccia. Data l'elevata pressione, a valle della trivellazione il gas fuoriesce spontaneamente e, da un punto di vista operativo è necessario esclusivamente convogliarlo in una tubazione, indirizzarlo verso le

⁷ Con GWP si indica la misura di quanto una molecola di un certo gas serra (biossido di carbonio, metano, protossido d'azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) contribuisce all'effetto serra; l'indice si basa su una scala relativa che confronta ogni gas con il biossido di carbonio, il cui GWP ha per definizione il valore 1.

destinazioni finali o in apposito sito di stoccaggio, che può essere un centro di stoccaggio artificiale, o un giacimento naturale esaurito.

Recentemente, si è assistito all'introduzione di nuove tecniche di estrazione del gas di tipo non convenzionale, e in particolare dello *shale gas*⁸ e del *coal bed methane*⁹.

Liquefazione: La liquefazione è il processo mediante il quale viene reso possibile il trasporto di grandi volumi di gas naturale dai paesi produttori verso quelli importatori.

La liquefazione, infatti consente, come detto, di ridurre il volume del gas di circa 600 volte rispetto al suo stato gassoso, favorendo sotto il profilo tecnico ed economico, il suo trasferimento tra aree geografiche anche molto distanti: il cambio di fase viene realizzato portando il gas naturale alla temperatura critica di -162°C circa, a pressione atmosferica.

Gli impianti di liquefazione vengono tradizionalmente distinti in *onshore e offshore* a seconda della loro ubicazione. Questi impianti, localizzati nei grandi paesi produttori operano come enormi impianti di refrigerazione e sono organizzati come unità di lavorazione in parallelo (*treni*), ciascuna delle quali tratta una parte del gas al fine di ottenerne la liquefazione.

All'interno di ciascun treno di liquefazione si procede alla purificazione del gas, privandolo di eventuali olii, acqua e gas acidi (come anidride carbonica e solfuro di idrogeno) eventualmente presenti nello stesso, che rischierebbero di provocare la corrosione degli impianti della filiera e nello stesso processo vengono eliminati anche il mercurio e gli idrocarburi più pesanti, nonché di una parte di etano, butano e propano (questi ultimi, in fase di raffreddamento possono dare luogo alla formazione di sedimenti).

A valle dell'espletamento di questa fase del processo, il GNL è immesso in appositi serbatoi criogenici per lo stoccaggio e il deposito, prima di essere caricato in apposite navi metaniere. Nell'ambito della *supply chain* complessiva del GNL, la liquefazione rappresenta la fase che richiede il maggiore consumo di energia, ed è quindi la fase in cui si stanno concentrando i maggiori sforzi tecnologici al fine di incrementarne l'economicità e quindi la sostenibilità.

Trasporto: Il GNL viene poi trasportato a temperatura costante, a pressione atmosferica, su speciali navi metaniere, anche note come *gasiere (LNG carriers)*. Il trasporto navale¹⁰ permette

⁸ Lo shale gas – gas da argille, impropriamente detto da scisto – è gas metano estratto da giacimenti in argille parzialmente diagenizzate, derivato dalla decomposizione anaerobica di materia organica contenuta in argille durante la diagenesi. Giacimenti di questo tipo si trovano solitamente tra i 2.000 e i 4.000 metri di profondità: pertanto, la sua produzione, richiede dapprima una perforazione verticale per raggiungere il sito, e successivamente una perforazione orizzontale seguita da un'estensiva fratturazione idraulica per migliorare la permeabilità e permettere l'estrazione del gas.

⁹ Il coal bed methane (metano da carbone), invece, è il gas metano che viene estratto dagli strati di carbone presenti nel sottosuolo in alcuni bacini geologici. Questo metano, a differenza di quello presente nei pori dei depositi di gas convenzionali, si trova adsorbito da un punto di vista molecolare nella massa carboniosa da cui viene estratto.

¹⁰ Attualmente, tutte le principali navi in funzione sono riconducibili a due tipologie costruttive ovvero il sistema Moss Rosenberg (a serbatoi sferici) e il sistema a membrana. Il Prodotto del Progetto TDI RETE-GNL T.2.1.2

l'accesso a questa fonte primaria di energia anche ad aree geografiche che risulterebbero quasi irraggiungibili mediante l'impiego di pipeline.

Rigassificazione: L'ultima fase della catena complessiva del gas naturale liquefatto è costituita dal processo di rigassificazione che consente di portare il gas naturale dallo stato liquido (**GNL**) utile durante la fase di trasporto, allo stato gassoso e compresso (**GNC**), per effettuarne il trasporto terrestre e permetterne il consumo finale. Gli impianti di rigassificazione possono essere realizzati a terra (*onshore*¹¹) oppure in alto mare (*offshore*¹²), su particolari navi denominate *Floating Storage and Regasification Unit*¹³ (**FSRU**), ovvero unità galleggianti di stoccaggio e rigassificazione.

Il processo inizia con l'attracco della nave metaniera presso il porto di importazione dove è presente l'impianto di rigassificazione. Il gas viene scaricato dalla nave ancora nella fase liquida e successivamente stoccato in appositi serbatoi criogenici in attesa di essere processato (durante il deposito il GNL mantiene le medesime condizioni fisiche previste per il trasporto).

Il GNL viene poi trasferito all'impianto di rigassificazione venendo dapprima inviato a un vaporizzatore costituito da diversi scambiatori di calore composti da fasci tubieri in cui circola il GNL. Gli scambiatori assorbono il calore dall'acqua di mare e lo utilizzano per riscaldare il GNL. Il conseguente aumento di pressione viene gestito mediante appositi serbatoi di espansione, e il gas viene successivamente immesso nella rete di distribuzione.

“Report per la mappatura della domanda” analizza la domanda attuale /prospettica della flotta, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

¹¹ La prima tecnologia a essere stata sviluppata è quella relativa agli impianti onshore, questa configurazione appare come la più diffusa e quella maggiormente consolidata. L'impianto onshore generalmente viene realizzato in prossimità del mare, spesso in aree adiacenti a una grande infrastruttura portuale che possa agevolare il processo di importazione di GNL. L'impianto consiste essenzialmente in serbatoi di stoccaggio di GNL realizzati in lega metallica e di forma cilindrica, racchiusi da una struttura cementizia, nonché da un impianto di vaporizzazione situato solitamente a maggiore distanza dalla costa. I serbatoi di stoccaggio sono collegati attraverso opportune condotte a un pontile di attracco per l'approdo delle navi metaniere, mentre a valle del vaporizzatore sono predisposte apposite condotte che consentono di collegare l'impianto alla rete di distribuzione.

¹²La tecnologia offshore è contraddistinta da rilevanti profili di innovatività. Il primo terminale al mondo realizzato secondo questa filosofia progettuale è il rigassificatore terminale GNL Adriatico, al largo di Rovigo presso Porto Levante. Questo impianto consiste in una struttura di calcestruzzo armato in cui sono alloggiati due serbatoi in acciaio. La struttura, realizzata sulla terra ferma, è stata successivamente trasportata, in mare, sul luogo designato e, in seguito, è stata affondata mediante l'impiego di opportuna zavorra. L'impianto di vaporizzazione è alloggiato sulla stessa struttura, così come l'impianto che permette l'attracco delle navi metaniere, i componenti ausiliari del sistema e gli alloggi del personale di bordo. La struttura è connessa alla rete per la distribuzione del gas a livello nazionale mediante opportune condotte sottomarine.

¹³ Gli impianti di tipo Floating Storage and Regasification Unit, contrariamente ai casi precedenti prevedono la realizzazione di una struttura galleggiante su cui vengono installati appositi serbatoi. Detta struttura viene ancorata al fondale marino, a una certa distanza dalla costa, e assolve funzioni di serbatoio galleggiante a cui attraccano le navi metaniere per scaricare il GNL. Nella struttura è presente anche un impianto per la vaporizzazione del gas naturale che sarà quindi inviato a terra, compresso, tramite opportune condotte sottomarine. Tale struttura può essere a sua volta una nave metaniera opportunamente modificata per realizzare il processo pocanzi richiamato.

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

La progettazione degli impianti di rigassificazione è considerata più flessibile rispetto a quella degli impianti di liquefazione, in quanto il processo di rigassificazione implica *operations* assai meno complesse e si sostanzia essenzialmente nel riscaldamento del GNL.

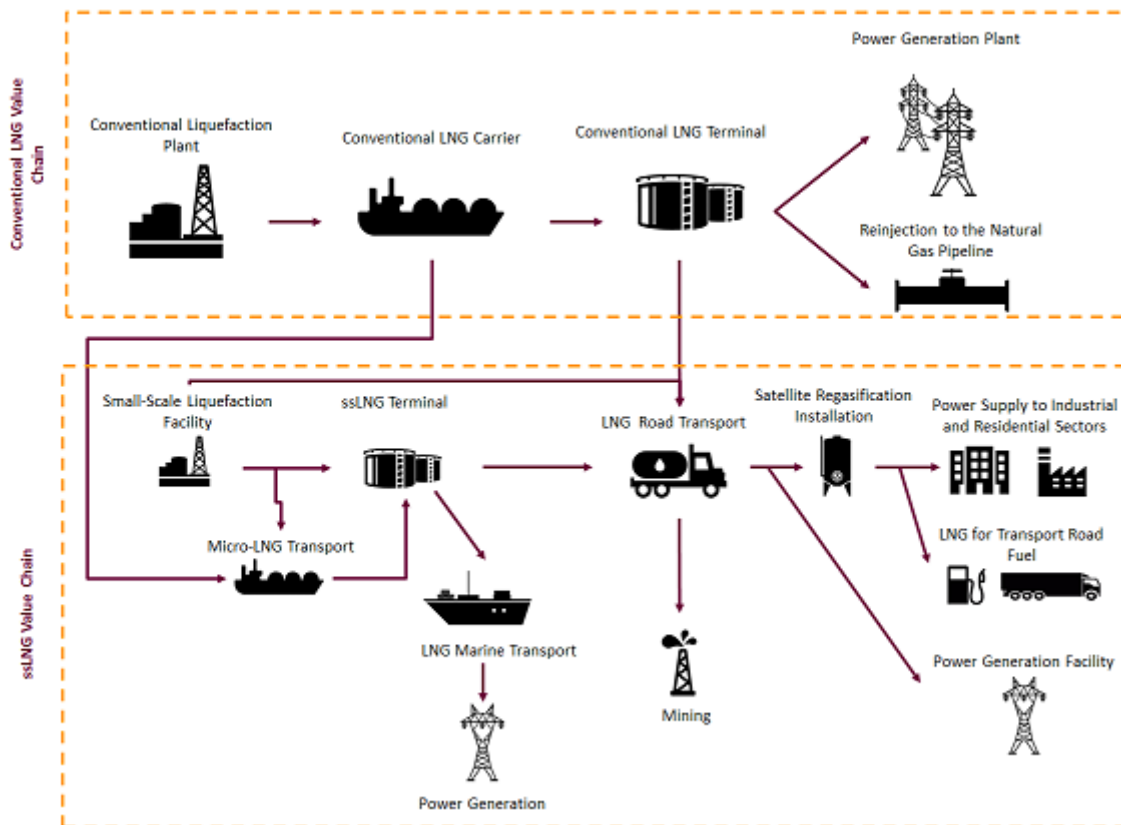
Inoltre, la principale decisione da assumere sotto il profilo delle configurazioni tecnologiche possibili attiene alla scelta dei fluidi di servizio da impiegare. Sotto questo profilo le principali opzioni consistono in:

- ✓ Evaporatori ad acqua di mare in circuito aperto;
- ✓ Evaporatori a bruciatore sommerso;
- ✓ Evaporatori con fluido interposto;
- ✓ Evaporatori a doppio fluido di servizio (generalmente propano in circuito chiuso ed acqua in circuito aperto).

Logistica distributiva: Completato il processo di rigassificazione, il gas viene trasportato mediante condotte nel mercato interno per soddisfare la domanda ad usi civili (e.g., abitazioni, uffici, etc.) o industriali. Negli ultimi decenni la costruzione di vasti network distributivi in grado di rifornire anche piccoli centri urbani ha fortemente accresciuto negli anni la domanda di GNL per il riscaldamento di abitazioni e stabili commerciali e industriali.

Nell'ambito delle attività logistiche terrestri poste a valle rispetto alla fase portuale si annoverano anche quelle attività distributive del GNL allo stato liquido (per approvvigionare le stazioni di rifornimento). Si pensi ad esempio alla distribuzione del GNL effettuata tramite autobotti che si riforniscono dai siti di stoccaggio portuale, ovvero alla logistica del GNL effettuata mediante la realizzazione di treni blocco con carri speciali in partenza dai terminal portuali.

Figura 5. La filiera del Gas Naturale



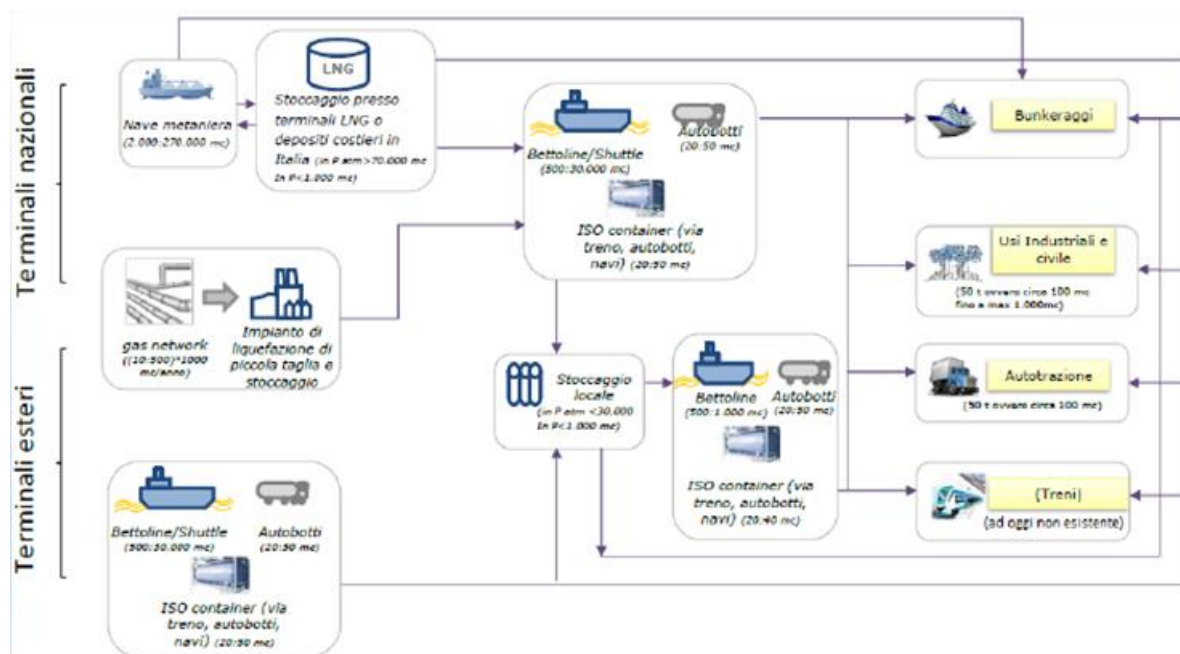
Fonte: <http://www.sia-partners.com>

Con riferimento alla supply chain complessiva del GNL, è significativo soffermarsi brevemente anche sulla filiera dello **Small Scale LNG (SSLNG)**. Con questo termine, infatti, ci si riferisce alle modalità di gestione, su piccola scala, del gas naturale liquefatto, contrariamente a ciò che ad oggi avviene nei terminali di rigassificazione in cui il GNL viene trasformato allo stato gassoso per essere poi immesso nella rete distributiva nazionale.

A livello nazionale lo SSLNG prevede tre possibili modalità di approvvigionamento:

- ✓ Il trasporto mediante nave metaniera fino a centro di stoccaggio (con capacità superiori a 70.000 mc nel caso di deposito a pressione atmosferica e capacità inferiore a 10.000 mc in caso di serbatoi in pressione) presso terminali GNL o depositi costieri ubicati in Italia.
- ✓ L'approvvigionamento da parte del sistema di distribuzione del gas naturale e successivo impiego di impianti di liquefazione di piccola taglia, dotati di sistemi di stoccaggio.
- ✓ L'approvvigionamento da terminali esterni mediante l'impiego di diverse soluzioni quali bottoline/shuttle, autobotti e ISO container.

Figura 6. Schema di approvvigionamento, stoccaggio e distribuzione del GNL su piccola scala



Fonte: MISE, 2015 (“Documento di consultazione per una strategia Nazionale sul GNL”, Ministero dello Sviluppo Economico).

La filiera SSLNG, in ogni caso prevede anche il ricorso a stoccaggi locali, riforniti da autobotti (o ISO Container) e/o navi bunker (bettoline/shuttle) e il GNL stoccato potrebbe essere impiegato per diversi scopi quali ad esempio il bunkering di navi, per usi industriali e civili, nonché per l’autotrazione.

Tanto premesso, l’obiettivo della successiva sezione è quello di verificare identificare strumenti manageriali da applicare in ambito pubblico e privato al fine di supportare il processo decisionale in merito all’assunzione di decisioni inerenti all’introduzione e alla diffusione del GNL in ambito marittimo-portuale.

In questo documento, in particolare, si propone l’impiego della SWOT Analysis al fine di valutare soluzioni tecnologiche alternative per l’offerta di servizi di bunkering di GNL nell’ambito della filiera downstream dello Small Scale LNG (SSLNG).

Dapprima si introduce la metodologia “SWOT Analysis” quale strumento a supporto del processo decisionale connesso alla pianificazione integrata e coordinata delle infrastrutture per il GNL. Questo tipo di strumento, come dettagliatamente indicato nella successiva sezione, pare adatto per nell’ambito di un processo decisionale (*decision making process*) caratterizzato da essere:

- ✓ Partecipazione di diversi attori pubblici e privati che adottano talvolta differenti criteri di selezione dei progetti, degli investimenti;

- ✓ Necessità di identificare la fattibilità economico-finanziaria unitamente alla valutazione delle sociali e di molteplici potenziali esternalità (negative e positive) soprattutto a livello ambientale;
- ✓ Istanze delle comunità locali coinvolte, specie in relazione alle problematiche della sicurezza;
- ✓ Istanze connesse ai profili del lavoro e della sicurezza nelle relative aree operative;
- ✓ Potenziale compresenza di flussi veicolari e di persone nelle aree operative;
- ✓ Problematiche connesse all'affidabilità complessiva dei cicli operativi;
- ✓ Istanze e necessità di natura commerciale ed operativa in relazione agli armatori;
- ✓ Problematiche connesse al finanziamento dell'infrastruttura e agli assetti di governance della medesima;
- ✓ Ecc.

3. Analisi SWOT: profili metodologici e review della letteratura

La SWOT analysis (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) viene proposta alla fine degli anni '50 dall'economista statunitense Humphrey come strumento manageriale finalizzato alla razionalizzazione dei processi aziendali in contesti caratterizzati da incertezza e forte competitività.

Si tratta di uno strumento manageriale di supporto alle scelte strategiche aziendali, che consente di organizzare i processi decisionali dell'impresa, evidenziando gli elementi interni di forza e debolezza, nonché le opportunità e le minacce derivanti da fattori esterni (Piercy e Giles, 1989; Leigh e Pershing, 2006).

S.W.O.T. = Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
= Forza, Debolezze, Opportunità, Pericoli

A partire dagli anni '80, l'analisi SWOT inizia ad essere applicata anche come strumento di valutazione degli interventi pubblici al fine di confrontare scenari alternativi di sviluppo o di intervento da parte del *policy maker*.

Oggi l'utilizzo di questa tecnica si è diffuso nell'ambito di diverse attività di management e di marketing, specialmente in relazione alle analisi di mercato e alla valutazione di strategie di prodotto alternative (ovvero quanto driver e variabili esterne possono rappresentare un fattore critico di successo per l'impresa o l'organizzazione).

Questa tecnica consente di sistematizzare e razionalizzare la raccolta nonché di migliorare l'utilizzo delle informazioni rilevanti nell'ambito di un processo decisionale, senza che la numerosità dei dati e delle variabili incluse nel relativo processo, comprometta la qualità del procedimento di valutazione e, conseguentemente, la correttezza della decisione finale assunta nell'ambito del processo in oggetto.

Inoltre, dal punto di vista del timing, la tecnica SWOT può essere impiegata con riferimento a ogni passaggio (*step*) del processo decisionale, al fine di ridurre i fattori di rischio e di incertezza. Tali caratteristiche hanno permesso all'analisi SWOT di affermarsi rapidamente nell'ambito della valutazione dei progetti di investimento privati, nonché dei piani e programmi di sviluppo regionali, come altresì richiesto dai regolamenti comunitari.

In particolare, il modello mira a semplificare il processo di valutazione rendendo sistematiche e fruibili le informazioni a disposizione dei decisori per le scelte strategiche di crescita e di posizionamento nel mercato.

Tuttavia, occorre fin da subito precisare che, sebbene tale modello contribuisca in modo significativo alla misurazione degli effetti positivi e negativi derivanti da una scelta strategica, allo stesso tempo determina, soprattutto nella fase preliminare, un forte dispendio di tempo e di energia per l'azienda/soggetto pubblico incaricato della valutazione. Pertanto, non è raro che l'analisi sia delegata a soggetti esterni specializzati, capaci di definire l'impianto metodologico e procedere di conseguenza alla valutazione dell'intervento/progetto in esame.

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: "SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti"
Contributo partner di progetto

Date le sue caratteristiche, l'analisi SWOT rappresenta uno strumento particolarmente indicato per valutare la fattibilità economico-finanziaria e l'impatto ambientale e/o sociale delle differenti **soluzioni tecnologiche** impiegate per il **bunkeraggio di GNL in ambito portuale**.

In particolare, la scelta di una specifica soluzione tecnologica dipende non soltanto dai vantaggi intrinseci che la stessa è in grado di apportare in termini operativi (ad esempio, volumi di GNL gestiti, velocità delle operazioni di bunkeraggio, flessibilità operativa, ecc.), economico-finanziari (ivi intendendosi sia le dimensioni connesse agli investimenti iniziali e alle capital expenditures – CAPEX – sia quelle relative agli operating expenses – OPEX), e socio-ambientali, ma è anche funzione di una pluralità di fattori esterni e dimensioni situazionali che attengono alle specificità del contesto empirico in cui la medesima soluzione tecnologica trova applicazione.

Nel caso di specie, sotto questo profilo, la scelta della soluzione tecnologica da adottare per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, non può aprioristicamente prescindere da variabili esogene rispetto alle tecnologia medesima quali per esempio la localizzazione e la dimensione del porto oggetto di studio, i volumi di domanda di GNL, il grado di accettazione da parte delle comunità locali rispetto all'installazione di nuovi impianti nelle aree portuali di prossimità alla città, le specificità della normativa applicabile (a livello comunitario, nazionale o territoriale).

In tal senso, l'approccio metodologico riconducibile all'analisi SWOT permette di esprimere una prima valutazione in merito a come i punti di forza o di debolezza connessi ad una determinata soluzione possano determinare opportunità o rischi connessi alle variabili esogene pocanzi richiamate. Ciò consente di:

- ✓ Valutare congiuntamente le variabili endogene e quelle esogene rispetto alla tecnologia che sono rilevanti nell'ambito della scelta;
- ✓ Identificare i driver da considerare in via prioritaria;
- ✓ Selezionare dei criteri di scelta;
- ✓ Individuare, costruire e monitorare indicatori di performance (KPIs) funzionali alla raccolta e alla diffusione delle informazioni.

3.1. Review della letteratura

Prima di entrare nel merito della metodologia e della disamina delle singole tecnologie di bunkeraggio di GNL, viene di seguito proposta una revisione della letteratura accademica relativa all'utilizzo dell'analisi SWOT in ambito portuale, focalizzandosi sull'impiego del predetto strumento in relazione a valutazioni di intervento o di investimento connessi all'introduzione e/o alla diffusione di nuove tecnologie.

L'obiettivo è quello di proporre l'impiego di questo strumento manageriale di l'analisi per supportare le decisioni compiute a vario titolo da decisori pubblici, policy maker, soggetti

politici, autorità competenti, operatori privati, con riferimento alla pianificazione dell'infrastruttura per il GNL nell'Area di Programma.

I partner di progetto hanno condiviso l'idea di sviluppare inizialmente uno strumento agile per supportare l'esame delle alternative tecnologiche disponibili, dovendosi comunque adattare la scelta a condizioni esogene di contesto variabili. L'esame della letteratura precedente sul tema, suggerisce che l'impiego di questo strumento sia a livello accademico che pratico è già stato applicato a problematiche e allo studio di fenomeni che presentano omogeneità rispetto all'ambito di applicazione oggetto del presente elaborato.

L'esame dello stato dell'arte sul tema, indica quindi che è possibile applicare l'analisi SWOT quale strumento per la valutazione dei progetti e degli investimenti a carattere tecnologico nel settore marittimo portuale. Detta tecnica, rispetto ad altre metodologie di valutazione adottate in ambito economico-aziendale, risulta indicata per analizzare l'impatto generato da ciascuna delle soluzioni tecniche-tecnologiche selezionato per le operazioni di bunkeraggio del Gas Naturale Liquefatto (GNL) in ambito portuale sotto diversi profili (ambientale, sociale, operativo, economico-finanziario, ecc.) e con la possibilità di adottare differenti prospettive di analisi (stakeholder pubblici vs. privati; manager; autorità competente; amministrazione; comunità locali; ecc.).

A questo scopo, l'analisi della letteratura accademica è stata realizzata mediante la tecnica della “*systematic literature review*” (Tranfield et al., 2003). Tale approccio metodologico, ampiamente utilizzato e formalmente riconosciuto dal settore scientifico-accademico, permette di individuare i contributi scientifici più rilevanti sul tema oggetto di studio (nel caso in esame, l'utilizzo dell'analisi SWOT quale strumento di valutazione per le tecnologie di bunkering in ambito marittimo portuale)¹⁴.

In linea con le finalità del presente studio, la *systematic literature review* è stata condotta avvalendosi del database Scopus, fornito da Elsevier (uno fra gli editori più importanti a livello internazionale in ambito accademico-scientifico). Il campione oggetto di analisi, composto dai contributi scientifici più rilevanti sul tema, è stato realizzato mediante un attento processo metodologico suddiviso nelle tre fasi di seguito riportate (Crossan e Apaydin, 2010; Tranfield et al., 2003):

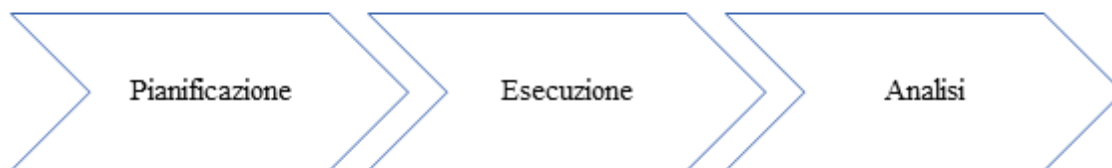
- i. pianificazione;
- ii. esecuzione;
- iii. analisi.

¹⁴ Di conseguenza, la *systematic literature review* si dimostra un valido strumento non soltanto per approfondire specifici temi di studio, ma anche per rilevare gli argomenti maggiormente dibattuti in letteratura, nonché i gap scientifici ed accademici più significativi.

Nella fase di pianificazione (i), sono stati delimitati i confini della *systematic literature review* (per delimitare il campo di indagine) e, in particolare, criteri di selezione dei contributi scientifici e degli articoli. La ricerca documentale è stata inizialmente circoscritta agli articoli scientifici pubblicati sulle riviste più autorevoli di settore, a livello nazionale ed internazionale, al fine di assicurare un certo grado di omogeneità e consistenza del campione. Sono state quindi escluse le altre tipologie di documenti accademici, quali tesi di dottorato e capitoli di libro che, a differenza degli articoli su rivista, non sempre garantiscono un elevato grado di qualità e di approfondimento dei temi trattati.

Tuttavia, a causa del numero ridotto di *paper* relativi allo specifico tema del bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, la revisione è stata successivamente estesa anche ai “*conference paper*”, data la loro elevata significatività soprattutto dal punto di vista dell’innovatività degli argomenti trattati e degli obiettivi di ricerca dichiarati e perseguiti. Nell’ambito della selezione dei contributi scientifici (che costituiscono i *records* oggetto di analisi nella *literature review*), sono stati altresì imposti due ulteriori vincoli alla ricerca, ossia la “lingua inglese” del testo, così da estendere il campione sul livello internazionale, ed il periodo temporale (dal 1990 alla data dell’ultima estrazione¹⁵), in modo da escludere contributi troppo datati.

Figura 7. Processo metodologico della systematic literature review



Fonte: ns elaborazione

Nella seconda fase (esecuzione, ii), sono state eseguite le *queries* per l’estrazione dei contributi scientifici sul database di Scopus. Nella fattispecie, le combinazioni di “parole chiave” impiegate per questa operazione afferiscono ai temi di ricerca del presente prodotto del progetto TDI RETE-GNL, ossia all’analisi SWOT e alle tecnologie per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale.

L’estrazione è stata condotta utilizzando le seguenti combinazioni di “parole chiave”, ricercate nei campi “titolo”, “*abstract*” o “*keywords*” sul database Scopus:

- i. SWOT – LNG
- ii. SWOT – port
- iii. SWOT – technology/innovation
- iv. SWOT – bunkering

¹⁵ Le attività di ricerca in merito alla literature review sono state condotte nei mesi di ottobre 2018 – febbraio 2019. Tuttavia, al fine di aggiornare il prodotto tecnico T.1.1.2 nel mese di aprile è stata condotta l’ultima verifica di aggiornamento del database delle pubblicazioni potenzialmente rilevanti.

v. SWOT – port – investment/project

Tali “parole chiave” sono state selezionate dal team di progetto a valle di consultazioni ed incontri interni per selezionare la migliore strategia di estrazione dei dati a partire dalla piattaforma Scopus. Le combinazioni di parole selezionate mirano a circoscrivere la ricerca ai soli contributi attinenti rispetto all’argomento oggetto di studio, al fine di rendere la *systematic literature review* conforme agli obiettivi di ricerca.

Il campione così ottenuto risulta formato da 51 contributi (Tabella 3.1), suddivisi in 33 articoli su rivista (*Paper*) e 18 atti di convegno (*Conference paper*), che coprono un arco temporale dal 1993 al 2019¹⁶.

Tabella 1. SWOT Analysis come strumento manageriale per la valutazione di tecnologie alternative o in ambito portuale negli studi accademici

| Tipo di documento | Numero di contributi |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Paper</i> | 33 |
| <i>Conference Paper</i> | 18 |
| Totale complessivo | 51 |

Fonte: ns elaborazione

Dopo un’attenta lettura di ciascuno dei 51 contributi scientifici da parte di almeno tre membri del gruppo di lavoro del team CIELI-UNIGE, è stata assegnata una specifica etichetta ai documenti ritenuti più significativi per il presente progetto di ricerca.

Nella fattispecie, sono stati selezionati per uno studio approfondito 19 paper (37% del campione) in ragione della rilevanza del contributo scientifico fornito sia sotto il profilo manageriale e gestionale che dal punto di vista tecnico-ingegneristico (Tabella 2), sono stati successivamente esaminati nella terza fase del processo di *systematic literature review* (Crossan e Apaydin, 2010).

¹⁶ Fino al 05.04.2019

Tabella 2. Campione dei contributi scientifici analiticamente considerati

| Tipologia di documento | Titolo | Autore | Anno | Fonte |
|------------------------|---|---|------|--|
| Article | A novel policy making aid model for the development of LNG fuelled ships | Wan C., Yan X., Zhang D., Yang Z. | 2019 | Transportation Research Part A: Policy and Practice |
| Article | A proposed innovation strategy for Turkish port administration policy via information technology | Keceli Y. | 2011 | Maritime Policy and Management |
| Conference Paper | A study on Vietnamese container ports: Analysis, evaluations, and suggestions | Le Q.-L.N., Do N.-H., Kim T.-W., Nam K.-C. | 2008 | Proceedings of International Forum on Shipping, Ports and Airports, IFSPA 2008 - Trade-Based Global Supply Chain and Transport Logistics Hubs: Trends and Future Development |
| Article | Application of a quantification SWOT analytical method | Chang H.-H., Huang W.-C. | 2006 | Mathematical and Computer Modelling |
| Article | Application of axiomatic design and TOPSIS methodologies under fuzzy environment for proposing competitive strategies on Turkish container ports in maritime transportation network | Celik M., Cebi S., Kahraman C., Er I.D. | 2009 | Expert Systems with Applications |
| Article | Emerging LNG-fuelled ships in the Chinese shipping industry: a hybrid analysis on its prospects | Wan C., Yan X., Zhang D., Shi J., Fu S., Ng A.K.Y. | 2015 | WMU Journal of Maritime Affairs |
| Conference Paper | Operation management of port logistics in the global supply Chain | Chou C.-C., Ding J.-F., Chang T.-M., Wong C.-P., Lin W.-C., Wang C.-Y., Chang W.-C., Lin C.-Y., Chang K.-E. | 2013 | Advanced Materials Research |
| Conference Paper | Perspective of LNG in Asia & Pacific - Three Decades since the Alaskan Project and the Future | Ohashi T. | 2000 | Gastech Conference Proceedings |
| Conference Paper | Research on seaport cluster strategy of Qingdao ports based on SWOT analysis | Han S.L., Wang Y.Y., Liu X.F., Wu Y.W. | 2013 | Advanced Materials Research |
| Article | Review of “the chinese belt and road initiative”: Indonesia-china cooperation and future opportunities for indonesia’s port cities development | Lovina H.R., Jiajia G., Chen H. | 2017 | Journal of Regional and City Planning |
| Article | Structural analysis of development capabilities of the port as a potential container port within MoS services | Rathman D., Debelić B., Stumpf G. | 2014 | Pomorstvo |

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

| | | | | |
|------------------|---|---|------|--|
| Article | SWOT analysis applied to a high risk area as a strategy to increase sustainable local value chain | Leanza A., Bonanno S., Suriano E., Amara G., Gigli C. | 2017 | Procedia Environmental Science, Engineering and Management |
| Conference Paper | SWOT analysis of China's port chemical industry | Xiao B. | 2013 | Applied Mechanics and Materials |
| Article | Swot analysis of deficiencies on ship components identified by port state control inspections with the aim to improve the safety of maritime navigation | Randić M., Matika D., Možnik D. | 2015 | Brodogradnja |
| Conference Paper | Taicang Terminal's logistics competitiveness: SWOT analysis and implications | Fan K., Chen Y. | 2007 | International Conference on Transportation Engineering 2007, ICTE 2007 |
| Conference Paper | The impact of natural gas geopolitics in world gas sustainable markets: Opportunities for iran's developing gas industries | Bahmannia G., Abgoon N. | 2009 | International Gas Union World Gas Conference Papers |
| Article | The implementation of ballast water management in Port of Tanjung Emas semarang: Strategy and model | Tjahjono A., Handoko W. | 2018 | AAFL Bioflux |
| Article | The long-term port development strategy planning elements | Mezak V., Perić A., Jugović A. | 2006 | Pomorstvo |
| Conference Paper | The research of port competitive strategies based on quantified SWOT analysis | Zhou M., Yang J. | 2011 | International Conference on Management and Service Science, MASS 2011 |

Fonte: ns elaborazione

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: "SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti"

Contributo partner di progetto

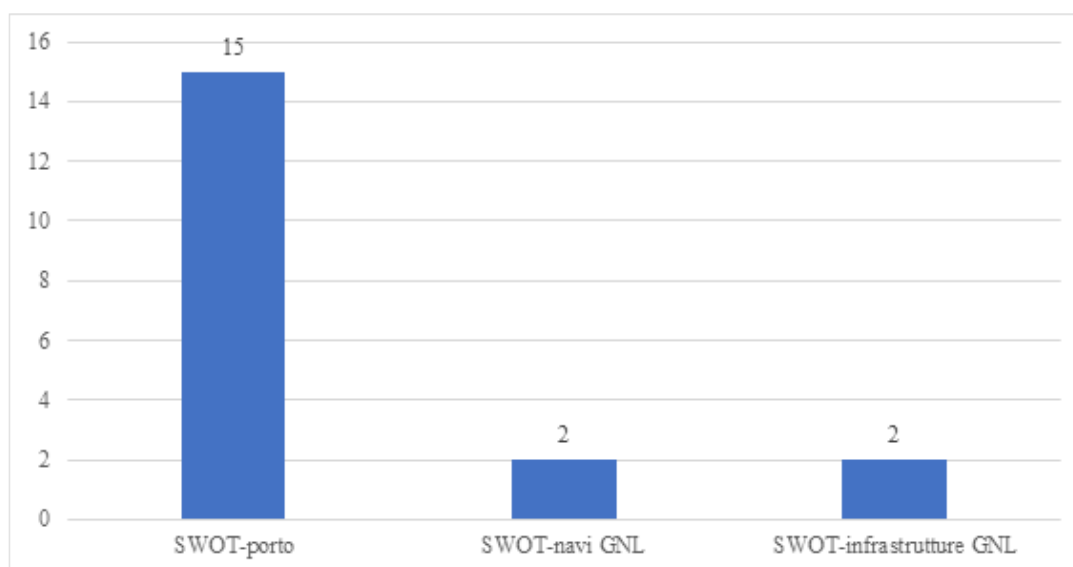
Nella terza fase del processo di *systematic literature review* secondo i profili procedurali previsti in letteratura (Crossan e Apaydin, 2010), vengono riportati i risultati dell’analisi condotta sul campione costituito dai contributi scientifici più significativi (19 documenti).

Il campione copre un periodo temporale di 19 anni (2000-2019). Nel dettaglio, circa il 50% dei contributi (10) sono stati pubblicati negli ultimi 5 anni, testimoniando il crescente interesse di accademici e professionisti verso questa tecnica di valutazione di scenari alternativi in relazione a nuove tecnologie e relativi investimenti in ambito marittimo portuale.

Al fine di mettere i principali argomenti approfonditi nei diversi contributi esaminati si è proceduto ad assegnare un’ulteriore etichetta, che categorizza lo specifico oggetto dell’analisi SWOT (Tab.3.2). Ciò detto, sono state definite le seguenti tre etichette:

- ✓ SWOT-port: analisi SOWT impiegata per gli investimenti effettuati in ambito portuale.
- ✓ SWOT-nave GNL: analisi SWOT.
- ✓ SWOT-infrastrutture GNL: analisi SWOT per valutare i progetti infrastrutturali volti ad estendere la rete di distribuzione del GNL.

Tabella 3. Principali ambiti di applicazione della SWOT Analysis nella letteratura relativa al settore marittimo-portuale



Fonte: ns. elaborazione.

La categoria maggiormente popolata è composta dai contributi scientifici focalizzati sulla valutazione degli investimenti e dei progetti in ambito portuale, corrispondente al label “*SWOT-port*” (79% del campione). In detti contributi scientifici, l’analisi SWOT viene prevalentemente usata per determinare l’efficacia degli interventi programmati in ambito portuale. In particolare, Chang e Huang (2006) hanno condotto uno studio per valutare la competitività dei porti container del Far East attraverso un’analisi SWOT delle strategie e degli investimenti pianificati da ciascuno dei terminal selezionati. Analogamente, Celik et al. (2009)

hanno identificato i principali fattori di successo delle strategie di crescita dei porti container turchi. In questo caso, l'analisi SWOT ha consentito di mettere in luce i fattori critici connessi alla gestione dei terminal e i limiti dell'amministrazione statale, suggerendo altresì possibili interventi normativi a supporto dell'industria marittimo-portuale, che si configurano come opportunità (o "sinergie") nella classificazione proposta dalla tecnica *SWOT analysis*.

Detta tecnica è stata usata anche per valutare investimenti contraddistinti da un elevato livello di contenuto tecnologico e innovativo in ambito portuale, validando l'utilità di uno strumento di supporto manageriale duttile ed agile, che può aiutare l'analisi in contesti altamente dinamici e competitivi, quali i settori high-tech, science-based o fortemente innovativi.

L'assunzione di decisioni in questo tipo di contesti, infatti, è reso ancor più complessa dalla presenza di una molteplicità di variabili esogene che è comunque necessario tenere in considerazione. Questo profilo viene preso in esame da Keceli (2011), il quale propone un'analisi SWOT per stimare l'efficienza delle piattaforme ICT (*Information and Communication Technology*) a supporto delle attività portuali. L'autore, al fine di testare la metodologia proposta si avvale di specifici *case studies*, che considerano diversi fattori esterni di contesto, che si configurano come "opportunità" e/o "minacce" per lo sviluppo di dette piattaforme.

I contributi scientifici etichettati SWOT-nave GNL (2) valutano le prospettive future a medio e lungo termine delle navi alimentate a GNL, avvalendosi dell'analisi SWOT quale strumento di comparazione fra diversi possibili scenari. A tal fine, vengono incluse nell'analisi sia le caratteristiche e i punti di forza/debolezza intrinseci alla suddetta soluzione di propulsione navale, sia le implicazioni in termini di investimenti infrastrutturali e tecnologici richiesti da parte dei terminal portuali per supportare la crescita del GNL in ambito marittimo. Al riguardo, Wan et al. (2015) evidenziano il ruolo cruciale svolto dagli stakeholders e dagli enti regolatori: in particolare le condizioni di contesto vengono inserite quali elementi atti a incidere come "opportunità" e "minacce" nella matrice SWOT.

L'etichetta SWOT-infrastrutture GNL raggruppa due contributi scientifici che adottano la SWOT analysis nell'ambito di processi decisionali e ambiti di applicazione di più ampio respiro. Ohashi (2000) descrive l'impatto che il trasporto via mare di GNL ha avuto sull'economia del Giappone e dell'Alaska. L'analisi SWOT viene applicata a supportare delle scelte di *pricing*, nonché le decisioni legate agli accordi commerciali fra i due paesi, tenuto conto dei volumi di traffico generati, delle infrastrutture operative ed in costruzione, e dei benefici economici ed ambientali determinati dall'utilizzo del GNL. Bahmannia e Abgoon (2010), invece, impiegano l'analisi SWOT per valutare i progetti del governo iraniano finalizzati a sviluppare la rete di distribuzione di GNL nel paese. Sono a tal fine considerati gli investimenti per la costruzione di nuovi impianti di rigassificazione e delle relative pipeline, esaminando attentamente i costi, le priorità strategiche e le politiche di supporto a ciascuno dei differenti interventi.

3.2. Implicazioni connesse alla literature review

Complessivamente, dallo studio della letteratura rilevante sul tema oggetto di studio emerge che:

- ✓ L'analisi SWOT può costituire un utile strumento per la valutazione dei progetti e degli investimenti in ambito portuale, specialmente per gli interventi a carattere tecnologico che racchiudono un maggiore grado di incertezza.
- ✓ L'analisi SWOT consente ai diversi soggetti decisori coinvolti nel processo decisionale di includere nella valutazione preliminare sia fattori endogeni, collegati alla specifica soluzione tecnologica potenzialmente selezionabile, sia quelli esogeni dettati dal contesto sociale, economico, ambientale e tecnico-operativo in cui la soluzione tecnologica trova applicazione.

Ciò appare particolarmente utile nelle fasi iniziali di pianificazione e progettazione delle infrastrutture e delle soluzioni tecnico-tecnologiche da approntare e in relazione a scelte di investimento che presentano implicazioni sia economico-finanziarie per gli operatori privati coinvolti, sia socio-economiche per i porti e le comunità locali che li ospitano.

Questi fattori (come approfondito in seguito) non possono non considerare anche:

- i. le specificità e i fattori normativi che caratterizzano l'ambito portuale concretamente oggetto di valutazione;
- ii. le restrizioni e le opportunità riconducibili alle opzioni tecnologici ed operative effettivamente realizzabili in ragione delle caratteristiche fisico-tecniche e di accessibilità e mobilità a livello portuale;
- iii. le esigenze e i bisogni specificatamente espressi dalla domanda armatoriale e di quella proveniente dagli altri segmenti potenziali (usi industriali e civili, ecc.).

A livello accademico l'analisi SWOT si rivela inoltre un approccio innovativo con specifico riferimento alla valutazione degli investimenti per gli impianti di bunkeraggio, in quanto non impiegata analiticamente dalla precedente letteratura a questo scopo¹⁷.

Per le finalità del progetto TDI RETE-GNL, l'analisi SWOT analysis può offrire un contributo significativo nel supportare le valutazioni di talune categorie di stakeholder coinvolti nell'ambito del processo decisionale connesso alla valutazione e pianificazione di investimenti e progetti indirizzati a nuove soluzioni di bunkeraggio per il GNL.

L'analisi SWOT rappresenta quindi uno strumento in linea con l'adozione di una logica di gestione strategica dei rapporti con i diversi stakeholder rilevanti (Stakeholder Relationship

¹⁷ La combinazione "SWOT – bunkering" sulla piattaforma Scopus non ha infatti prodotti risultati.

Management – SRM)¹⁸, nell’ambito di questo tipo di progetto o di investimento infrastrutturale.

3.3. Analisi SWOT delle tecnologie per il bunkering di GNL in ambito portuale: quadro concettuale e metodologia

Alla luce di quanto emerso nell’ambito della *literature review* condotta, l’analisi SWOT consente di effettuare un’attenta comparazione tra le principali opzioni tecnologiche impiegate a livello internazionale, europeo e nazionale per il bunkeraggio e lo stoccaggio (*storage*) di GNL in ambito marittimo-portuale. Può focalizzandosi dunque sulle dimensioni e i profili tecnologici rilevanti nell’ambito dello SSLNG, la valutazione della fattibilità tecnico operativa e dell’opportunità di impiegare una certa soluzione tecnologica di bunkeraggio in ambito portuale, deve ovviamente considerare anche i profili di rischio e di opportunità che originano dalla natura di infrastruttura a rete che caratterizza il tipo di impianti oggetto di analisi.

Per le finalità del progetto e nell’ambito del prodotto T.1.1.2, quindi l’analisi SWOT viene applicata per esaminare a livello generale le seguenti soluzioni tecnologiche di bunkering SSLNG, e testare successivamente questa metodologia su specifici *business cases* e *business histories*:

- i. Truck to Ship (TTS)
- ii. Ship to Ship (STS)
- iii. Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)
- iv. Mobile Fuel Tanks

Dal punto di vista metodologico, l’impiego dell’analisi SWOT prevede due fasi fondamentali (Figura 8):

1. Fase preliminare;
2. Fase di valutazione.

Fase preliminare

La fase preliminare include le attività più impegnative nell’ambito del processo. Innanzitutto, è fondamentale inquadrare correttamente il fenomeno osservato attraverso uno studio atto alla comprensione approfondita dello stesso (in questo caso il bunkering di GNL) e la definizione dei criteri da impiegare per effettuare la valutazione. Nondimeno, è necessario definire lo schema concettuale e i parametri di misurazione che verranno impiegati nella successiva fase di valutazione.

¹⁸ Si fa qui riferimento a soggetti quali quali policy makers, Autorità di Sistema Portuale (AdSP) e altre Port Authorities, regolatori, ecc.

Figura 8. Metodologia: fasi del processo di SWOT analisi



Fonte: ns elaborazione.

Come già anticipato, la fase preliminare rappresenta il momento centrale dell'intero processo di valutazione, dal quale dipende l'attendibilità dei risultati conseguiti. Lo schema concettuale obbliga i valutatori a seguire un processo metodologicamente predefinito e già condiviso, il quale deve essere impermeabile a influenze e fattori esterni che potrebbero alterarne in corso d'opera i risultati finali conseguiti. In altri termini, viene tracciato un "percorso" codificato tale da essere replicabile per l'analisi degli interventi e/o i progetti alternativi.

È quindi fondamentale che nella fase preliminare siano coinvolti stakeholders ed esperti che possano vantare una certa esperienza sul fenomeno oggetto di studio (nel nostro caso l'adozione di specifiche soluzioni di bunkering in ambito marittimo portuale in relazione allo SSLNG), al fine di contribuire attivamente alla definizione dei criteri di valutazione e dei parametri da considerare nell'analisi.

Detti criteri e parametri hanno lo scopo di mettere in luce le caratteristiche di ciascuna opzione del campione esaminato (ovvero i principali punti di forza e debolezza che la caratterizzano), nonché le relazioni e le potenziali sinergie conseguibili in uno specifico contesto, in ragione dello stato attuale e dei precedenti investimenti effettuati.

In quest'ottica, spesso le aziende o gli enti pubblici incaricati di effettuare la valutazione organizzano dei brainstorming ad hoc, ossia degli incontri collettivi a cui partecipano specialisti e professionisti del settore (anche esterni all'organizzazione), indirizzati ad approfondire i temi in oggetto ed avere un quadro globale sul fenomeno ed il macro-ambiente.

Tanto premesso, nell'ambito del Progetto TDI RETE-GNL, per le finalità di cui al Prodotto T.1.1.2, sono stati presi contatti con i diversi stakeholder rilevanti, tra cui le due associazioni degli armatori italiani, ossia CONFITARMA ed ASSARMATORI (per quanto attiene alle esigenze sul lato della domanda), l'ufficio tecnico dell'AdSP del Mar Ligure Occidentale (con riferimento alle esigenze relative alla domanda portuale) e la società CNH INDUSTRIAL del gruppo IVECO, al fine di includere nelle valutazioni, anche eventuali considerazioni provenienti dalle esigenze connesse alla flotta veicolare terrestre a GNL.

Il presente documento, nell'ambito delle attività di comunicazione nonché di disseminazione e capitalizzazione dei risultati sarà dunque condiviso e oggetto di *fine tuning* da parte dei gruppi di stakeholder di progetto, secondo le tempistiche e le modalità previste a formulario e stabilite dagli organi di gestione del progetto.

Fase di valutazione

Di norma, a seguito della suddetta attività, si procede a dettagliare i criteri e i parametri da impiegare per implementare la fase di valutazione che conduce alla predisposizione della versione matriciale dell'analisi SWOT.

La matrice SWOT, in particolare, si compone di quattro quadranti, come di seguito richiamati:

- i. Forze (*Strenghts*)
- ii. Debolezze (*Weaknesses*)
- iii. Opportunità (*Opportunities*)
- iv. Minacce (*Threats*)

Tale approccio consente di individuare per una specifica azienda, organizzazione o, nel caso in esame, una data tecnologia, le variabili intrinseche (o endogene), ossia i punti di forza e debolezza, e quelle estrinseche (o esogene) che possono costituire “opportunità” e “minacce” anche in ragione delle variabili endogene pocanzi richiamate, che possono influenzare il successo dell'azienda, dell'organizzazione o dell'adozione di una certa opzione.

Nella fattispecie, dal momento che l'impiego dell'analisi SWOT è finalizzato allo studio di possibili soluzioni tecnologiche per il bunkering di GNL in ambito marittimo portuale, i fattori endogeni, possono essere definiti come le variabili e le caratteristiche intrinseche che ciascuna soluzione tecnologica presenta, mentre i fattori esogeni vanno primariamente ricondotti al contesto socio-economico esterno in cui la tecnologia in oggetto deve essere adottata. Si tratta di fattori e variabili non sempre direttamente governabili e possono essere considerati come vincoli, restrizioni opportunità da impiegare a supporto della scelta della soluzione tecnologica da adottare.

Il metodo proposto (analisi SWOT), in compenso, grazie alla sistematizzazione delle informazioni e dei dati rilevanti per la decisione, raccolti secondo le modalità imposte a livello metodologico, consente al management pubblico e privato, ai policy maker e ai diversi soggetti decisori coinvolti di monitorare costantemente le variabili endogene e quelle esogene rilevanti ai fini del progetto, consentendo di sfruttare eventuali nuove sinergie positive e di prevenire o mitigare gli effetti negativi. Ciò implica che la SWOT analisi possa essere impiegata in via preliminare, prima di effettuare una delicata scelta strategica, ma anche in corso d'opera per valutare i risultati conseguiti ed apportare modifiche.

In ambito aziendale e manageriale (Figura 9), gli “elementi di forza” (*strenghts*) possono essere ricondotti a diverse tipologie. In questa prospettiva, è dunque possibile suddividerli in due categorie:

- ✓ “*hard strengths*”, ossia fattori di vantaggio competitivo di imprescindibile valore per l’impresa (ad esempio, disponibilità di risorse finanziarie, know-how tecnologico, marchio, ecc.);
- ✓ “*soft strengths*”, che presentano caratteristiche non di primaria importanza (ad esempio, risorse umane, cultura aziendale, struttura organizzativa, legami con i fornitori, ecc.).

Tale categorizzazione permette, nel caso di valutazione condotta da un’impresa, consente al management di effettuare un’attenta analisi sui propri punti di forza interni, portando alla luce alcuni elementi fino a quel momento sottovalutati. Lo stesso approccio può essere usato nello studio dei punti di forza che possono caratterizzare l’impiego di una certa tecnologia per il bunkering in ambito portuale.

Analogamente, il procedimento viene replicato anche per individuare gli elementi di “debolezza”, suddivisi in:

- ✓ “*hard weaknesses*”
- ✓ “*soft weaknesses*” (difficili da riconoscere).

Figura 9. Matrice SWOT: esempio di applicazione in ambito aziendale

| SWOT ANALYSIS | | ANALISI INTERNA | |
|-----------------|-------------|---|--|
| | | Forze | Debolezze |
| ANALISI ESTERNA | Opportunità | 1 Strategie S-O: Sviluppare nuove metodologie in grado di sfruttare i punti di forza dell'azienda. | 2 Strategie W-O: Eliminare le debolezze per attivare nuove opportunità. |
| | Minacce | 3 Strategie S-T: Sfruttare i punti di forza per difendersi dalle minacce | 4 Strategie W-T: Individuare piani di difesa per evitare che le minacce esterne acuiscano i punti di debolezza. |

Fonte: ns elaborazione.

In questo modo, è possibile identificare le principali criticità e problematiche di natura endogena rispetto alla tecnologia esaminata. Dal momento che nel contesto in esame, l’analisi SWOT può essere adottata da parte di diversi gruppi di stakeholder rilevanti, è necessario che l’esame dei punti di forza e di debolezza connessi all’introduzione di una certa soluzione tecnologica nel contesto del bunkering di GNL in ambito portuale, consideri i principali profili inerenti all’assetto organizzativo, finanziario, relazionale, produttivo e ambientale dei diversi stakeholder coinvolti, avendo così la possibilità di intervenire per apportare mirati correttivi.

Le opportunità e le minacce emergono invece dalla valutazione dei fattori socio-economici, politici, ambientali e demografici dell’ambiente esterno. In particolare, le opportunità sono legate ai vantaggi conseguibili qualora il progetto venga realizzato (ad esempio, apertura di

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

nuovi mercati, economie di scala, disponibilità di nuove tecnologie, sinergie, ecc.), ovvero si tratta di una stima del posizionamento competitivo che l'impresa può ambire a raggiungere. Le minacce, al contrario, sono i potenziali pericoli e rischi a cui si espone l'azienda scegliendo compiendo un determinato progetto. Pertanto, il management è chiamato a circoscrivere e, se possibile, eliminare dette minacce, fra cui il livello di disoccupazione, l'incertezza politica, l'instabilità nel mercato, l'aumento della concorrenza nel settore, e così via.

La matrice SWOT in relazione al tema oggetto di studio, ovvero la selezione della/e soluzione/i da adottare per il bunkering SSLNG in ambito marittimo portuale può peraltro essere predisposta riferendosi a ciascuna soluzione tecnologia oggetto di valutazione ed assumendo diverse prospettive di valutazione:

- prospettiva dei soggetti politici e degli amministratori chiamati a compiere una scelta in termini di pianificazione e di coordinamento;
- prospettiva delle diverse autorità competenti coinvolte (per esempio le AdSP)
- prospettiva dei soggetti privati che intendano effettuare investimenti connessi all'erogazione di servizi di bunkering di GNL in ambito marittimo portuale,
- prospettiva degli armatori che sono utilizzatori degli impianti in oggetto.

Alla luce della sistematizzazione della fase preliminare, i fattori endogeni ed esogeni rilevati e stimati vengono organizzati secondo una logica matriciale al fine di migliorare la loro comprensione in un'ottica d'insieme. Tale approccio consente, inoltre, di definire la strategia più idonea per ciascuna delle quattro situazioni riportate nella matrice. L'obiettivo dell'impresa è quello di valorizzare gli elementi di forza e sfruttare le opportunità offerte dall'ambiente esterno in relazione a ciascuna soluzione tecnologica potenziale (dapprima) e a quella effettivamente scelta (successivamente), difendendosi, da eventuali minacce provenienti dall'ambiente.

In sintesi, l'analisi SWOT si conferma uno strumento valido sia per la definizione delle strategie aziendali, sia per la valutazione di specifici progetti di investimento. L'aspetto critico che tuttavia emerge è la soggettività di alcune valutazioni, soprattutto per quanto concerne i fattori esogeni, che spesso risultano difficilmente misurabili. Nel caso in esame, l'analisi si configura come una tecnica di valutazione utile alla selezione dell'opzione tecnologia più idonea per il bunkeraggio di GNL nei porti dell'area obiettivo.

Date le caratteristiche e i fattori del contesto socio-economico, normativo ed ambientale delle regioni della Liguria, Toscana, Sardegna, Corsica e Region PACA, l'applicazione della metodologia "SWOT" consente di mettere in luce (a livello generale e con riferimento a specifiche ipotesi di progetto) i principali benefici intrinseci di ciascuna opzione tecnologica esaminata, ossia Truck to Ship (TTS), Ship to Ship (STS), Port to Ship (PTS) e Mobile Fuel Tanks, nonché i punti di debolezza, enfatizzando gli aspetti legati all'efficienza operativa, i profili economico-finanziari e l'impatto socio-ambientale generati.

Prima di analizzare nel dettaglio ciascuna configurazione tecnologica per il bunkering e le relative procedure (riportate nelle sottosezioni successive), si riportano di seguito le macro-categorie a cui sono state ricollegate le caratteristiche di ciascuna configurazione tecnologica per il bunkering di GNL oggetto dell'analisi SWOT, allo scopo di evidenziare le principali differenze che esistono tra le stesse. In particolare, le caratteristiche analizzate, sono riconducibili alle seguenti categorie:

- ✓ Capacità di stoccaggio/trasporto: questa voce consente di quantificare il volume di GNL immagazzinato dalla specifica configurazione esaminata, sia che si tratti del volume del mezzo di rifornimento o del deposito di stoccaggio;
- ✓ Efficienza delle operazioni di bunkering: all'interno di questa voce rientrano tutti quegli aspetti che riguardano la capacità della soluzione tecnologica prescelta di operare in diverse situazioni (ad esempio, in condizioni meteo avverse) o la possibilità di effettuare operazioni simultanee;
- ✓ Scalabilità dell'impianto: tale voce risulta essere decisamente importante, soprattutto in ottica prospettica, per valutare la capacità dell'impianto di potersi adattare al variare delle condizioni al contorno, quali ad esempio la variazione delle esigenze del mercato;
- ✓ Flessibilità: la flessibilità differisce dalla scalabilità, pur essendo una caratteristica simile alla voce precedente, in quanto è intesa come la capacità dell'impianto ad adattarsi alle esigenze specifiche nel presente, ovvero al variare delle diverse esigenze richieste dal mercato attuale;
- ✓ Investimenti richiesti e profili economico-finanziari: la voce, che potrebbe definirsi più propriamente "Implicazioni economiche finanziarie", include gli investimenti CAPEX¹⁹, OPEX²⁰ e le spese di manutenzione collegate a ciascuna configurazione esaminata.
- ✓ Requisiti specifici dell'impianto: in questa voce sono inseriti tutti gli aspetti che definiscono le esigenze specifiche, sia tecniche (aree occupate, accessibilità...) sia in ambito di normativa e sicurezza, dei diversi tipi di configurazione.
- ✓ Sicurezza e rischi.
- ✓ Impatto ambientale ed esternalità.

¹⁹ I Capex (CAPital EXpenditure), rappresentano le spese in conto capitale, ossia i costi sostenuti dall'impresa per acquistare, mantenere o implementare i propri asset (edifici, terreni, impianti o attrezzature). In generale, vengono definite CAPEX le spese ricondotte all'acquisto di un nuovo asset oppure gli investimenti finalizzati ad estendere la vita utile di un asset già posseduto.

²⁰ Gli OPEX (OPERating EXpense), rappresentano la spesa sostenuta dall'impresa per gestire un prodotto, un asset o un specifico business; includono i costi operativi, di manutenzione e gestione.

Figura 10. Elenco delle macrocategorie per l'analisi delle caratteristiche delle tecnologie di bunkering GNL



Fonte: ns elaborazione

Queste caratteristiche, combinate con le specifiche condizioni di contesto, ovvero le variabili esogene che contraddistinguono l'area portuale oggetto dell'intervento sotto valutazione e conseguentemente i bisogni della domanda (in termini di servizi di bunkering di GNL) possono condurre a risultati dell'analisi SWOT diversi. Gli impianti di stoccaggio negli hub di bunkeraggio di LNG sono solitamente gestiti da società nazionali per il gas naturale (spesso mediante il ricorso a società statale) e le imprese di bunkeraggio di GNL sviluppano contratti esclusivi per le loro operazioni di consegna (con gli armatori interessati al rifornimento di GNL in oggetto). La maggior parte degli impianti di stoccaggio onshore ha una capacità di ricarica significativa (oltre 5.000 m³/h). Ci si aspetta che una nave da carico media porti circa 3.000 m³ di carburante GNL a bordo (considerando la relativa unità di stoccaggio). Tuttavia, la capacità di scarico del veicolo nella consegna del bunker di GNL ha un impatto significativo sulle prestazioni e l'attrattiva della catena di fornitura di GNL.

Ad esempio, Engie Zeebrugge, una chiatta per bunkeraggio GNL, ha una capacità di scarico di 600 m³/h che corrisponde a 5-6 ore di operazioni di bunkeraggio per una nave da carico media. Installando le relative pompe per pozzi profondi, la capacità può essere migliorata fino a 1.000 m³/h nei progetti imminenti e il tempo di bunkeraggio può essere ridotto in modo significativo. I modelli Ship to Ship (STS) del bunkeraggio di GNL soddisfano una capacità di trasporto e di scarico adeguata per l'attuale flotta. Alcuni esempi empirici, inoltre, evidenziano come anche l'opzione TTS (Truck to Ship)²¹ e quella mediante condotte (*pipelines*) possono comunque costituire soluzioni di bunkering adeguate (e magari talvolta preferibili) in relazione a determinate dimensioni di navi attese in rifornimento e specificità della regione geografica in

²¹ Per esempio, un'impresa di trasporto marittima nordamericana (TOTE Maritime) ha preferito la soluzione TTS. Considerando le dimensioni delle navi in questa operazione, l'opzione camion si adatta bene alle esigenze dell'operatore.

cui il porto è inserito e del relativo posizionamento rispetto alla supply chain complessiva del GNL.

4. Analisi SWOT delle configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL

A seguito dell'esame della letteratura accademica e della più recente documentazione impiegata dagli esperti di settore in relazione ai temi tecnico-ingegneristici ed economico-gestionali collegati alle diverse configurazioni tecnologiche possibili per il bunkering di GNL secondo logiche SSLNG, nonché dello studio di molteplici business cases collegati all'introduzione e alla diffusione di queste soluzioni nell'ambito del bunkering di GNL a livello internazionale, europeo o nazionale, il CF unitamente ai partner di progetto (P2, P3, P4, P5) hanno proceduto a individuare quattro soluzioni tecnologiche per il *bunkering* di GNL. A questo scopo, il gruppo di ricerca del CF (UNIGE-CIELI, P1) ha proceduto ad esaminare la documentazione tecnico e scientifica di rilievo sul tema (Näslund, 2012; DNV, 2014; DNV, 2015a; 2015b; MISE, 2015; EMSA, 2018):

- ✓ Truck to Ship (TTS)²²,
- ✓ Ship to Ship (STS)²³, ivi incluse le diverse tipologie di Floating LNG Terminals,
- ✓ Port-to-Ship (PTS) and Terminal-to-Ship (PTS)²⁴,
- ✓ Mobile Fuel Tanks²⁵.

Dette configurazioni presentano distinte caratteristiche tecnologiche che vengono di seguito analizzati al fine di determinare i punti di forza e debolezza associati a ciascuna opzione.

Sotto questo profilo, si pone qui l'attenzione sugli aspetti organizzativi e gestionali che, unitamente a quelli di natura più prettamente tecnica ed operativa consentono di identificare la soluzione di bunkering per il GNL più idonea in relazione alle specifiche caratteristiche di un porto e alle specificità della domanda di servizi di bunkering di SSLNG che possono essere ricondotti al medesimo.

²² Le soluzioni di tipo Truck to Ship (TTS) poggiano sull'impiego di "LNG truck connected to the receiving ship on the quayside" (EMSA, 2018; p. 350) e richiedono "a flexible hose, typically assisted by a hose-handling manual cantilever crane" (Satta et al. 2019).

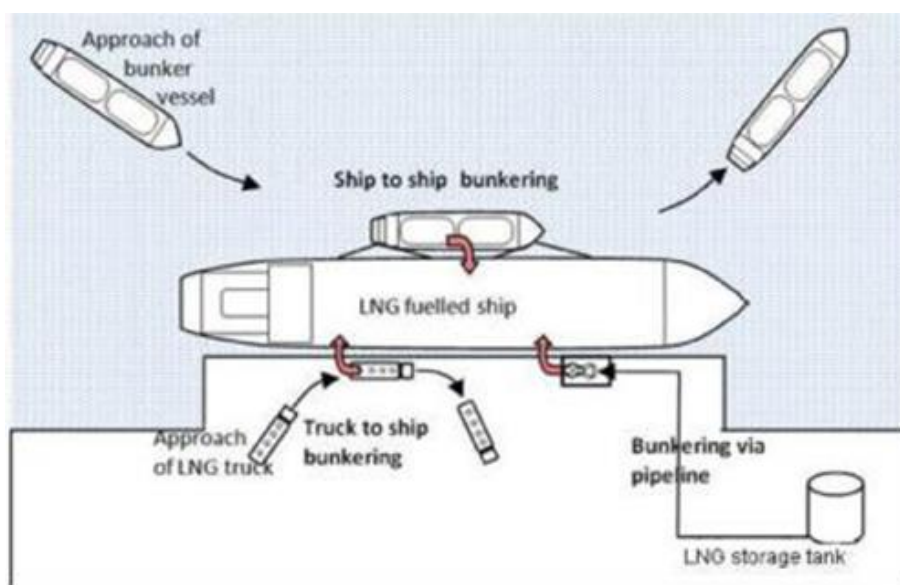
²³ Nella configurazione STS, il GNL "is delivered to the receiving vessels by another ship, boat or barge, moored alongside on the opposite side to the quay" (EMSA, 2018; p. 353).

²⁴ Negli impianti di stoccaggio e bunkering di GNL di tipo Port-to-Ship (PTS), il GNL può essere rifornito direttamente attraverso "a small storage unit (LNG tank) of LNG fuel, small station, or from an import or export terminal" (EMSA, 2018; p. 355).

²⁵ La configurazione di tipo Mobile fuel tank (MFT) "been introduced and patented by Wärtsilä in 2010. In particular, the Wärtsilä LNG Pac™ system is based on an IMO type C LNG storage tank with either double walled vacuum or single walled polyurethane insulation. In this technological configuration, the bunkering procedure takes place from the bunkering station to the LNG tank via an insulated pipe (Wärtsilä website, 2019)" (Satta et al. 2019).

Tale risultato viene raggiunto attraverso l'impiego dell'analisi SWOT riferita a ciascuna configurazione tecnica/tecnologica adottabile (Figura 11 Le *quattro configurazioni di bunkering*, fornendo così un utile quadro di sintesi atto ad evidenziare i fattori endogeni, ossia i punti di forza (*strengths*) e di debolezza (*weaknesses*), ed esogeni, vale a dire opportunità (*opportunities*) e minacce (*threats*) derivanti dal contesto esterno, legati ad ognuna delle quattro configurazioni selezionate.

Figura 11 Le quattro configurazioni di bunkering



Fonte: www.sspa.se

4.1. Configurazione Truck to Ship (TTS)

La configurazione di bunkering GNL definita “*Truck to Ship*” (TTS) prevede che il rifornimento della nave avvenga mediante l'impiego di un camion cisterna o un'autobotte adibiti allo stoccaggio e al trasporto di GNL. Dal punto di vista operativo, il camion cisterna (*truck*) si posiziona in banchina nel luogo prestabilito per il rifornimento, in conformità con le procedure di sicurezza. Successivamente vengono collegati dei tubi flessibili di diametro compreso tra 2” e 3” (rispettivamente circa 5 e 7.5 cm) dal camion ai serbatoi della nave, supportati da specifiche strumentazioni volte a garantire la stabilità del collegamento e la sicurezza delle operazioni (ABS, 2014).

Alternativamente, è possibile utilizzare una condotta di cui, come nel caso precedente, è dotato il camion cisterna, sebbene per motivi di sicurezza e velocità delle operazioni venga preferita la prima soluzione mediante connessione diretta. Il trasferimento di GNL avviene grazie all'ausilio di una pompa installata sul camion cisterna oppure agganciata esternamente all'autobotte al momento del rifornimento, qualora quest'ultima ne fosse sprovvista.

Terminate le operazioni di rifornimento, il camion o l'autobotte lasciano la banchina e si dirigono verso gli impianti di stoccaggio di GNL localizzati nell'area più vicina al porto per

rifornire nuovamente le cisterne per le operations relative al successivo ciclo operativo di rifornimento (bunkering).

A differenza delle operazioni di rifornimento effettuate in banchina mediante le strumentazioni di cui sono dotati gli stessi mezzi terrestri, il riempimento delle cisterne dei camion e delle autobotti si realizza attraverso l'impiego delle tubature flessibili dell'impianto di stoccaggio di GNL. Tale procedura consente di velocizzare e semplificare il rifornimento, sebbene sia richiesto un costante controllo della temperatura delle cisterne, al fine di evitare che, una volta trasferito, il GNL evapori (ossia nel caso in cui la temperatura delle cisterne sia superiore a -162° C).

Figura 12. Rifornimento di GNL secondo configurazione TTS



Fonte: <https://safety4sea.com> (2018)

Strengths

Il principale punto di forza della configurazione tecnologica **TTS** consiste negli elevati livelli di flessibilità e di reversibilità che la caratterizzano. La flessibilità di questa soluzione deriva dall'assenza di elevati investimenti finalizzati a predisporre e supportare esclusivamente detta soluzione tecnologica, riducendo di conseguenza i potenziali *sunk costs* (Sutton, 1991). Dal punto vista operativo, le procedure di rifornimento possono essere espletate in diverse aree o banchine del porto sulla base delle esigenze, anche temporanee e con breve preavviso, dei terminal e delle navi che richiedono il rifornimento di GNL.

La possibilità di modificare il luogo del rifornimento rappresenta un aspetto cruciale anche sotto il profilo della sicurezza. In particolare, le operazioni di bunkering possono essere effettuate anche in condizioni metereologiche avverse in quanto il camion cisterna o l'autobotte possono essere posizionati in prossimità dei bacini più riparati dove la nave è ormeggiata stabilmente (Mar Tech LNG, 2014).

Tali caratteristiche rendono il TTS una soluzione particolarmente idonea a verificare la convenienza economica relativa allo sviluppo di un nuovo sistema per il bunkering di GNL da

parte degli enti pubblici locali, del porto e dei diversi stakeholder pubblici e privati quando i livelli di domanda attesa sono contenuti ed essenzialmente riconducibili a segmenti di domanda aventi specifiche caratteristiche (tipo di nave, capacità di rifornimento della nave, esigenze di bunkering espresse, dati tecnici della nave, ecc.). Questa soluzione consente di ridurre gli investimenti iniziali (che rischiano di divenire *sunk costs*) ma è applicabile solo quando i volumi di domanda complessivamente attesi sono piuttosto limitati e il soggetto armatoriale non ha specifiche necessità in termini di tempistiche (*timing*) richieste per l'espletamento delle operazioni di bunkeraggio.

La soluzione di tipo TTS può rappresentare una soluzione “pilota” in relazione a porti di medie e grandi dimensioni al fine di testare il mercato del bunkering del GNL, ma difficilmente può costituire la soluzione definitiva in caso di incremento dei volumi.

Questa soluzione può invece avere applicazioni più significative in relazione a porti di piccole o medio-piccole dimensioni (in termini di volumi di domanda attesi) e può rappresentare un interessante strumento per avviare e favorire con specifici incentivi, la transizione dello shipping verso l'utilizzo del GNL come combustibile navale.

Non da meno, la flessibilità di suddetta tecnologia permette di ripartire l'investimento fra i diversi stakeholder che operano in aree portuali differenti. I camion cisterna e le autobotti possono infatti spostarsi sia all'interno delle aree relative al singolo porto, sia esternamente fra diversi porti (logica dell'offerta *point-to-point*), soddisfacendo così la domanda di un maggior numero di armatori (EMSA, 2018).

Weaknesses

Sebbene tale soluzione sia caratterizzata da alcuni punti di forza legati all'elevata flessibilità gestionale ed operativa, la tecnologia TTS presenta anche molteplici fattori di debolezza, specie in relazione a specifiche tipologie di segmenti della domanda da servire.

Dal punto di vista operativo, il primo aspetto critico riguarda la limitata capacità dei serbatoi dei camion cisterne e delle autobotti (solitamente compresa tra i 40 e gli 80 m³)²⁶.

Inoltre, la velocità di trasferimento del GNL dal camion alla nave si aggira intorno ai 50 m³/h (EMSA, 2018), mentre dall'impianto di stoccaggio al camion è possibile raggiungere velocità decisamente più elevate. Tali caratteristiche determinano un significativo incremento dei tempi richiesti per il rifornimento del GNL, che possono risultare non sostenibili nel caso di navi di grandi dimensioni.

Da ciò derivano anche implicazioni dal punto di vista dell'efficienza gestionale e della produttività che determinano a loro volta conseguenze sui costi di gestione. I costi portuali per l'armatore, infatti, aumentano al crescere del tempo di stazionamento della nave in porto.

²⁶ La capacità delle singole unità può raddoppiare qualora siano impiegati semirimorchi per trasportare un ulteriore serbatoio.

Questo chiaramente costituisce un problema ancor più specifico nel caso della domanda di servizi di bunkering di GNL che origina dai settori cruise e ferry.

In questo tipo di configurazione possono anche determinarsi problematiche in termini di possibili congestionamenti stradali nelle aree limitrofe al porto oppure ai gate di ingresso/uscita. Ciò può incidere ulteriormente sul timing relativo Alle operazioni di bunkering (EMSA, 2018). In questa prospettiva, la soluzione TTS si dimostra efficiente solo per fabbisogni energetici contenuti, ovvero quando l'impianto di rifornimento è destinato a soddisfare la domanda relativa a unità navali di piccola stazza.

La soluzione TTS, inoltre, può essere impiegata come soluzione alternativa di “emergenza” (*back up*) per consentire alla nave di effettuare un piccolo rifornimento e raggiungere un porto vicino meglio attrezzato per il bunkering di GNL. Questo tipo di installazioni in un'ottica sistemica di rete possono concorrere a rafforzare la resilienza complessiva dell'intera supply chain, creando dei nodi ridondanti ma funzionali al corretto funzionamento del network, a vantaggio dei suoi utenti finali. Ulteriore aspetto critico è legato alla localizzazione degli impianti di stoccaggio di GNL. Qualora la loro posizione dovesse essere troppo distante rispetto ai terminal portuali, il tempo necessario ai camion cisterna per raggiungere tali strutture potrebbe ridurre l'efficienza del sistema, sia in termini di possibile incremento dei viaggi di *backhaul*, sia in ragione dei maggiori costi da pedaggi autostradali e utilizzo di carburante per il viaggio. La distanza percorsa dai camion e dalle autobotti rappresenta quindi un fattore particolarmente rilevante per la configurazione TTS. Detto elemento acquisisce ancora più importanza se rapportato alla capacità di stoccaggio dei mezzi. Infatti, per il rifornimento di una nave di grandi dimensioni è necessario impiegare contemporaneamente diverse unità mobili di bunkering (ossia camion e autobotti) oppure effettuare un maggior numero di viaggi con un singolo mezzo. Ciò si traduce in un incremento delle tempistiche e dei costi nonché in un potenziale innalzamento dei rischi connessi alla gestione delle operazioni di bunkeraggio in banchina a causa del numero crescente di mezzi in transito nelle aree portuali.

A titolo esemplificativo, si consideri che per rifornire una nave con un serbatoio di GNL di 200 m³ sono necessarie circa 4 ore (tenuto conto della velocità di rifornimento, pari mediamente a 50 m³/h) oppure 2 ore, ma impiegando il doppio dei mezzi. Pertanto, la fattibilità della configurazione TTS dipende fortemente dal costo medio al m³ di GNL rifornito, il quale è influenzato non solo dagli specifici costi inerenti alle operazioni di bunkering, ma anche i costi relativi al trasporto e alla disponibilità dei mezzi.

Dal punto di vista della sicurezza, la configurazione TTS per il bunkering di GNL prevede che siano stabilite precise procedure di sicurezza in ambito portuale al fine di evitare l'insorgere di eventi potenzialmente pericolosi (Mat tech LNG,2014). In particolare, è previsto un limite per il numero di camion cisterna di GNL che possono transitare/stazionare contemporaneamente all'interno del porto o in una sua specifica area. Tale limite è legato alle dimensioni del porto e alle misure che l'Autorità di Sistema Portuale, in accordo con gli enti pubblici locali e con i

regolamenti nazionali sulla sicurezza, decide di adottare. Il rifornimento mediante camion ed autobotti può infatti interferire con le operazioni di carico/scarico merci e/o passeggeri, determinando conseguentemente un incremento dei rischi e dei danni che possono essere causati a terzi in caso di incidente. La presenza dei camion in banchina, inoltre, non favorisce le operazioni di carica e scarica, rallentando perciò le attività dei terminal.

Figura 13. Configurazione TTS con l'impiego di diverse autobotti



Fonte: https://www.lngworldshipping.com/news/view,jacksonville-the-premier-us-lng-bunkering-port-moves-into-higher-gear_51438.htm

Un ulteriore elemento critico è connesso alla figura professionale del conducente del camion o dell'autobotte, che, non essendo solitamente un dipendente del porto, potrebbe non avere familiarità con le procedure di sicurezza, le quali, come detto precedentemente, possono variare da porto a porto.

Figura 14. Analisi SWOT configurazione TTS

| Strengths | Weaknesses |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flessibilità operativa e gestionale ▪ Basso costo degli investimenti e ridotti <i>sunk costs</i> ▪ Rifornimento navi anche in condizioni meteo avverse ▪ Offerta di bunkering rivolta prevalentemente a domanda spot | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ridotta capacità dei serbatoi ▪ Ridotta velocità delle operazioni di bunkering ▪ Regolamenti sulla sicurezza specifici ▪ Necessità di utilizzare diverse unità per il rifornimento |
| Opportunities | Threats |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizzo delle singole unità su diversi terminal/porti: ripartizione dei costi tra diversi stakeholder ▪ Soluzione idonea per testare il mercato del bunkering di GNL ▪ Configurazione utilizzata per favorire la transizione al GNL | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distanza dagli impianti di stoccaggio e rifornimento di GNL ▪ Costi di carburante e pedaggi ▪ Congestionamento stradale nelle aree di accesso e limitrofe al porto ▪ Rallentamento delle operazioni di carico/scarico merci e persone |

Fonte: ns elaborazione

La Figura 14 sintetizza i fattori endogeni ed esogeni finora discussi relativi alla configurazione TTS. In particolare, facendo riferimento alle macrocategorie precedentemente definite per l'analisi delle caratteristiche delle tecnologie di bunkering GNL, vengono riportati tra gli elementi di forza (*strengths*) la flessibilità operativa e gestionale della tecnologia TTS, nonché il basso costo degli investimenti iniziali necessari. Ciononostante, emergono alcune evidenti criticità (*weaknesses*) riconducibili alla scarsa capacità dei serbatoi ed alla complessiva efficienza delle operazioni di bunkering-

4.2. Configurazione Ship to Ship (STS)

La configurazione “Ship-to-Ship” (STS), prevede l’impiego di chiatte o piccole unità navali (definite anche bettoline o talvolta SSLNGC ovvero *Small Scale LNG Carrier*²⁷), per il compimento delle operazioni di bunkering di GNL. Le procedure di rifornimento vengono

²⁷ Con riferimento al concetto di SSLNG Carrier, Wartila sul sito dichiara che “*Small-scale LNG vessels are typically used for short-distance coastal trading, distributing LNG to end users such as power generation plants, land-based industries and suppliers of LNG as fuel for vehicles or ships*”. In tal senso la compagnia, che è un importante stakeholder nell’ambito del Sistema di approvvigionamento della catena LNG, aggiunge che “[w]hile there is no industry-wide accepted definition of what constitutes a small-scale LNG carrier, the maximum size of the tanks on board these ships is typically around 30,000 to 40,000 m³, as compared with a large-scale LNG carrier with a capacity of approximately 160,000 to 170,000 m³”. Per ulteriori approfondimenti in tal senso si rimanda all’url: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/energy/small-carriers-diversify-the-lng-fleet>.

effettuate sia in mare aperto, sia all'interno delle acque del porto, in zone protette dagli agenti atmosferici. In particolare, le unità navali di rifornimento si affiancano alle navi da rifornire ed effettuano il trasferimento del GNL mediante l'ausilio di tubature flessibili e sistemi di pompaggio di cui le stesse sono dotate.

La configurazione STS viene impiegata attualmente per esempio in Svezia, dove il traghetto "Viking Grace" è quotidianamente rifornito attraverso la chiatta "Seagas" (i cui serbatoi hanno una capacità di 187 m³), e in Norvegia, dove la nave metaniera "Pioneer Knutsen" è stata opportunamente attrezzata per effettuare operazioni di bunkering. Per quanto riguarda il primo caso, bisogna sottolineare la particolarità del sistema utilizzato, progettato dalla Linde, che permette di eliminare il tubo di ritorno del vapore per compensare la variazione di pressione nel serbatoio della nave bunker, che viene invece gestita tramite un vaporizzatore ad acqua. Un altro particolare distintivo di questa tecnologia è l'assenza di un sistema di pompaggio del GNL. Il trasferimento viene infatti eseguito sfruttando la pressione del serbatoio nella nave di rifornimento, comportando tuttavia la necessità di mantenere valori di pressione fino a 15 bar.

Recentemente (16 gennaio 2019), la nave AIDAnova della compagnia tedesca AIDA Cruises (di Costa Crociere facente a sua volta parte del gruppo Carnival Corporation), ha effettuato con successo la prima operazione di bunkeraggio di GNL mediante la configurazione STS a Santa Cruz de Tenerife, nelle Isole Canarie (Spagna). La bettolina impiegata per il rifornimento (la Coral Methane) ha una capacità di 7.500 m³. Si tratta di una nave costruita nel 2009 e riadattata nel 2018 da tanker di GPL a nave per il bunkeraggio di GNL.

L'evento in oggetto (Figura 15) rappresenta il primo rifornimento STS del gruppo Shell in acque territoriali spagnole nell'ambito del contratto decennale di approvvigionamento di GNL sottoscritto dal gruppo Carnival (nel quale confluiscono otto compagnie, tra cui Costa Crociere) in ogni parte del mondo. Un accordo simile è stato sottoscritto da Total con la compagnia MSC.

Grazie alla capacità dei serbatoi delle chiatte e delle bettoline, la configurazione STS consente di rifornire navi con capacità di stoccaggio di GNL compresa tra 1.000 e 10.000 m³. Più in particolare, le *bunker barge* (chiatte per il rifornimento di GNL) richiedono procedure simili a quelle generalmente utilizzate per il rifornimento di gasolio: le chiatte, infatti, non essendo dotate di sistemi di propulsione, vengono trainate o spinte da appositi rimorchiatori fino ad affiancare le navi da rifornire.

Esistono diverse tipologie di chiatte, alcune molto semplici, sulle quali vengono semplicemente posizionati i serbatoi di GNL, altre dotate di sistemi più complessi ed evoluti, in cui parte delle cisterne sono contenute nello scafo. Quest'ultime sono spesso equipaggiate con gru o altre attrezzature al fine di rendere più efficienti le procedure di bunkering o di garantire la sicurezza dell'intero processo.

Figura 15. Operazioni di bunkering di GNL effettuate da AIDA Nova alle Canarie



Fonte: <http://www.conferenzagnl.com>

Per quanto concerne le bettoline, si tratta di unità navali di piccole dimensioni, le quali presentano generalmente una capacità di stoccaggio e trasporto di GNL maggiore rispetto alle chiatte precedentemente descritte. Grazie al sistema di propulsione e alle dotazioni di bordo, le bettoline possono spostarsi autonomamente ed effettuare il rifornimento sia all'interno delle acque del porto, sia all'esterno.

Le bettoline, talvolta anche definite come SSLNGC o come LNGBV (ovvero LNG Bunker Vessels), possono essere impiegate per raggiungere porti o aree costiere localizzati in zone remote, dove non sono presenti impianti di stoccaggio e/o di bunkering di GNL. La progettazione delle chiatte e, soprattutto, delle bettoline deve rispettare gli standard previsti dal “*International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*” (IGC Code). L'IGC Code fornisce standard internazionali per la sicurezza del trasporto via mare alla rinfusa di gas liquefatti e altre sostanze con caratteristiche merceologiche e criticità operative simili²⁸.

Strengths

La configurazione **STS** presenta diversi punti di forza che derivano dall'elevata capacità di stoccaggio di GNL delle unità navali impiegate per il rifornimento e all'elevata portata di trasferimento del carburante, che può arrivare fino a 1.000 m³/h. Pertanto, la soluzione STS

²⁸ L'IGC code, prescrive le norme di progettazione e costruzione delle navi coinvolte in operazioni attinenti al gas liquefatto e indica l'insieme di attrezzature la cui dotazione consente di minimizzare i rischi per la nave, il suo equipaggio e l'ambiente. Unitamente all'IGC code occorre considerare anche il Codice IMDG (International Maritime Dangerous Goods) che stabilisce i principi fondamentali e le raccomandazioni da seguire per il trattamento di singole sostanze e materiali. Nell'ambito delle suddette raccomandazioni sono incluse le buone pratiche operative relative alla terminologia, all'imballaggio, all'etichettatura, allo stivaggio, alla segregazione e alla manipolazione dei suddetti materiali e sostanze.

rappresenta una delle migliori alternative qualora sia necessario rifornire asset navali di grandi dimensioni.

Un altro vantaggio consiste nella possibilità di effettuare, laddove consentito, operazioni simultanee (*Simultaneous Operations*, SIMOPS). Ciò significa che il rifornimento della nave può essere compiuto mentre sono in atto le attività di carico/scarico merci e/o persone, sebbene sia necessaria una specifica autorizzazione da parte dell’Autorità Portuale e degli enti pubblici locali al fine di garantire la sicurezza delle procedure. Tale aspetto rappresenta un indubbio punto di forza della configurazione STS, la quale permette così di diminuire i tempi di stazionamento in porto della nave per il rifornimento e, di conseguenza, i costi portuali sostenuti dall’armatore. A differenza delle altre soluzioni tecnologiche, il bunkering di GNL mediante la configurazione STS può essere effettuato mentre l’unità ricevente si trova sia all’interno che all’esterno del bacino portuale (EMSA, 2018).

Figura 16. Configurazione STS mediante bunker barge



Fonte: <https://northstarbunker.com>

Quando le operazioni avvengono in mare aperto, la tecnologia viene classificata come *offshore* (Arnet, 2014). In questa circostanza, si riducono i rischi per il territorio costiero derivanti da possibili incidenti di natura tecnica legati al bunkering di GNL, nonché le esternalità negative generate nei confronti delle comunità locali. Inoltre, la possibilità di rifornimento *offshore*, rende più flessibile la scelta della localizzazione degli impianti di stoccaggio e rigassificazione di GNL, che, al contrario, rappresenta uno dei limiti delle altre configurazioni.

Detta flessibilità si traduce anche in vantaggi dal punto di vista operativo: il rifornimento in mare non richiede investimenti specifici lato-terra e, pertanto, si riducono i rischi connessi alle inefficienze delle attività portuali. A titolo esemplificativo vengono citati i ritardi causati dal congestionamento stradale nelle aree circostanti al porto e/o ai varchi, nel caso della configurazione TTS, e gli eventuali malfunzionamenti degli impianti di rifornimento per la configurazione PTS (Port to Ship o Terminal to Ship).

Il rifornimento offshore mediante STS determina quindi una maggiore accessibilità dei servizi di bunkeraggio di GNL, in quanto slegati dagli investimenti e dalle problematiche lato “terra”. Ciò consente di erogare il servizio anche in aree o paesi in cui non è stata ancora sviluppata un’efficiente rete di distribuzione del GNL, configurandosi come un importante driver per incentivare l’adozione di suddetto carburante navale alternativo.

Weaknesses

A fronte dei numerosi vantaggi pocanzi richiamati, la tecnologica **STS** presenta alcune indubbe criticità. In primo luogo, sono richiesti investimenti iniziali non trascurabili indirizzati all’acquisizione di unità navali per il rifornimento di GNL (ossia chiatte e bettoline), per le quali sono altresì necessari elevati costi di manutenzione (Mat Tech LNG, 2014).

Le operazioni di bunkeraggio tramite STS sono associate ad un elevato pericolo di collisione tra le unità navali coinvolte, specialmente quando il rifornimento avviene *offshore* a causa delle potenziali condizioni meteo-marine avverse. Tuttavia, occorre prestare particolare attenzione anche alle procedure svolte all’interno del bacino portuale in quanto possono verificarsi danni nei confronti di terzi (sinistri con imbarcazioni e navi ormeggiate o in transito nel porto) oppure a sovrastrutture/infrastrutture portuali, a seguito di collisioni con le banchine.

In questa prospettiva, l’estensione degli spazi portuali disponibili per le operazioni di bunkeraggio e la dimensione delle navi da rifornire si configurano come fattori rilevanti nella scelta della configurazione STS.

Infine, un’ulteriore criticità è connessa alla localizzazione degli impianti costieri di stoccaggio di GNL. Sulla base di questo dato, viene stimato un raggio di distanza per delimitare l’area entro cui le operazioni di bunkering tramite STS sono ritenute economicamente realizzabili.

Nella matrice di sintesi riportata nella Figura 16, si pone particolare enfasi sulla capacità di stoccaggio/trasporto delle bettoline/chiatte utilizzate per il rifornimento di GNL mediante la configurazione STS. In particolare, tra i punti di forza viene riportata la possibilità di effettuare operazioni simultanee di carico/scarico merci e/o imbarco/sbarco passeggeri durante le operazioni di rifornimento (SIMOPS). Tale aspetto permette di incrementare l’efficienza complessiva delle operazioni di bunkering di GNL, riducendo conseguentemente il tempo di stazionamento in porto della nave rifornita. Tuttavia, emergono alcuni aspetti negativi che si configurano come fattori di debolezza (*weaknesses*), ossia il costo dell’investimento iniziale e di manutenzione delle unità navali impiegate per le attività di bunkering, e minacce (*threats*) con riferimento ai profili di sicurezza e rischi delle operazioni.

Figura 17. Analisi SWOT della configurazione STS.

| Strengths | Weaknesses |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevata capacità di stoccaggio delle unità navali impiegate per il rifornimento ▪ Velocità del rifornimento ▪ Flessibilità operativa: SIMOPS ▪ Assenza di impiego di spazi portuali | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forti investimenti iniziali ▪ Elevati costi di manutenzione |
| Opportunities | Threats |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Riduzione esternalità negative per zone costiere e comunità locali (rifornimento <i>offshore</i>) ▪ Maggiore accessibilità al servizio ▪ Riduzione degli investimenti per impianti ed attrezzature in ambito portuale ▪ Riduzione delle inefficienze legate alle attività portuali | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distanza dagli impianti di stoccaggio costieri ▪ Rischio connesso alle condizioni meteo-marine e collisioni (rifornimento <i>offshore</i>) ▪ Estensione del bacino portuale: rischio danni a terzi (per rifornimento all'interno del porto) |

Fonte: ns elaborazione

4.3. Configurazione Port to Ship, Terminal to Ship o via pipeline (PTS)

La configurazione di bunkering di GNL può anche avvenire mediante soluzione “Port to Ship” o “Terminal-to-Ship” (PTS) o “Pipeline to Ship”. Nel caso in cui il rifornimento della nave avvenga attraverso tubazioni (*pipeline*), consiste nella predisposizione di una stazione di bunkering GNL a terra (presso una banchina o un pontile dedicati), dove le navi, una volta attraccate, effettuano il rifornimento.

Le operazioni richiedono l'utilizzo di tubazioni rigide che consentono di velocizzare il trasferimento del carburante. Sono altresì impiegate tubazioni flessibili nella parte finale di collegamento con la nave al fine di garantire un certo grado di adattabilità e flessibilità dell'impianto di rifornimento. In questo modo, l'impianto riesce a servire tipologie di navi differenti senza che debba essere modificato il suo layout. Il serbatoio di stoccaggio del GNL è posizionato all'interno della stazione di bunkering in banchina e può essere sia di grandi dimensioni (a pressione atmosferica), oppure di dimensioni più contenute (nel caso di serbatoi in pressione). L'adozione della configurazione PTS richiede che la nave sia attraccata alla banchina dove è localizzata la stazione (o impianto) di bunkering. Tuttavia, a livello internazionale, sono state progettate delle soluzioni alternative: avvalendosi di un pontone galleggiante, sul quale viene posizionato un serbatoio di stoccaggio di GNL, collegato all'impianto a terra tramite apposite condutture, la nave può effettuare rifornimento anche ad una certa distanza dalla banchina (DNV, 2014; 2015a; 2015b).

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

Figura 18. Rifornimento di GNL secondo configurazione PTS



Fonte: <https://www.sqfeed.com>

Tale opzione, richiede lo sviluppo di un apparato infrastrutturale atto ad assicurare che i movimenti della piattaforma galleggiante, imputabili per esempio ai moti ondosi e agli agenti atmosferici, non danneggino l’attrezzatura impiegata per il trasferimento.

Strengths

Detta soluzione, benché presenti alcune complessità e criticità sotto il profilo della sicurezza dell’impianto e delle operazioni di bunkering, evidenzia alcuni importanti aspetti positivi. In primo luogo, consente di ridurre l’estensione delle aree portuali occupate dall’impianto. Dato il costo-opportunità degli spazi in oggetto, la configurazione PTS per il bunkering di GNL mediante piattaforma galleggiante rappresenta una soluzione particolarmente interessante per i soggetti chiamati a valutare la destinazione delle aree portuali nonché la soluzione di bunkering di GNL più adatta alle caratteristiche del porto e alla dimensione della domanda di GNL.

Inoltre, dal punto di vista operativo, detta soluzione risulta più flessibile poiché consente l’attracco di diverse tipologie di navi senza che siano effettuati specifici investimenti sul piano infrastrutturale, come dragaggi e allungamento delle banchine.

La configurazione PTS consente di gestire ingenti volumi di GNL grazie all’utilizzo dei serbatoi posizionati a terra con una capacità di stoccaggio complessiva compresa tra 500 e 30.000 m³ (EMSA, 2018). La velocità di rifornimento è altresì maggiore rispetto alle altre soluzioni di bunkering, arrivando fino a 2.000 m³/h. In questo modo, si riducono drasticamente i tempi complessivi per il rifornimento, nonché i costi di stazionamento della nave in porto

sopportati dall'armatore. Tale soluzione tecnologica risulta quindi particolarmente adatta per servire unità navali di grandi dimensioni con un'elevata capacità dei serbatoi di GNL.

Nonostante quanto appena esaminato, gli impianti per la configurazione di bunkering PTS possono avere anche dimensioni ridotte. In questo caso, sono prevalentemente impiegati serbatoi di tipo “bullet” con un volume di circa 1.000 m³. Ciò consente una crescita scalabile dell'impianto in ragione del potenziale incremento della domanda di GNL. Pertanto, la capacità di stoccaggio può essere aumentata attraverso l'installazione di ulteriori serbatoi. Dato l'elevato costo della configurazione PTS e le difficoltà nella previsione della domanda di GNL, la soluzione modulare rappresenta un'interessante alternativa tecnologica.

Tali caratteristiche rendono la configurazione di bunkering PTS idonea a servire:

- navi che effettuano servizi di trasporto regolari di linea ed effettuano bunkering GNL con elevata e costante frequenza,
- navi impiegate in trasporti trampistici che si riforniscono saltuariamente,
- navi impiegate per altre tipologie di attività e/o servizi come rimorchiatori o barche da pesca (World Maritime University, 2014).
 - È altresì possibile rifornire navi bettoline (*bunker vessel*) o chiatte (*barge*) per successive operazioni di bunkering mediante la configurazione STS.

Per quanto concerne il riempimento dei serbatoi di GNL dell'impianto, è possibile impiegare navi metaniere (rifornimento lato mare) o camion (rifornimento lato terra). Le operazioni possono inoltre essere effettuate mediante metanodotti collegati agli impianti dell'entroterra.

Tuttavia, quest'ultima soluzione richiede elevati costi di investimento legati all'implementazione di ulteriori infrastrutture ed attrezzature, tra cui, in particolare, un impianto di rigassificazione. I metanodotti, infatti, permettono il trasporto diretto di gas che una volta arrivato alla stazione di rifornimento in porto deve essere trasformato in GNL.

Weaknesses

La configurazione **PTS** presenta alcuni evidenti punti di debolezza legati principalmente ai costi iniziali di investimento e alla localizzazione degli impianti (estensione delle aree occupate per il posizionamento degli impianti e dei serbatoi, definizione delle scelte di micro-localizzazione degli stessi).

In particolare, gli investimenti connessi all'approntamento di soluzioni tecnologiche di questo tipo restano esposti al rischio di trasformarsi in *sunk costs* qualora detta soluzione tecnologica venga abbandonata per problemi tecnici, operativi, per il calo della domanda di GNL o per l'uscita dell'impresa di bunkering dal business. Sotto questo profilo, pertanto, appare rilevante considerare non solo i costi per la realizzazione dell'impianto e dei serbatoi di stoccaggio onshore, ma anche le voci di costo riconducibili all'acquisto dell'equipment e delle pipelines necessarie per il collegamento sicuro tra la nave e l'impianto (Clean Baltic Sea Shipping – European Project, 2013).

L'accessibilità (specie in relazione alle banchine) rappresenta un altro forte limite poiché incide sulla dimensione delle navi che lo stesso impianto può rifornire. In tal senso, le caratteristiche del porto e gli spazi disponibili per la costruzione ed il posizionamento della stazione di bunkering GNL si configurano come un fondamentale fattore critico nella valutazione di detta soluzione tecnologica.

Inoltre, trattandosi di impianti e serbatoi posizionati a terra nelle aree portuali, diventa ancora più pressante l'osservanza dell'ampia normativa esistente in tema di installazioni ed equipaggiamenti per il GNL. In particolare, gli enti pubblici locali, nonché l'Autorità Portuale, possono disporre specifici regolamenti per garantire la sicurezza delle operazioni e l'incolumità delle comunità locali.

Dal punto di vista operativo, la configurazione PTS è caratterizzata da una forte rigidità. Nella fattispecie, non è possibile compiere operazioni simultanee di carico/scarico merci e/o passeggeri mentre la nave sta effettuando rifornimento. Inoltre l'investimento sopportato inizialmente definisce la dimensione dell'offerta che difficilmente può essere modificata senza forti modifiche. In tal senso, la stazione di bunkering sarà in grado di rifornire specifiche tipologie di navi.

La Figura 19 **Figura 19** riporta i dati sintetici dell'analisi SWOT relativa alla configurazione PTS. Nella fattispecie, sotto il profilo degli investimenti iniziali e dei costi di manutenzione, detta tecnologia presenta diversi punti di debolezza, come riportato nel quadrante *weaknesses*.

Per quanto invece attiene all'efficienza delle operazioni e alla capacità dell'impianto, la soluzione Port-to-Ship consente di gestire elevati volumi di GNL che possono essere rapidamente trasferiti alle navi ormeggiate in banchina mediante tubature fisse.

Tuttavia, tali infrastrutture necessitano di specifici requisiti sotto il profilo tecnico e della sicurezza che si configurano come minacce nell'analisi SWOT condotta.

Figura 19. Analisi SWOT della configurazione PTS

| Strengths | Weaknesses |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevata capacità di stoccaggio ▪ Velocità del rifornimento | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Forti investimenti iniziali ▪ Elevati costi di manutenzione ▪ Rigidità operativa ▪ Occupazione delle aree portuali |
| Opportunities | Threats |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rifornimento costante e regolare per navi di linea ▪ Collegamento diretto con metanodotti ad impianti dell'entroterra (approvvigionamento rapido) ▪ Flessibilità dei volumi gestiti | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Esternalità negative sul territorio circostante ▪ Regolamenti fortemente restrittivi in tema di sicurezza ▪ Accessibilità del porto e del terminal |

Fonte: ns elaborazione

4.4. Configurazione Mobile Fuel Tanks

La configurazione tecnologica “*Mobile Fuel Tank*” prevede l’impiego di serbatoi mobili per il rifornimento di GNL. Si tratta di cisterne o ISO-container criogenici con isolamento a doppia parete o in poliuretano a parete singola, utilizzati come deposito temporaneo di carburante: al manifestarsi della domanda tali serbatoi sono trasportati sulle banchine del porto per effettuare il rifornimento delle navi (Wärtsilä, 2019).

La particolarità di questa configurazione consiste nella possibilità di movimentare i *fuel tank* da un luogo a un altro, mediante il ricorso a semplici mezzi meccanici, ralle o camion. Pertanto, la soluzione di tipo “*Mobile Fuel Tank*” si configura come una soluzione molto flessibile sul piano operativo poiché permette di modulare rapidamente l’offerta in base alla domanda di GNL manifestata. Tuttavia, i volumi di carburante gestiti sono piuttosto ridotti in quanto legati alla limitata capacità dei singoli serbatoi utilizzati per il bunkering, circa 40-45 m³ per gli ISO LNG Containers da 40 piedi. In questa prospettiva, la quantità di GNL che la suddetta configurazione consente di gestire dipende dal numero di cisterne movimentate ed impiegate per ogni singolo servizio di bunkering. Ciò implica che la soluzione con mobile fuel tank sia più adatta nel caso di piccoli rifornimenti, sebbene la scalabilità della tecnologia consenta di soddisfare anche una maggiore domanda, avvalendosi di un numero crescente di serbatoi. Al riguardo, occorre fin da subito considerare il costo del trasporto delle cisterne, che dipende fortemente dal mezzo prescelto, ossia camion, convogli ferroviari o navi cargo.

TDI RETE-GNL

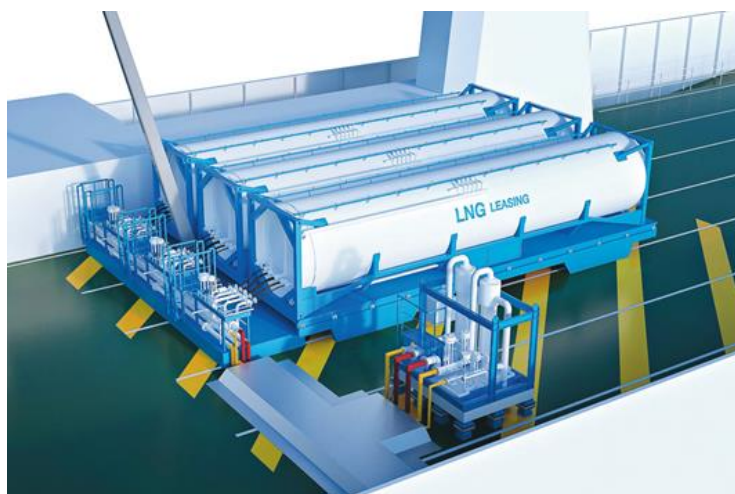
Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

Una volta che il serbatoio GNL giunge sulla banchina, in prossimità della nave, le operazioni di bunkering sono effettuate attraverso un tubo coibentato che connette il serbatoio alle cisterne della nave. Le procedure risultano simili a quelle già analizzate per la configurazione TTS. In questo caso, in particolare, gli ISO containers sono tendenzialmente già equipaggiati per effettuare il collegamento e pompare il carburante nei serbatoi della nave (Figura 19).

Wartsila ha proposto un nuovo sistema che consente alle navi di caricare a bordo l'ISO container ed utilizzarlo direttamente come serbatoio per alimentare la propulsione della nave. Questa soluzione appare particolarmente vantaggiosa quando la nave dispone di spazio sufficiente a bordo per ospitare l'ISO container in quanto si riducono fortemente i tempi per il bunkeraggio.

Figura 20. Rifornimento di GNL secondo configurazione mobile fuel tank



Fonte: <https://www.wartsila.com>

Strengths

In generale la soluzione con Mobile Fuel Tank è caratterizzata da diversi punti di forza. In primo luogo, permette, laddove consentito, lo svolgimento simultaneo di altre attività operative (Simultaneous Operations – SIMOPs²⁹). Ciò significa che durante il rifornimento, la nave può effettuare il carico/scarico di passeggeri e/o merci, rendendo detta configurazione fortemente attrattiva per i traghetti, le navi da crociera e le navi portacontainer.

Inoltre, come precedentemente anticipato, si tratta di una soluzione particolarmente flessibile sotto il profilo operativo, dal momento che favorisce la capillarità e semplicità della

²⁹ Con il termine *simultaneous operations* (SIMOPs) si fa riferimento alla possibilità di effettuare le procedure di rifornimento di GNL della nave simultaneamente alle attività operative di carico/scarico merci e/o di imbarco/sbarco passeggeri (Stavros, 2015). Tala condizione consente all'armatore di ridurre le tempistiche richieste per l'espletamento delle operazioni di *handling* in porto e quindi i relativi costi operativi complessivamente sostenuti.

distribuzione. Un ulteriore punto di forza di questa configurazione consiste nei bassi investimenti iniziali richiesti per l'acquisto delle attrezzature necessarie per completare il rifornimento delle navi. Le cisterne mobili e gli ISO-container possono inoltre essere impiegate per finalità differenti rispetto al bunkering di GNL, eliminando di conseguenza il rischio di potenziali *sunk cost*.

Weaknesses

Dal punto di vista delle criticità, il Mobile Fuel Tank presenta profili analoghi alla configurazione TTS. In particolare, appare evidente il limite legato alla capacità dei serbatoi impiegati per il rifornimento, il quale rende detta soluzione poco adatta a rifornire navi di grandi dimensioni, tenuto conto, inoltre, della bassa velocità di trasferimento del carburante.

Dal punto di vista operativo, sussistono ulteriori problematiche legate al mantenimento in temperatura del GNL negli ISO container al fine di evitare perdite di carburante. Ciascuna movimentazione delle cisterne comporta infatti che le stesse siano continuamente scollegate e ricollegate alla corrente elettrica, determinando problemi da punto di vista tecnico e della sicurezza. Con riferimento ai profili della sicurezza, devono essere predisposte specifiche procedure volte a limitare le criticità connesse al sollevamento ed alla movimentazione degli ISO container criogenici di GNL, nonché alla circolazione ed allo stazionamento in porto dei mezzi adibiti al trasporto di suddetti serbatoi.

Figura 21. Analisi SWOT della configurazione mobile fuel tanks

| Strengths | Weaknesses |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flessibilità operativa ▪ Possibilità di movimentare il serbatoio all'interno dell'area portuale ▪ Possibilità di caricare direttamente l'ISO container a bordo nave ▪ Contenuti investimenti iniziali | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitata capacità dei serbatoi ▪ Limitata velocità di trasferimento del combustibile ▪ Necessità di connessione alla rete elettrica |
| Opportunities | Threats |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Scalabilità del sistema ▪ Possibilità di sopperire a domande spot ▪ Possibilità di effettuare SIMOPS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rischi connessi alla movimentazione del serbatoio in porto ▪ Definizione di aree di sosta per i mezzi di trasporto |

Fonte: ns elaborazione

La matrice di sintesi dell'analisi SWOT per la configurazione mobile fuel tank (Figura 21) evidenzia tra i punti di forza e le opportunità la scalabilità dei servizi di bunkering associata a suddetta tecnologia, la quale consente di modulare rapidamente la capacità di offerta sulla base della domanda di GNL manifestata. Il mobile fuel tank è altresì caratterizzato da un'elevata flessibilità operativa e da bassi investimenti iniziali, dal momento che non è necessaria la predisposizione di impianti specifici per le operazioni di bunkering di GNL. Fra gli elementi di debolezza si denota invece la bassa capacità complessiva di suddetta configurazione, la quale dipende dal numero e dalla dimensione degli ISO container disponibili/impiegati (la capacità volumetrica media degli ISO container per il GNL da 40 piedi è di circa 40-45 m³). Infine, si rilevano delle evidenti criticità sotto il profilo della sicurezza (inserite nel quadrante delle *threats*) dovute alla pericolosità connessa alla movimentazione dei container all'interno delle aree portuali.

4.5. Benchmarking e confronto tra configurazioni alternative

A valle delle considerazioni pocanzi richiamate è possibile quindi fornire un quadro di sintesi indicante per le diverse configurazioni tecnologiche impiegabili nell'ambito del bunkering di GNL i principali benefici e le criticità che possono emergere sotto il profilo operativo e della pericolosità delle operations nonché i tipici ambiti di applicazione portuale.

Tabella 4 Benchmarking e confronto tra le configurazioni tecnologiche per il bunkering di GNL

| | Configurazione Truck to Ship [TTS] | Configurazione Ship to Ship [STS] | Configurazione Port o Terminal to Ship [PTS] | Configurazione Mobile fuel tanks |
|--|---|--|--|--|
| <i>Volumi di GNL</i> | Inferiori a 200 m ³ | Compresi tra 1.000 e 10.000 m ³ | Nessun limite in termini di volumi | Compresi tra 20 e 50 m ³ per unità |
| <i>Velocità delle operazioni di bunkering</i> | Bassa | Media | Alta | Medio-Alta |
| <i>Portata caratteristica di trasferimento</i> | 50 m ³ /h | 1000 m ³ /h | 2000 m ³ /h | 50 m ³ /h |
| <i>Vantaggi</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Elevata flessibilità operativa; - Assenza di investimenti infrastrutturali; - Basso investimento iniziale; - Reversibilità | <ul style="list-style-type: none"> - Possibilità di effettuare SIMOPs (turn-around times ridotti); - Assenza di impiego di spazi portuali dedicati; - Flessibilità nella localizzazione e nei volumi. | <ul style="list-style-type: none"> - Tempistiche di bunkering molto contenute; - Flessibilità nei volumi gestiti; - Modularità nella definizione della capacità complessiva della stazione di bunkering | <ul style="list-style-type: none"> - Semplicità distributiva; - Assenza di investimenti infrastrutturali dedicati; - Basso investimento iniziale; - Le navi non devono navigare sino a una specifica localizzazione nel porto. |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| <p><i>Svantaggi</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - Velocità e portata del rifornimento molto limitate; - Capacità di stoccaggio contenuta; - Rischi connessi all'assenza di personale tecnico specializzato; - Elevati costi di trasporto per m³ di GNL; - Presenza di truck in banchina con conseguente incremento dei rischi per le persone e le merci. | <ul style="list-style-type: none"> - Elevati investimenti in navi e chiatte per il rifornimento; - Costi operativi superiori a altre soluzioni tecniche; - Aumento del rischio connesso a collisioni tra navi e incidenti; - Maggiore complessità nella gestione delle operazioni di bunkering. | <ul style="list-style-type: none"> - Obbligo per le navi di raggiungere una specifica location nel porto; - Impossibilità di svolgere SIMOPs (allungamento delle tempistiche di turn-around); - Elevati investimenti in dotazioni infrastrutturali e attrezzature; - Occupazione di ampi spazi portuali. | <ul style="list-style-type: none"> - Ridotta capacità di stoccaggio per singolo tank; - Riduzione della capacità di carico a uso commerciale della nave rifornita; - Maggiore pericolosità delle operazioni connesse al sollevamento dei serbatoi; - Necessità di avere gru di carico (in banchina o in dotazione alla nave da rifornire). |
| <p><i>Applicazioni in ambito portuale</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> - Localizzazioni contraddistinte da bassa frequenza di bunkering di GNL; - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti con molteplici terminal che richiedano l'assegnazione di aree per il bunkering; - Porti non serviti dalla rete di rifornimento. | <ul style="list-style-type: none"> - Porti con traffico misto (inland e seagoing ships); - Porti caratterizzati da ampi specchi acquei; - Porti non particolarmente soggetti a condizioni meteo avverse | <ul style="list-style-type: none"> - Porti di medie o grandi dimensioni; - Porti caratterizzati da elevata frequenza di operazioni di bunkering di GNL; - Porti caratterizzati da domanda di GNL stabile o facilmente prevedibile. | <ul style="list-style-type: none"> - Start up delle attività di bunkering di GNL; - Porti ove transitano numerose portacontainer. |

Fonte: AMP Solutions, 2017.

Alla luce dall'analisi condotta e dei risultati sinteticamente riportati nella Tabella 4, risulta evidente come la scelta della configurazione tecnologica più idonea a soddisfare le specifiche esigenze dei porti dell'area obiettivo dipenda fortemente da una molteplicità di elementi relativi a fattori endogeni della tecnologia e fattori esogeni relativi al contesto nel quale il porto si inserisce.

L'impiego dell'analisi SWOT, essendo basata sulla valutazione dei profili endogeni ed esogeni, consente pertanto di mettere a punto uno strumento volto a sistematizzare il procedimento di definizione della configurazione di bunkering di GNL più appropriata al caso di volta in volta esaminato.

5. Applicazione dell'analisi SWOT a specifici business cases

L'approccio metodologico proposto e sviluppato nelle pagine precedenti può essere utilmente impiegato dai policy maker e dai diversi soggetti decisori nell'ambito dell'adozione di scelte connesse alla pianificazione e alla programmazione degli investimenti relativi a impianti di bunkering e stoccaggio di GNL nei porti dell'Area di Programma.

In particolare, l'analisi SWOT può costituire una metodologia efficace al fine di effettuare una prima valutazione in merito alla scelta di una specifica soluzione tecnologica per il bunkering di GNL o in merito alla connessa scelta di micro-localizzazione dei relativi impianti all'interno di una specifica area portuale.

A questo scopo, pertanto, nella prosecuzione delle attività di cui al Progetto, si procederà a condividere il Prodotto con gli stakeholder rilevanti e a proporre agli stakeholder medesimi l'impiego di questo approccio come strumento manageriale a supporto delle decisioni.

A titolo esemplificativo, nel proseguo, si evidenzia in che modo l'analisi SWOT potrebbe essere impiegata dalla AdSP o dalla Port Authority competente al fine di selezionare uno specifico investimento in bunkering/stoccaggio di GNL nell'ambito di diverse ipotesi progettuali, o preferire una certa ubicazione delle rispettive facilities, rispetto alle altre soluzioni localizzative possibili.

La realtà portuale di Genova e Savona si presenta alquanto complessa sia per la carenza di aree libere a terra destinabili allo stoccaggio di GNL e agli impianti di bunkering, sia per i numerosi vincoli pianificatori, urbanistici e di sicurezza che debbono essere considerati nell'ambito di processi decisionali volti all'insediamento di attività operative con un profilo di rischio non trascurabile.

Negli ultimi anni, in ragione dei trend a livello internazionale che hanno assistito al proliferare di investimenti in naviglio alimentato a GNL, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale ha iniziato a valutare la fattibilità di alcune soluzioni tecnologiche per assicurare l'installazione di impianti di bunkering navale presso uno degli scali gestiti dall'amministrazione.

A livello tecnologico due sembrano le soluzioni ad oggi potenzialmente perseguibili: gli impianti di stoccaggio Small Scale con relativa attività di bunkering effettuata tramite bettoline ovvero l'utilizzo di impianti GNL su chiatta galleggiante ormeggiata in porto.

La prima soluzione, certamente più "tradizionale", necessita l'individuazione di un'area a terra di alcune decine di migliaia di metri quadrati, nel rispetto dei vincoli di compatibilità urbanistica, di destinazione d'uso e di sicurezza in relazione ai vicini compendi concessori nonché alle aree urbane al di fuori degli spazi demaniali. Inoltre, la necessità di approvvigionare i depositi via mare impone la presenza di una banchina limitrofa (o meglio ancora adiacente) alle aree di stoccaggio al fine di minimizzare il trasporto via pipeline criogenica. Quest'ultima, come noto, risulta particolarmente onerosa sia in termini di

investimenti iniziali (CAPEX) sia in termine di costi operativi e manutentivi (OPEX). La banchina deve disporre di pescaggio sufficiente per l'attracco delle navi metaniere (il pescaggio richiesto è piuttosto modesto) e soprattutto non deve presentare vincoli di accessibilità nautica né compromettere la sicurezza della navigazione per le altre navi. La soluzione small scale a terra, al fine di essere maggiormente competitiva e intercettare altri segmenti di domanda, dovrebbe anche disporre di una buona accessibilità lato terra sia per la realizzazione di impianti di rifornimento a GNL per i camion. La possibilità di servire anche il traffico camion (oltre alle navi a GNL) potrebbe consentire, soprattutto nella fase di start-up della facility, di accrescere il coefficiente di utilizzo dell'impianto e velocizzare il recupero del capitale investito.

La seconda soluzione, quella della chiatta galleggiante ormeggiata nel porto, presenta analogie con quella small scale in relazione ai volumi di stoccaggio disponibili e agli ingombri verticali degli impianti, ma si presenta sostanzialmente diversa per quanto attiene alle criticità nella definizione delle aree a terra. La possibilità di utilizzare spazi su una chiatta di fatto esclude le criticità derivanti dall'installazione di impianti di stoccaggio a terra (carenza di spazi, vincoli di sicurezza, vicinanza delle abitazioni, incompatibilità con la destinazione d'uso di compendi adiacenti, etc.). Ciò costituisce un grande vantaggio potenziale di questa soluzione, specialmente in relazione a porti con caratteristiche di spazi simili a quelli liguri. Questa soluzione si presenta flessibile anche in relazione alla scelta del punto di ancoraggio che potrà essere definito minimizzando le criticità operative e di sicurezza per la navigazione interna al porto (preservando l'ampiezza dei principali bacini di evoluzione disponibili, etc.). Accanto alla soluzione tradizione di ormeggio "a terra" presso una banchina, la chiatta potrebbe essere localizzata, ad esempio, presso punti ormeggio in adiacenza alla diga foranea.

Accanto alle sopraccitate soluzioni tecnologiche esiste anche l'opzione dell'impianto di rigassificazione, a cui associare attività di stoccaggio e rifornimento navale. In merito agli scali di Genova e Savona questa soluzione non è presa in seria considerazione dall'Amministrazione in quanto mancano sia le condizioni operative (carenza di spazi adeguati, incompatibilità urbanistiche, etc.) per consentire l'insediamento di un impianto di tali dimensioni e complessità, sia, soprattutto, sembrano mancare le condizioni di mercato in ragione della presenza dell'impianto di Panigaglia nel vicino porto della Spezia e dell'OLT localizzato in mare aperto a 25 km dallo scalo di Livorno.

Alla luce delle caratteristiche demaniali e del contesto urbano relativi agli scali gestiti dall'AdSP del Mar Ligure Occidentale, le principali criticità e complessità che debbono essere considerate nell'ambito delle scelte tecnologico-produttive e localizzative degli impianti a GNL sono riconducibili a:

- a) consumo di spazi a terra per le attività di stoccaggio (e.g., dimensione in mq, conformazione del layout, etc.) e volumetrie degli impianti di stoccaggio (e.g., cubature, numero di depositi, ingombri verticali, etc.)

- b) ampiezza delle aree di banchina che si rendono necessarie per l’approvvigionamento degli impianti di stoccaggio e complessità dei collegamenti con le aree di stoccaggio tramite pipeline criogeniche (le quali sono estremamente costose)
- c) vincoli di accessibilità nautica imposti dalla presenza di navi metaniere all’ormeggio e/o in manovra in aree del porto dotate di specchi acquei di modesta ampiezza (e.g., bacini di evoluzione, canale del bacino di Sampierdarena, etc.)
- d) vincoli demaniali, urbanistici e di sicurezza derivanti dall’insediamento delle suddette attività. La vicinanza delle abitazioni in relazione a pressoché tutte le aree commerciali degli scali in oggetto rende particolarmente difficile identificare aree idonee. Analogamente, l’insediamento di impianti di stoccaggio GNL in adiacenza ad attività portuali con elevata presenza di manodopera stabile (e.g., cantieristica, terminal container) può costituire una criticità non facilmente superabile (cfr. le cosiddette “curve di rischio”)
- e) una parte piuttosto ampia dello scalo di Sampierdarena è interessata dai vincoli del cono aereo del vicino aeroporto Cristoforo Colombo. Alla luce di ciò sussistono vincoli legati sia agli ingombri verticali degli impianti di stoccaggio sia alla vicinanza fisica dei punti di stoccaggio (e di ormeggio delle navi metaniere).

Negli ultimi anni sono state oggetto di valutazione da parte dell’AdSP diverse soluzioni insediative le quali tuttavia presentano tutte alcune criticità e, in diversi casi, affatto trascurabili. In estrema sintesi, e senza alcuna pretesa di esaustività, si evidenziano le seguenti soluzioni di localizzazione, con alcune delle principali criticità emerse:

- i) aree di stoccaggio in prossimità della Lanterna, tra le aree del Terminal Spinelli e dell’ex terminal rinfuse (criticità: vicinanza dalle abitazioni, complessità demaniale dell’area vicina alle attività container, limitati spazi per approdo delle navi)
- ii) aree di stoccaggio in prossimità di calata Olii Minerali e del nuovo terminal Bettolo (criticità: limitati spazi di stoccaggio e criticità per manovre delle navi all’interno dell’antistante bacino di evoluzione)
- iii) aree di stoccaggio all’interno delle aree ex-ILVA a Cornigliano (criticità: carenza di spazi per attracco delle navi, difficoltà di ottenere spazi a terra dal nuovo gestore delle aree ex-ILVA, vicinanza non trascurabile dal cono aereo dell’aeroporto)
- iv) aree di stoccaggio su un piazzale da ricavarsi all’interno dell’attuale diga davanti alla foce del torrente Polcevera (criticità: possibili criticità in ragione della vicinanza del cono aereo ma rischi minori rispetto a soluzione iii), difficoltà di erogare servizi di bunkering a terra per camion)
- v) aree di stoccaggio nell’ambito del compendio del Porto Petroli a Multedo (criticità: promiscuità con le attività di importazione di petrolio e derivati, adiacenza operativa con l’attività cantieristica, vicinanza alle abitazioni di Multedo e Pegli con conseguenti

TDI RETE-GNL

Prodotto T1.1.2: “SWOT Analysis delle opzioni tecnologiche per il bunkering di GNL nei porti”

Contributo partner di progetto

problemi urbanistici e di legittimazione nei confronti degli stakeholders, difficoltà di identificare spazi di stoccaggi e approdo adeguati anche in ragione dell'evoluzione progettuale del cosiddetto “Ribaltamento a Mare” di Fincantieri)

- vi) aree di stoccaggio in radice della diga foranea a protezione del terminal Reefer di Vado Ligure (criticità: minore interesse sollevato rispetto alle altre opzioni, forse in ragione dell'eccentricità della localizzazione rispetto ai fabbisogni allo scalo genovese)

Alcune delle soluzioni di cui sopra (in particolare, ii), iii) e iv)), possono contemplare l'opzione tecnologica su chiatta galleggiante, in luogo del tradizionale stoccaggio small scale.

Come emerge dai brevi cenni ad un esempio empirico di applicazione dell'analisi SWOT nel contesto delle soluzioni di bunkering/stoccaggio di GNL (nell'ambito dei porti di Genova e di Savona), l'applicazione e la diffusione di questo metodo di lavoro può costituire uno strumento di notevole utilità per almeno due tipologie di gruppi target previsti nel Progetto TDI RETE-GNL, ovvero:

- **Organismi pubblici:** Regione Liguria, Comune, Città, Metropolitana, VVFF, Capitaneria;
- **Organismi di diritto pubblico:** AdSP e Port Authority

In particolare, nel prosieguo del progetto si condividerà il prodotto con il Rappresentante degli stakeholder nel CdP di TDI RETE-GNL (Dott. Giuseppe Canepa – AdSP del Mar Ligure Occidentale) e si chiederà al medesimo di provare ad applicare la metodologia proposta alle diverse ipotesi progettuali allo studio con riferimento al contesto di competenza della AdSP. Parimenti, a ciascuno dei partner di progetto (P2, P3, P4, P5) verrà chiesto di individuare un business case rilevante ai fini dello studio.

Detti avanzamenti di ricerca, infatti, verranno inseriti, coerentemente rispetto a quanto già previsto a Formulario, nei prodotti T.1.1.1 e T.1.1.3 che saranno in scadenza nel terzo periodo.

Bibliografia

ABS - American Bureau Of Shipping (2014). Bunkering of liquefied Natural Gas fueled Marin Vessel in North America.

Arnet, N. M. L. (2014). *LNG Bunkering Operations: Establish probabilistic safety distances for LNG bunkering operations*(Master's thesis, Institutt for energi-og prosessteknikk).

Cassar, M. P. (2017). LNG as a marine fuel in Malta: case study: regulatory analysis and potential scenarios for LNG bunkering infrastructure.

Clean Baltic Sea Shipping – European Project (2013). Bunkering of ships that use liquefied natural gas

Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). *A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature*. Journal of management studies, 47(6), 1154-1191.

DNV GL (2016). LNG fuelled vessels, Ship list – Vessels in operation and vessels on order.

DNV-GL (2015). Development and operation of liquefied natural gas bunkering facilities.

DNV-GL (2015). LNG as ship fuel.

DNV-GL (2017). LNG safety.

DNV-GL (2018 a). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.

DNV-GL (2018 b). Confirmed LNG newbuildings and retrofits for ships.

DNV-GL Maritime (2018). Alternative Fuels and Technologies for Greener Shipping – Summary of an assessment of selected alternative fuels and technologies.

EMSA (2018). Guidelines of LNG bunkering system.

Grea, S. (2000). *Dentro la crescita dell'impresa. Le analisi SWOT e PAR* (Vol. 81). FrancoAngeli.

International Maritime Organisation (2014). Third IMO Greenhouse Gas Study.

Kunreuther, H. C., Linnerooth, J., Lathrop, J., Atz, H., Macgill, S., Mandl, C., ... & Thompson, M. (2012). *Risk analysis and decision processes: the siting of liquefied energy gas facilities in four countries*. Springer Science & Business Media.

Kyvik, O., & Gjosaeter, A. S. (2017). Environmentally sustainable innovations in offshore shipping: A comparative case study. Journal of Innovation Management, 5(1), 105-131.

Leigh, D., & Pershing, A. J. (2006). SWOT analysis. *The handbook of human performance technology*, 1089-1108.

MarTech LNG - Marine Competence, Technology and Knowledge Transfer for LNG (Liquid Natural Gas) in the South Baltic Sea Region, European Project (2014).

McGuire, G., & White, B. (2016). *Liquefied gas handling principles on ships and in terminals*, 4th Edition.

Mokhatab, S., Mak, J. Y., Valappil, J. V., & Wood, D. A. (2013). *Handbook of liquefied natural gas*. Gulf Professional Publishing.

Pickton, D. W., & Wright, S. (1998). What's swot in strategic analysis?. *Strategic change*, 7(2), 101-109.

Piercy, N., & Giles, W. (1989). Making SWOT analysis work. *Marketing Intelligence & Planning*, 7(5/6), 5-7.

Stavros N. (2015). *Technological Guidance on LNG Bunker Vessels & Barges*. ABS - American Bureau Of Shipping.

Sutton, J. (1991). *Sunk costs and market structure: Price competition, advertising, and the evolution of concentration*. MIT press.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.