

Proponente



IONIO FUEL S.r.l.  
Riviera di Chiaia, 276 - 80121 NAPOLI



# DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE PER IL GNL (Gas Naturale Liquefatto) nel Comune di Crotona area industriale CO.R.A.P. "Ionio Fuel - Crotona LNG"

Società di Ingegneria incaricata  
per la progettazione



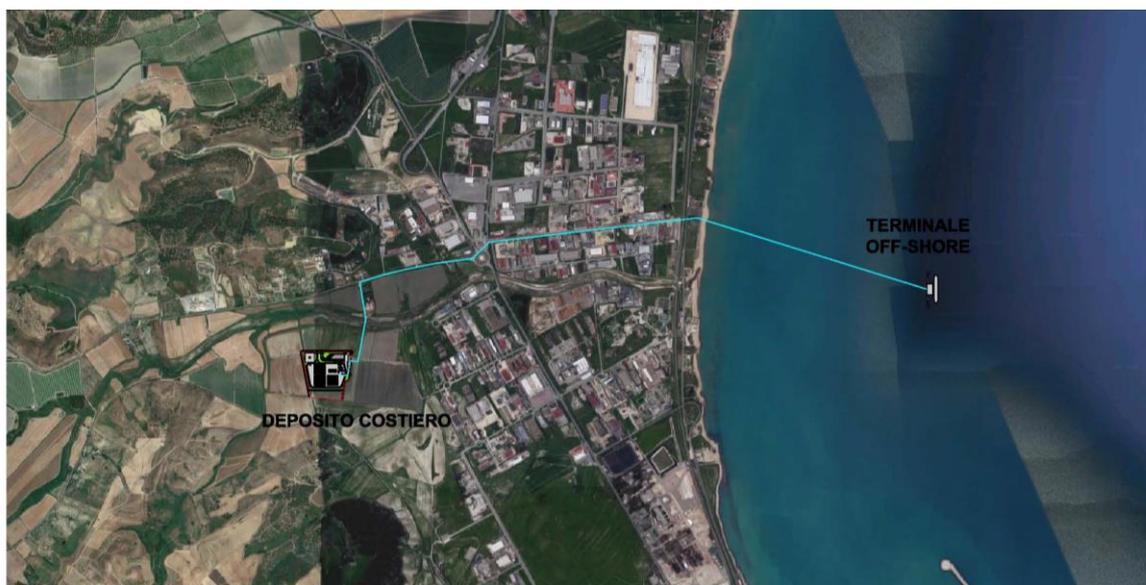
LASTPROJECT

LAST PROJECT S.R.L.

Sede legale ed uffici:

80121 Napoli (NA) – Riviera di Chiaia n.°276  
Tel +39 081 0607954 – Fax +39 081 19361324  
P.IVA: 07557711210

DEPOSITO COSTIERO DI RIGASSIFICAZIONE DI GNL DA  
20.000 MC NEL COMUNE DI CROTONE IN ZONA INDUSTRIALE CO.R.A.P.  
PROVINCIA DI CROTONE



People, Skills, Equipment.

Saipem S.p.A.



Festa S.p.A.



CORPORATE FINANCE

Molino Facchinelli Zerbini & Partners S.r.l.



ICARO S.r.l.

Gruppo di lavoro Last Project S.r.l.

**Studio di Impatto Ambientale**

Arch. Maddalena Proto

**Opere Antincendio**

Arch. Luigi Vartuli

**Opere Strutturali**

Ing. Alfredo Stompanato

**Sicurezza Cantieri**

Arch. Rosa Vartuli

**Opere Civili**

Arch. Maddalena Proto

Arch. Luigi Vartuli

Consulenze specialistiche

**Ingegneria Gestionale**

Dott. Ing. Valentina Vartuli

**Studio di fattibilità**

Dott. Luca Lamagna

**Geologia e Geotecnica**

Geol. Alessandro Amato

**Opere Idrauliche**

Ing. Giovanni Bruno

**Studio di Impatto acustico ed elettromagnetico**

Ing. Carmine Iandolo

**Rapporto preliminare di sicurezza**

ICARO S.r.l.

## DIMENSIONAMENTO TORCIA – VERIFICA DISPERSIONI E IRRAGIAMENTI

01- ELABORATI TECNICI E SPECIALISTICI

NOME FILE

P.01\_ES\_19\_TOR\_R01

Progetto Definitivo

FORMATO

CODICE ELAB

P 01 ES 19 TOR R01

REV. B

A4

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Aggiornamento del Progetto Definitivo a seguito delle osservazioni del C.T.R. di Catanzaro - IV <sup>a</sup> integrazione del 30/06/2020 di cui al prot. 5233/2020 COM-KR-Comando Provinciale VVF Crotona	Febbraio 2021			

**INDICE**

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1. INTRODUZIONE.....	3
<b>2. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. UBICAZIONE TERRITORIALE DELL’IMPIANTO</b> .....	<b>6</b>
<b>4. DATI DI INPUT</b> .....	<b>11</b>
4.1. DATI DI BASE PER LA DEFINIZIONE DEL SISTEMA TORCIA.....	11
4.2. DATI METEO DI RIFERIMENTO.....	12
4.3. INDICAZIONI DELLA NORMA DI RIFERIMENTO UNI EN 1473.....	12
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
5.1. CALCOLO DEGLI IRRAGGIAMENTI.....	14
5.2. CALCOLO DELLE DISPERSIONI.....	15
<b>6. RISULTATI</b> .....	<b>15</b>
6.1. IRRAGGIAMENTI.....	15
6.1.1. SOFTWARE FLARE.....	15
6.1.1.1. Irraggiamento a livello del suolo (0 metri).....	16
6.1.1.2. Irraggiamento a 2 metri (altezza uomo).....	17
6.1.1.3. Irraggiamento a 7 metri (altezza serbatoio).....	18
6.1.2. SOFTWARE PHAST.....	18
6.1.2.1. Irraggiamento a livello del suolo (0 metri).....	19
6.1.2.2. Irraggiamento a 2 metri (altezza uomo).....	20
6.1.2.3. Irraggiamento a 7 metri (altezza serbatoio S-218).....	21
6.2. CONFRONTO DEI RISULTATI DEI SOFTWARE FLARE E PHAST.....	21
6.3. DISPERSIONI.....	22
<b>7. CONCLUSIONI</b> .....	<b>24</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1. INTRODUZIONE

Il mercato energetico globale sta attraversando una fase di profondi cambiamenti, dovuti in particolare all'aumento di attenzione da parte della comunità internazionale, nei confronti dell'efficienza energetica.

Tale tendenza traspare chiaramente da alcune scelte operate in tempi recenti dalle maggiori potenze industriali, quali il ridimensionamento dell'utilizzo dell'energia nucleare in Giappone ed il ripensamento della Cina in merito all'utilizzo del carbone come combustibile nella produzione di energia elettrica a causa dei seri problemi ecologici legati alle emissioni di CO<sub>2</sub>. Dall'inizio del XXI secolo il mondo dell'energia sta vivendo delle radicali trasformazioni che ne stanno alterando profondamente struttura e dinamiche: l'avvento delle fonti rinnovabili, il progressivo abbandono del carbone, il declino del petrolio o la crescita esponenziale del gas naturale sono solo alcuni dei fenomeni che stanno interessando il settore energy.

La mappa geopolitica dell'energia, infatti, sta mutando per effetto:

- del sostanziale incremento della produzione di petrolio e gas naturale in America settentrionale;
- del ripensamento circa il contributo della produzione di elettricità da fonte nucleare che, a seguito dell'incidente di Fukushima, interessa numerosi Paesi;
- dello sviluppo sempre più consistente delle fonti energetiche alternative e, in particolare, dell'eolico e del solare fotovoltaico;
- del contributo crescente del gas naturale come input energetico, anche per effetto delle scoperte di ingenti riserve non convenzionali (shale gas).

Questi fattori, unitamente alla sempre maggior attenzione della comunità internazionale ai temi dell'efficienza energetica, potrebbero realmente tradursi in un mutamento strutturale del sistema.

Il GNL sta diventando ormai un'alternativa sempre più diffusa ai carburanti tradizionali per le navi e anche per i mezzi stradali pesanti, una tendenza favorita dalle nuove norme della Convenzione Internazionale MARPOL (Annesso VI) dell'International Maritime Organization (IMO), che obbligano ad utilizzare a livello mondiale carburanti navali con un contenuto di zolfo inferiore allo 0,5 % m/m (massa per massa). Lo scopo è quello di migliorare la qualità dell'aria e diminuire drasticamente l'inquinamento ambientale prodotto dalle navi commerciali che oggi utilizzano combustibile con tenore di zolfo al 3,5%.

Premesso che, all'attuale stato dell'arte mondiale, la domanda e il consumo di LNG è in crescita, è opportuno quindi che il mercato italiano del LNG spinga in modo deciso nella direzione di incrementare la disponibilità di LNG sul territorio nazionale anche come soluzione per migliorare l'impatto ambientale dei mezzi pesanti su gomma e via mare. È conveniente ricordare che a partire dal 1° gennaio 2020 il settore dello shipping è stato obbligato ad affrontare l'introduzione di una ancor più severa limitazione del tenore di zolfo nei combustibili navali il cui limite è stato ridotto su scala mondiale a non più dello 0,5%. A tal proposito, gli armatori sono stati portati dalla normativa ad assumere decisioni importanti in termini di investimenti nel nuovo naviglio e nelle tecnologie a servizio della propulsione navale. Dati statistici relativi al 2019 mostrano

..

che, a livello internazionale, sono già operative oltre 170 navi a propulsione GNL (escluse le metaniere), e due tra le maggiori compagnie crocieristiche, MSC e Costa Crociere, hanno iniziato a dirottare i loro ordini verso le navi a LNG, di cui le prime navigano già nel Mediterraneo. Alla luce di queste trasformazioni, nell'arco dei prossimi anni, nei porti italiani crescerà la richiesta di approvvigionamento di navi, di dimensioni sempre maggiori, alimentate a LNG: una sfida che viene proposta al nostro sistema portuale e logistico. Attualmente, per assenza di punti di approvvigionamento di LNG nei nostri porti, il nostro Paese è decisamente rimasto indietro rispetto al Nord Europa nell'offerta infrastrutturale dei depositi per lo stoccaggio e rifornimento di LNG. In tale ottica gli investimenti sulle infrastrutture dovranno essere strategici e mirati su infrastrutture necessarie per il fabbisogno nazionale, con un piano che tenga in considerazione il ciclo di vita della flotta armatoriale attualmente in esercizio nonché l'evoluzione del sistema navale e logistico integrato, ferrovia e gomma. Proprio il trasporto merci su gomma e quindi il mondo dell'autotrasporto si inseriscono a pieno titolo nella filiera potenzialmente interessata dal LNG.

La società IONIO FUEL S.r.l. intende realizzare all'interno dell'area industriale di Crotona, un Deposito costiero LNG (Liquefied Natural Gas) da 20.000 mc. Il progetto prevederà l'implementazione di una filiera per il trasporto del gas naturale liquido (GNL) a mezzo di navi metaniere sino al Deposito di ricezione per lo stoccaggio, e la successiva distribuzione mediante l'utilizzo di autocisterne e di imbarcazioni (LNG tankers). Il Deposito costiero di IONIO FUEL sarà caratterizzato da un Terminale di ricezione GNL Off- Shore per la connessione e lo scarico del GNL dalle navi metaniere, un complesso di tubazioni criogeniche per il trasporto del fluido sia nella zona d'impianto (area industriale C.O.R.A.P. della Provincia di Crotona) sia in quella Off-Shore (localizzata a circa 1,8 Km dalla costa) e un sistema di stoccaggio (18 serbatoi criogenici da 1.226 mc), pompaggio (9 gruppi di pompaggio) e rigassificazione (40 vaporizzatori ad aria ambiente (AAV) con capacità pari a 5.000 mc/h) di una parte del GNL stoccato, più una stazione per il filtraggio, la misura e l'odorizzazione del gas naturale per l'immissione nelle reti di trasporto.

Attraverso le baie di carico per le autocisterne si potrà trasportare il GNL su gomma sul territorio o rifornire le navi, attuando così le direttive europee sull'utilizzo del GNL come combustibile per le imbarcazioni.

L'impianto nasce con l'obiettivo di fornire un carburante a basso impatto ambientale quale metano inteso come carburante per il trasporto navale e commerciale.

L'opera prevede la realizzazione degli interventi infrastrutturali e impiantistici necessari a: consentire l'attracco delle navi metaniere e il trasferimento del prodotto liquido (LNG) dalle stesse ai serbatoi di stoccaggio attraverso tubazioni criogeniche; permettere la misura del LNG e consentirne la distribuzione attraverso operazioni di bunkering su imbarcazione ("terminal to ship") e autocisterne ("terminal to truck"). L'intervento nel suo complesso va interpretato non solo come occasione per dotare l'area industriale di Crotona e la sua Provincia di un *Deposito costiero LNG da 20.000 mc*, ma tale progetto farà parte di un più vasto intervento che in collaborazione con l'Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili (STEMS – CNR di Napoli) ed il Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Università Parthenope di Napoli, vedrà la realizzazione attraverso una start up innovativa del Gruppo la società LNGI S.r.l. di un



impianto pilota “power to gas” in grado di produrre il metano biologico attraverso un processo di metanazione. Tale processo attraverso l’anidride carbonica + 4 atomi di idrogeno darà luogo alla produzione di metano CH<sub>4</sub> che attraverso la liquefazione con l’azoto darà spazio al LNG biologico. L’iniziativa precede lo stoccaggio del suddetto LNG biologico nel Deposito di Crotona al fine di rifornire le navi metaniere fornendo loro un metano green a emissioni zero.

Entrambi gli interventi si inseriscono nel quadro più ampio della **riduzione delle emissioni di anidride carbonica** con un approccio trasversale conciliando l’esigenza di individuare nuove e più efficienti forme di conservazione dell’energia con la possibilità di produrre gas rinnovabili come idrogeno e metano biologico **al fine di generare LNG biologico** e si completeranno con un sistema di azioni e procedure mirate alla sensibilizzazione e l’informazione nel territorio di Crotona e Provincia.

Al fine di dare attuazione alla realizzazione del Deposito costiero, la società proponente nel presente Studio svilupperà **soltanto il Deposito costiero LNG**, rinviando ad uno studio successivo la trattazione dell’impianto power to gas.

Nel settembre 2019 la Società proponente Ionio Fuel S.r.l. ha presentato il progetto al Comitato Tecnico Regionale (C.T.R.) della Regione Calabria per richiedere il Nulla Osta di Fattibilità (NOF). In data 28/07/2020 la Società ha ottenuto il NOF favorevole di cui al D.Lgs. 105/2015

Sulla base delle osservazioni emerse durante le Conferenze con il C.T.R., ricevute tra l’altro formalmente nelle varie richieste di integrazioni, il progetto è stato aggiornato apportando una modifica sulla linea criogenica dell’impianto e sullo spostamento del Terminale Off-Shore con l’allontanamento dello stesso di ulteriori 300 m dalla costa ionica.

## 2. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

Scopo della presente relazione è quello di valutare l’altezza della torcia di emergenza e verificare che gli irraggiamenti massimi consentiti nelle aree interne ed esterne dello stabilimento siano tali da non comportare pericoli per le apparecchiature e per il personale/popolazione, come descritto dallo standard UNI EN 1473.

Nello specifico, l’analisi ha riguardato:

- la determinazione dell’altezza minima della torcia (in accordo ai massimi valori di irraggiamento previsti secondo la UNI EN 1473);
- la valutazione delle massime distanze delle dispersioni di gas (in assenza di innesco). I software utilizzati per il dimensionamento dell’altezza della torcia sono stati:
- FLARES (sviluppato da Enviroware), per la simulazione dell’irraggiamento da torcia. Phast (sviluppato da DNV-GL), per la simulazione dell’irraggiamento da torcia e per la modellazione della dispersione dei gas infiammabili.

### 3. UBICAZIONE TERRITORIALE DELL'IMPIANTO

L'area identificata per l'ubicazione dell'impianto è sita nel territorio del Comune di Crotona nella zona C.O.R.A.P. della Provincia. Il comune risulta confinante con i Comuni di Cutro, Isola di Capo Rizzuto, Scandale, Rocca di Neto, Strongoli.

L'area prescelta è caratterizzata pertanto dall'essere in zona facilmente accessibile dal punto di vista viario, vicino a strade di grande viabilità.

La superficie totale dell'intero lotto interessato dal progetto è di circa 6,7 Ha, catastalmente individuata al Foglio 25 – Particella 1015 (parte) nel vigente Catasto del Comune di Crotona.

Nella figura 1 è riportata l'ubicazione e la rete viaria locale, nella figura 2 è riportata l'area vasta su IGM, lo stralcio della CTR con localizzazione dell'infrastruttura.

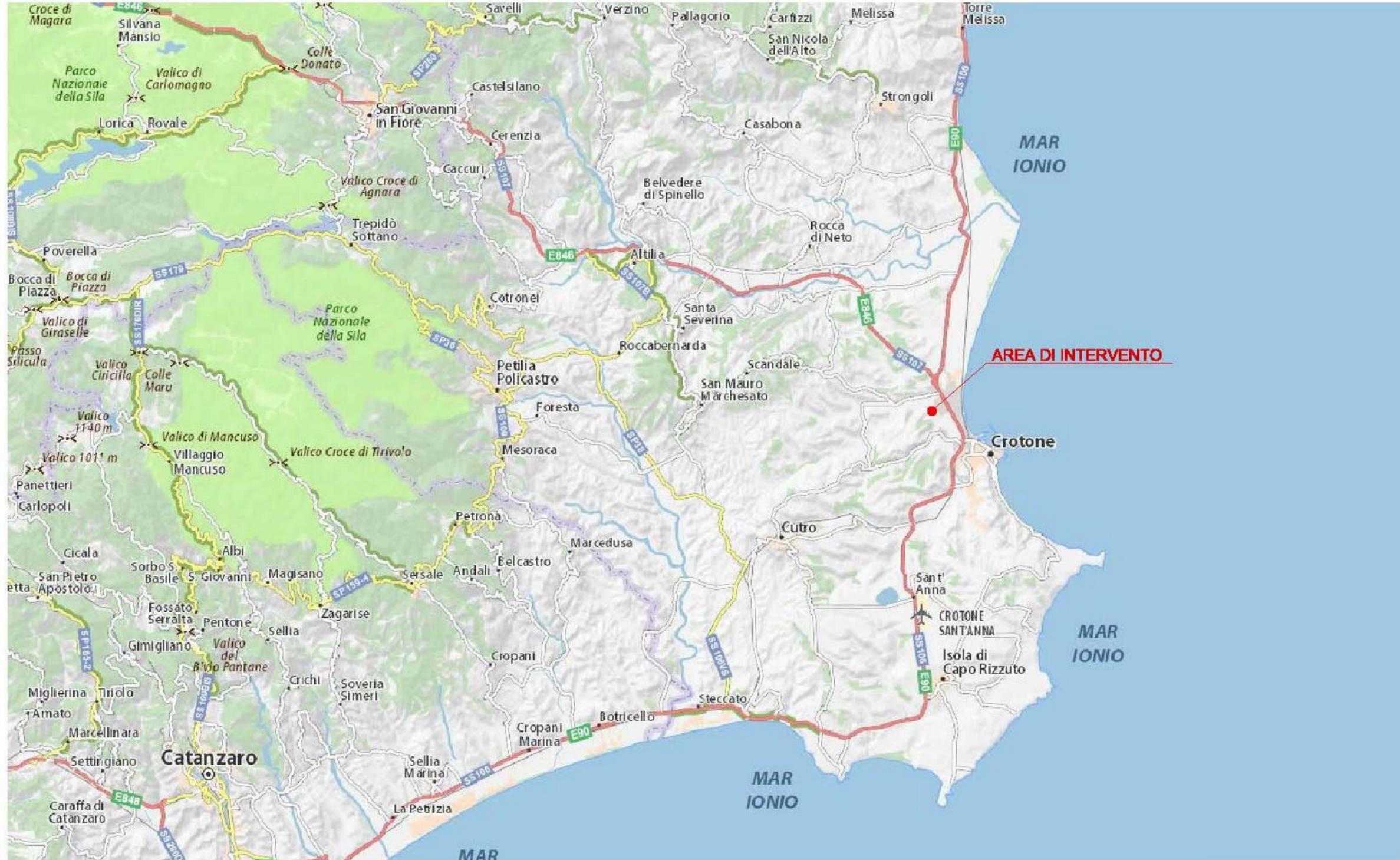


Figura 1 - Ubicazione sito e rete viaria

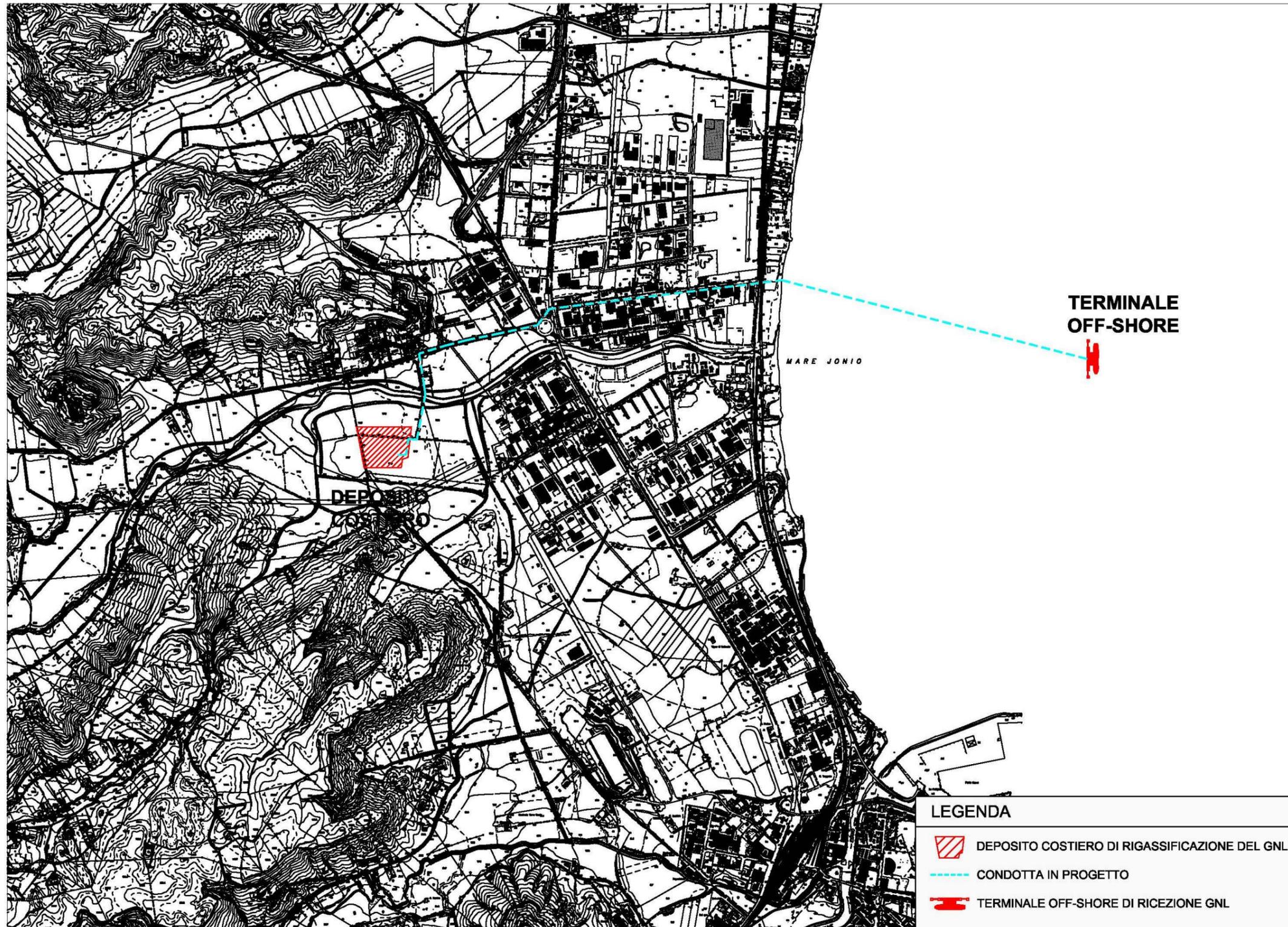


Figura 2 - Stralcio CTR con individuazione dell'area di intervento

L'impianto sarà composto da 7 macro zone: un'area carico e scarico del GNL con bracci di carico localizzata nel Terminale Off-Shore a circa 4.470 metri di distanza dal Deposito costiero, in cui sono presenti i bracci di carico e scarico del GNL dalle navi, area stoccaggio e pompaggio GNL in cui sono localizzati serbatoi e pompe criogeniche, area vaporizzatori, area baie di carico delle autocisterne, area gestione BOG, area torcia e infine area di analizzazione, filtrazione, misura e odorizzazione del gas metano.

Il Deposito (a terra) avrà una capacità complessiva geometrica di 22.068 m<sup>3</sup> complessivi di GNL, ottenuta mediante una soluzione modulare costituita da n. 18 serbatoi del tipo "Full Containment". I serbatoi avranno una capacità nominale di stoccaggio di 22.068 mc di GNL (1.226 mc per serbatoio) la capacità effettiva sarà invece inferiore 19.872 mc (90% di riempimento totale),

La capacità di movimentazione del Deposito è pari a 1.440.000 mc di GNL/anno.

Nel caso in esame l'entità dello stoccaggio dell'impianto è pari a 20.000 m<sup>3</sup>, corrispondenti a 9.600 tonnellate (considerando una massa volumetrica pari a 483 kg/m<sup>3</sup>), il Deposito ricade nel campo di applicazione del D.Lgs. 105 del 29 luglio 2015 (Attuazione della Direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose), in quanto supera il limite di soglia di 200 tonnellate, quale stabilimento di soglia superiore.

È pertanto soggetto alla procedura di cui all'art. 16 del D.Lgs. 105/2015, cioè all'ottenimento di nulla osta di fattibilità (NOF) del Comitato Tecnico Regionale della Calabria prima dell'inizio della costruzione, previa presentazione di un rapporto preliminare di sicurezza (RdS), e del parere tecnico conclusivo sul rapporto definitivo di sicurezza, prima dell'inizio dell'attività.

L'impianto nel suo complesso è concettualmente suddiviso in sintesi nelle seguenti aree funzionali:

- **Area Terminale Off-Shore** ovvero area di attracco navi metaniere e bettoline attrezzata per operazioni di carico-scarico e per il trasferimento del GNL da nave metaniera a stoccaggio e da stoccaggio verso bettoline; In Terminale saranno presenti le infrastrutture e i dispositivi per l'ormeggio delle metaniere / bettoline e tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie per il corretto trasferimento e la misurazione del GNL e del BOG (boil off gas) durante il trasferimento;
- **Area di interconnessione fra Terminale e area stoccaggio;** all'interno di un cunicolo a terra e marino, saranno posizionate le tubazioni criogeniche per il collegamento dell'area di attracco nave al terminal e tutti i sistemi ausiliari per il corretto funzionamento e gestione;
- **Area Deposito** vero e proprio con serbatoi di stoccaggio del GNL e tutti i dispositivi accessori ed ausiliari necessari alla loro corretta gestione, una zona vaporizzatori ad aria e gestione BOG, una zona con motori a combustione interna, fabbricato con uffici-sala controllo per la supervisione e la gestione del Deposito, zona vaporizzatori, pensilina carico ATC, odorizzazione, misura fiscale, nonché il sistema di raccolta scarichi di emergenza (torcia di emergenza).

Di seguito si riportano le planimetrie generali del Deposito e del Terminale Off-Shore.



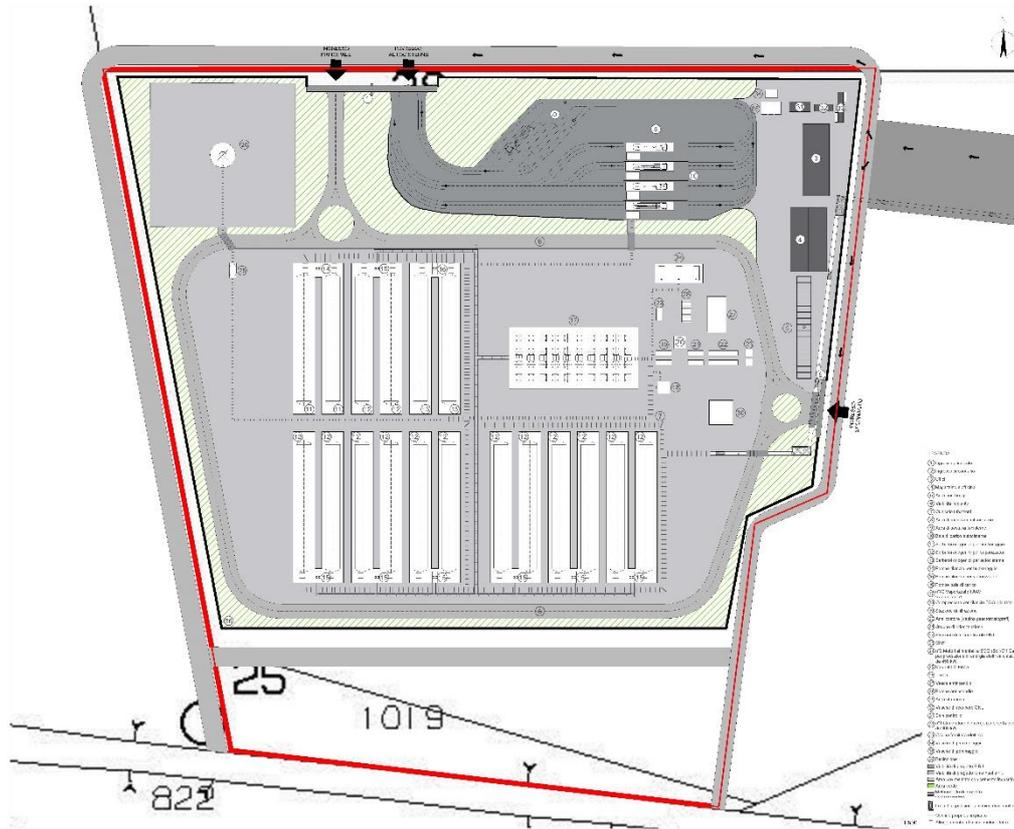


Figura 3 – Planimetria generale del Deposito

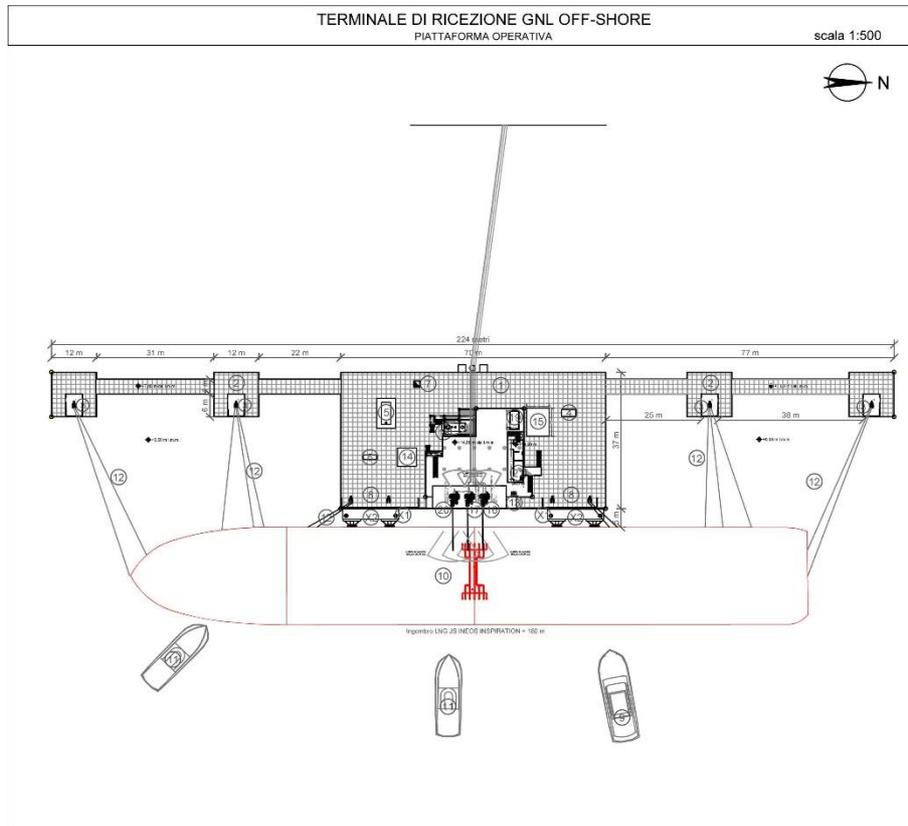
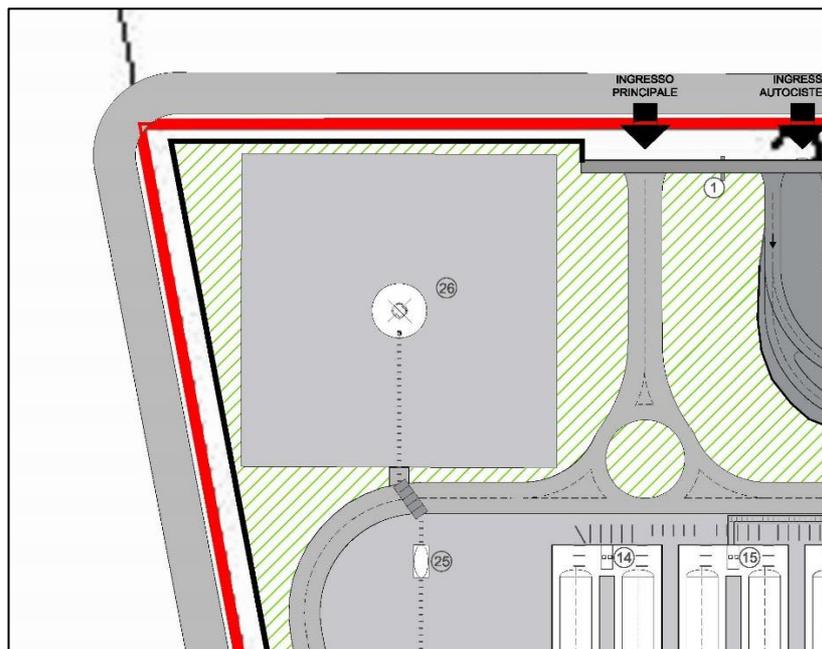


Figura 4 – Planimetria generale del Terminale Off-Shore



La torcia del Deposito sarà ubicata nell'angolo nord ovest del terminale, in un'area priva di installazioni. Le installazioni più prossime alla torcia sono rappresentate a sud e ad est dalla strada interna (a circa 35 metri) e a nord ed est dai confini del Deposito, ad una distanza di circa 30 metri dalla torcia stessa (nel punto più prossimo). Il terreno esterno in prossimità della torcia, a nord e ad est, è costituito da terreno incolto privo di significativa vegetazione e di installazioni. Le attività più prossime sono attività industriali, a circa 800 metri in direzione est.



**Figura 3 - Dettaglio ubicazione torcia del Deposito**

#### 4. DATI DI INPUT

##### 4.1. DATI DI BASE PER LA DEFINIZIONE DEL SISTEMA TORCIA

Per la valutazione dell'altezza della torcia, sono stati utilizzati i seguenti dati di base:

**Tabella 1 - Dati base per la valutazione dell'altezza della Torcia**

Grandezza	Valore
Pressione organi di scarico di emergenza (valvole di depressurizzazione rapida serbatoi)	8 barg max
Temperatura allo scarico	-150°C (assunti -145 dopo)
Portata di scarico	37281 Kg/h (n.2 valvole di depressurizzazione)
Diametro TIP (terminale torcia)	300 mm

Sostanza	Metano
----------	--------

Sebbene l'area del Deposito non rientri in zona vincolata per la presenza dell'aeroporto, l'altezza della torcia è stata fissata pari a 35 m per una scelta cautelativa in quanto l'aeroporto di Crotone "Sant'Anna" è posto ad una distanza in linea d'aria di circa 11 km.

#### 4.2. DATI METEO DI RIFERIMENTO

Le condizioni meteo di riferimento sono state desunte dai dati delle registrazioni effettuate dalla stazione di Crotone appartenente alla Rete Mareografica Nazionale dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

In particolare vengono analizzate in dettaglio le condizioni meteo registrate dalla stazione mareografica di Crotone nell'anno 2019. I dati dimostrano come la zona sia contraddistinta in prevalenza da brezze, da leggere a vivaci, appartenenti alla classe di velocità compresa tra 2.0 m/s e 8.0 m/s, che hanno una frequenza di accadimento di circa il 68% pari a circa 250 giorni anno.

Altre velocità del vento, come le brezze tese e il vento fresco, aventi velocità comprese tra 8.0 m/s e 14.0 m/s, si verificano in media solo alcuni giorni all'anno; venti forti, aventi velocità compresa tra 14.0 m/s e 18 m/s, si verificano in media non più di 1 ora l'anno. In conclusione, le condizioni meteo di riferimento per lo sviluppo del presente studio sono state:

**Tabella 2 - Condizioni meteo considerate per lo studio**

Condizione meteo		Velocità del vento (m/s)
Condizioni stabili	F	2
Condizioni di neutralità	D	5
	D	8

Nello sviluppo dello studio per la simulazione dell'irraggiamento da torcia è stata considerata solo la condizione meteo 8D, dimensionate in quanto ad una elevata velocità del vento corrisponde una maggiore inclinazione della fiamma, determinando valori di irraggiamento al suolo più elevati. Al contrario, la classe di stabilità atmosferica non influenza significativamente i risultati della simulazione.

Per lo sviluppo delle dispersioni (senza innesco) dalla torcia sono state considerate le tre condizioni meteo 2F, 5D, 8D, in relazione alla differente classe di stabilità atmosferica e delle velocità del vento, che possono determinare differenti fenomeni diffusivi del gas rilasciato.

#### 4.3. INDICAZIONI DELLA NORMA DI RIFERIMENTO UNI EN 1473



La norma europea UNI EN 1473 “Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione delle installazioni di terra” definisce i massimi valori di irraggiamento ammissibili a seguito di innesco di torce / camini in condizioni di normale funzionamento o di emergenza, all’interno e all’esterno dello stabilimento, come riportato nelle tabelle di seguito (riferimento tabelle A.3 e A.4 norma UNI).

**Tabella 3 - Valori di irraggiamento ammissibili aree interne al deposito.**

<b>AREE INTERNE AL DEPOSITO</b>		
<b>Aree interne al deposito</b>	<b>Massima radiazione permessa kW/m<sup>2</sup> (esclusa radiazione solare)</b>	
	<b>Normale</b>	<b>Emergenza</b>
Valore di picco all’interno dell’area sterile	5	9
Margine esterno dell’area sterile	N.A	5
Strade e aree aperte	3	5
Serbatoi e apparecchiature di processo	1,5	5
Sale controllo, magazzini, laboratori	1,5	5
Uffici amministrativi	1,5	5

**Tabella 4 - Valori di irraggiamento ammissibili aree interne al deposito**

<b>AREE ESTERNE AL DEPOSITO</b>		
<b>Aree esterne al deposito</b>	<b>Massima radiazione permessa kW/m<sup>2</sup> (esclusa radiazione solare)</b>	
	<b>Normale</b>	<b>Emergenza</b>
Area remota (aree non frequentemente occupate da un numero ristretto di persone, quali ad es. aree coltivate)	3	5
Area critica (aree non schermate dove persone senza indumenti protettivi possono essere chiamate ad intervenire, ad esempio in caso di emergenza)	1,5	1,5
Altre aree (includono tipicamente aree urbane/industriali esterne all’impianto non sotto il controllo dell’utilizzatore dell’impianto GNL)	1,5	3

Dato che non è previsto l’utilizzo della torcia nelle condizioni di normale attività, i valori di soglia da verificare si riferiscono solo alle condizioni di emergenza, e sono riportati nelle tabelle seguenti.

**Tabella 5 - Valori di soglia di radiazione in condizioni di emergenza**

Aree interne al deposito	Massima radiazione permessa kW/m <sup>2</sup> (esclusa radiazione solare)
Valore di picco all'interno dell'area sterile	9
Margine esterno dell'area sterile	5

L'area sterile (area in cui la presenza di personale o l'installazione di apparecchiature non è consentita) è stata assunta pari ad un raggio di 30 m dalla torcia, considerando che il confine di stabilimento è ad una distanza di 30 metri.

In considerazione delle caratteristiche del territorio all'esterno del terminal in prossimità della torcia, (terreno incolto, in assenza di installazioni permanenti) è possibile classificare quest'area come un'area remota, ossia un'area non frequentemente occupata da persone, a cui corrisponde un valore limite massimo pari a 5 kW/m<sup>2</sup>, come descritto nella tabella di seguito.

**Tabella 6 - Valori di soglia di radiazione in area remota**

Aree esterne al deposito	Massima radiazione permessa kW/m <sup>2</sup> (esclusa radiazione solare)
Area remota (aree non frequentemente occupate da un numero ristretto di persone, quali ad es. aree coltivate)	5

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. CALCOLO DEGLI IRRAGGIAMENTI

Per la valutazione dei livelli di irraggiamento termico a fronte dello scarico di emergenza e dell'attivazione della torcia, sono stati utilizzati i due software di seguito indicati:

- Flare (sviluppato da Enviroware): software dedicato per l'analisi, la valutazione e dimensionamento dei sistemi torcia. Sulla base di valori di irraggiamento termico limite (riferimento per Area Sterile ed Area Remota) ed in relazione all'estensione delle stesse aree, il software permette la definizione dell'altezza minima della torcia al fine di garantire i limiti di irraggiamento imposti.
- Phast (sviluppato da DNV-GL): software dedicato per l'analisi delle conseguenze di scenari incidentali (incendi, esplosioni, rilasci tossici etc.). Il software permette la valutazione delle distanze associate agli scenari di irraggiamento termico (nel caso di attivazione torcia) e di dispersione del gas metano in caso di mancata accensione della stessa torcia.

Per un'approfondita valutazione dei fenomeni d'irraggiamento, entrambi i software sono stati utilizzati nelle medesime condizioni operative ed ambientali per ottenere un quadro completo e dettagliato dei fenomeni.



I principali dati di input impostati sui modelli di simulazione sono riportati di seguito:

- Raggio area sterile: 30 metri.
- Condizioni atmosferiche: Classe di stabilità D con vento di 8 m/s di velocità (8D).
- Temperatura di rilascio -145°C.
- Composizione metano.
- Soglie di riferimento (condizione di emergenza) interne allo stabilimento: 9 e 5 kW/m<sup>2</sup>.
- Soglia di riferimento (condizione di emergenza) esterna allo stabilimento: 5 kW/m<sup>2</sup>.
- Altezza torcia assunta pari a 35 metri

## 5.2. CALCOLO DELLE DISPERSIONI

Per lo sviluppo dei fenomeni di diffusione della nube infiammabile (dispersione di metano in assenza di innesco dalla torcia) è stato utilizzato il software Phast.

I principali dati di input sono riportati di seguito:

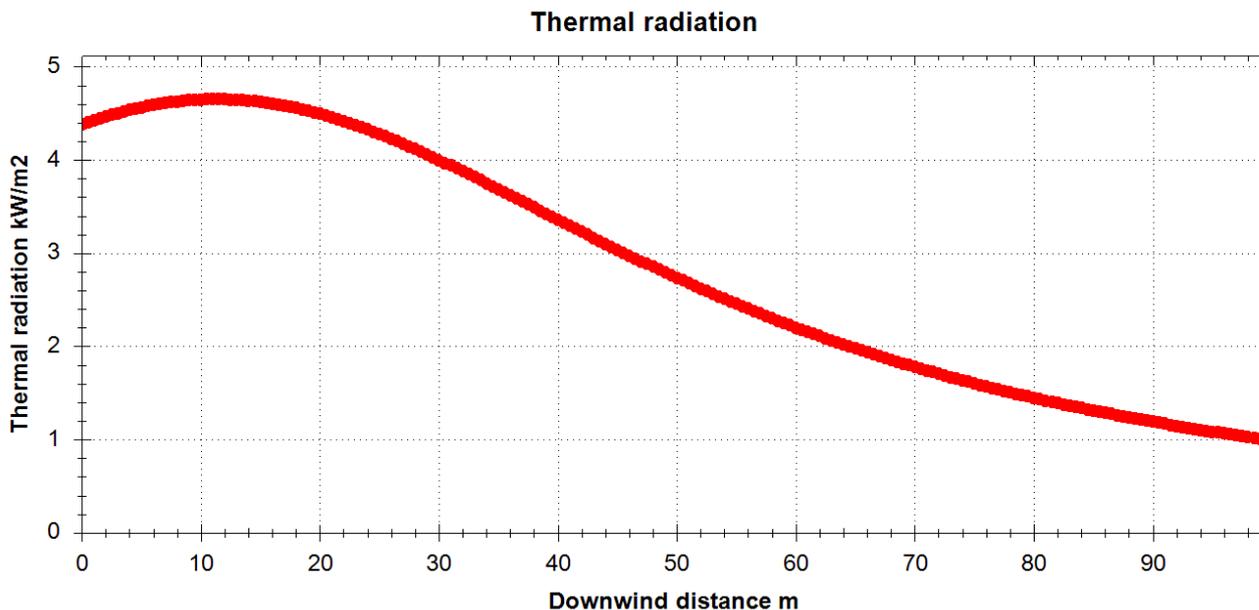
- Condizioni atmosferiche:
- Classe di stabilità D con vento di 5 m/s di velocità (5D); Classe di stabilità D con vento di 8 m/s di velocità (8D); Classe di stabilità F con vento di 2 m/s di velocità (2F).
- Temperatura di rilascio -145°C.
- Composizione metano.
- Soglie di riferimento: LFL (44000 ppm) e LFL/2 (22000 ppm).
- Altezza torcia assunta pari a 35 metri.

## 6. RISULTATI

### 6.1. IRRAGGIAMENTI

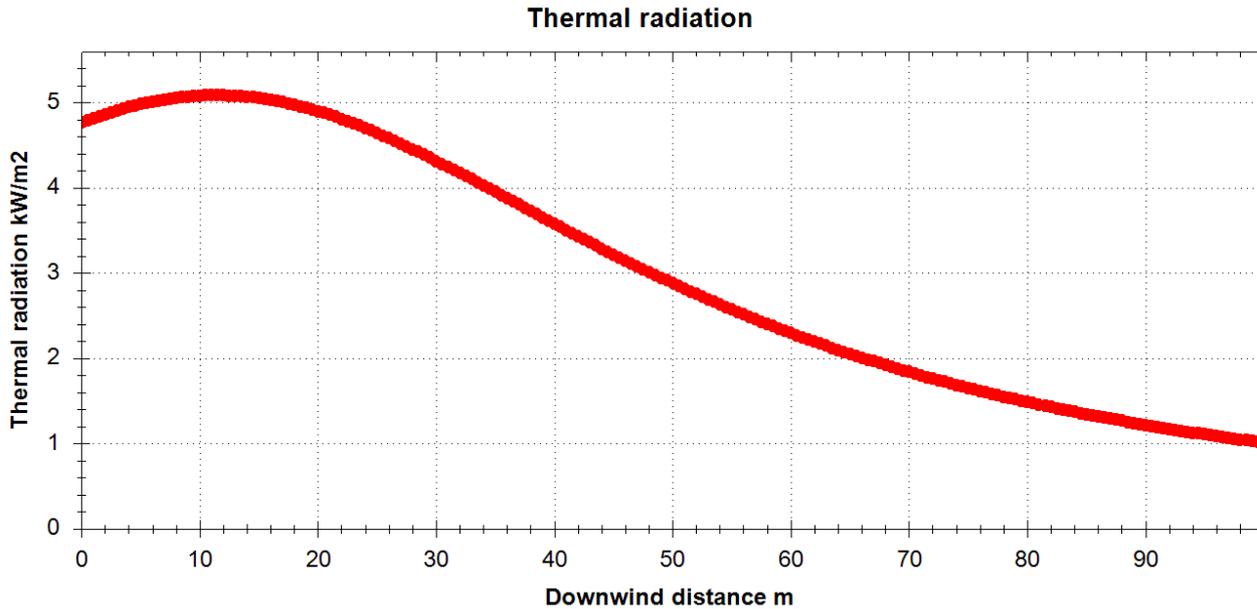
#### 6.1.1. SOFTWARE FLARE

Di seguito si riporta lo sviluppo della radiazione termica dalla torcia, calcolata tramite il software Flare, considerando un'altezza della torcia pari a 35 metri a una quota di riferimento pari a 0, 2, 5 e 7 metri.

**6.1.1.1. Irraggiamento a livello del suolo (0 metri)**

**Figura 5 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a livello del suolo calcolata tramite software Flare.**

Ad una distanza di 30 metri (limite area sterile) la radiazione termica calcolata è pari a circa 4 kW/m<sup>2</sup>, pienamente entro i valori massimi consentiti dallo standard. Inoltre, all'interno dell'area sterile alla quota in esame non sono previsti irraggiamenti superiori a 4,7 kW/m<sup>2</sup>, valore ampiamente al di sotto del limite di 9 kW/m<sup>2</sup> prescritto dallo standard. Pertanto, l'installazione risulta compatibile con le richieste dello standard.

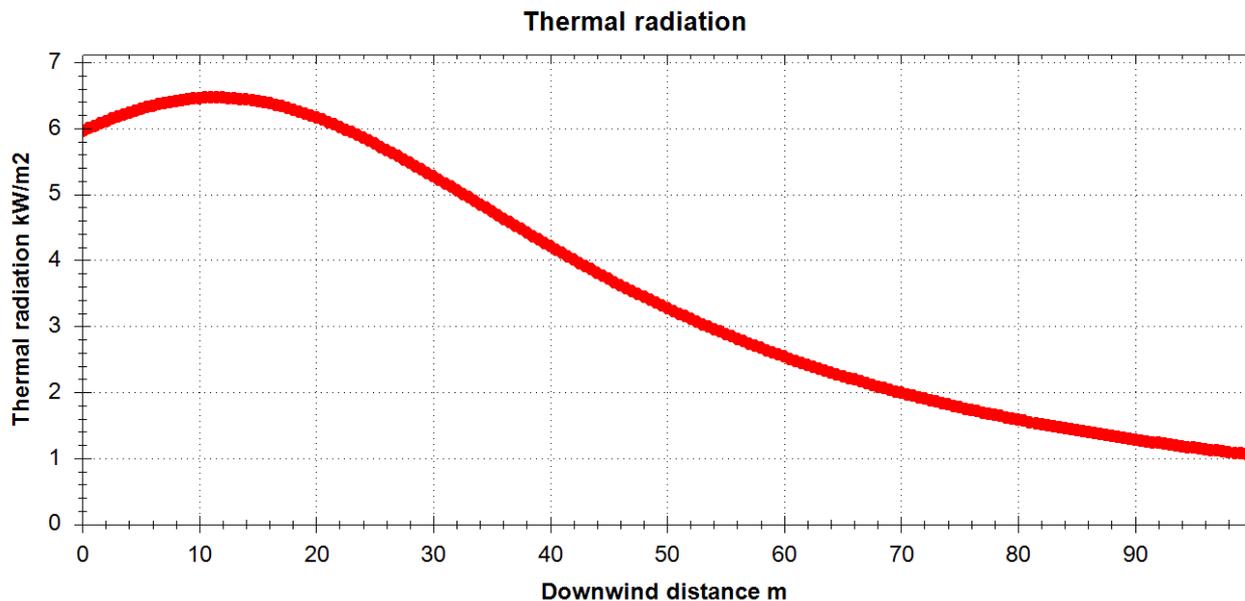
**6.1.1.2. Irraggiamento a 2 metri (altezza uomo)**

**Figura 6 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a 2 metri di altezza (altezza uomo) calcolata tramite software Flare.**

Alla quota di 2 metri, (corrispondente all'altezza uomo) i valori di irraggiamento a 30 metri (circa 4,4 kW/m<sup>2</sup>) sono inferiori a quanto richiesto dallo standard. Si precisa che all'interno dell'area sterile non è consentito il transito e lo stazionamento di personale operativo, così come l'installazione di apparecchiature.

Pertanto, l'installazione risulta compatibile con le richieste dello standard anche ad altezza uomo.

### 6.1.1.3. Irraggiamento a 7 metri (altezza serbatoio)



**Figura 7 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a 7 metri di altezza calcolata tramite software Flare.**

Gli irraggiamenti alla quota di 7 metri sono stati considerati in relazione all'altezza del serbatoio S-201, installazione in quota più prossima alla torcia. Il serbatoio si trova ad una distanza di circa 55 metri, a cui corrisponde un valore di irraggiamento inferiore a 3 kW/m<sup>2</sup>. Tale valore è tale da escludere effetti termici significativi al serbatoio stesso.

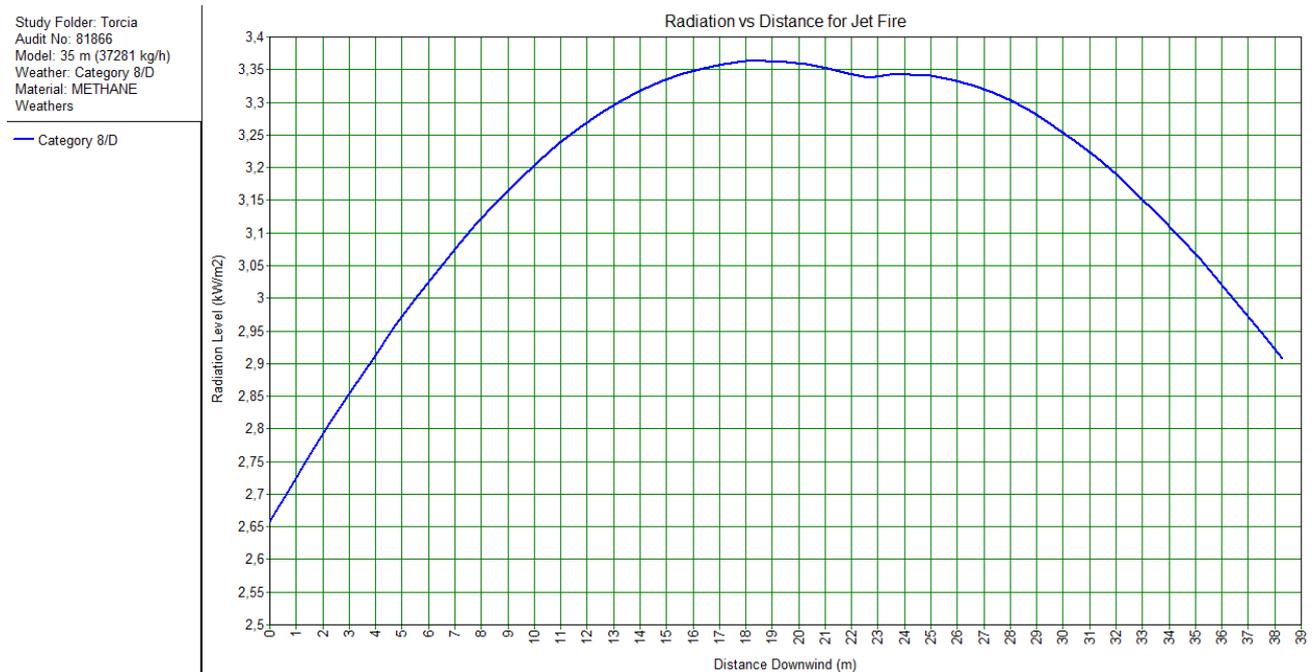
Ulteriori installazioni in quota sono ubicate a distanze maggiori, soggette quindi a valori di irraggiamento inferiori.

Pertanto, l'installazione risulta compatibile con la tipologia e l'ubicazione delle installazioni in prossimità della torcia. Si precisa che all'interno dell'area sterile non è consentita l'installazione di apparecchiature.

### 6.1.2. SOFTWARE PHAST

Di seguito si riporta lo sviluppo della radiazione termica dalla torcia, calcolata tramite il software Phast, considerando un'altezza della torcia pari a 35 metri a una quota di riferimento pari a 0, 2, 5 e 7 metri.

### 6.1.2.1. Irraggiamento a livello del suolo (0 metri)

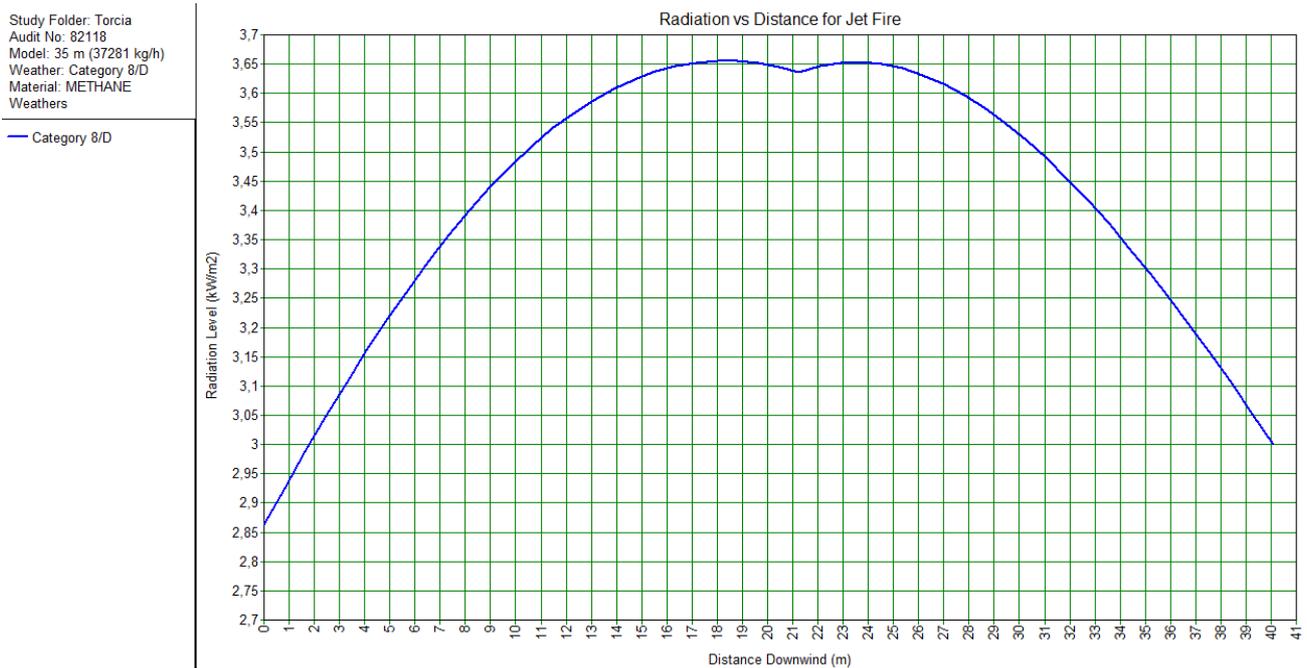


**Figura 8 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a livello del suolo calcolata tramite software Phast.**

Ad una distanza di 30 metri (limite area sterile) la radiazione termica calcolata è pari a circa 3,3 kW/m<sup>2</sup>, pienamente entro i valori massimi consentiti dallo standard. Inoltre, all'interno dell'area sterile alla quota in esame non sono previsti irraggiamenti superiori a 3,4 kW/m<sup>2</sup>, valori ampiamente al di sotto del limite di 9 kW/m<sup>2</sup> prescritto dallo standard.

Pertanto, l'installazione risulta compatibile con le richieste dello standard.

### 6.1.2.2. Irraggiamento a 2 metri (altezza uomo)



**Figura 9 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a 2 metri di altezza (altezza uomo) calcolata tramite software Phast.**

Alla quota di 2 metri, (corrispondente all'altezza uomo) i valori di irraggiamento a 30 metri (circa 3,6 kW/m<sup>2</sup>) sono inferiori a quanto richiesto dallo standard. Si precisa che all'interno dell'area sterile non è consentito il transito e lo stazionamento di personale operativo, così come l'installazione di apparecchiature. Pertanto, l'installazione risulta compatibile con le richieste dello standard anche ad altezza uomo.

### 6.1.2.3. Irraggiamento a 7 metri (altezza serbatoio S-218)



**Figura 10 - Sviluppo della radiazione termica dalla torcia a 7 metri di altezza calcolata tramite software Phast.**

Gli irraggiamenti alla quota di 7 metri sono stati considerati in relazione all'altezza del serbatoio S-201, installazione in quota più prossima alla torcia. Il serbatoio si trova ad una distanza di circa 55 metri, a cui corrisponde un valore di irraggiamento inferiore a 3 kW/m<sup>2</sup>. Tale valore è tale da escludere effetti termici significativi al serbatoio stesso. Ulteriori installazioni in quota sono ubicate a distanze maggiori, soggette quindi a valori di irraggiamento inferiori.

Pertanto, l'installazione risulta compatibile con la tipologia e l'ubicazione delle installazioni in prossimità della torcia. Si precisa che all'interno dell'area sterile non è consentita l'installazione di apparecchiature.

## 6.2. CONFRONTO DEI RISULTATI DEI SOFTWARE FLARE E PHAST

Di seguito si riassumono i risultati delle simulazioni, suddivise per software e per bersagli interessati.

**Tabella 7 - Risultati delle simulazioni distinte per software utilizzati e bersagli interessati**

Irraggiamenti	FLAME	PHAST	Risultati
Quota 0 metri (limite area sterile a 30 m da base torcia)	4 kW/m <sup>2</sup>	3,3 kW/m <sup>2</sup>	Idoneo in riferimento alle soglie UNI EN 1473
Quota 2 metri (limite area sterile a 30 m da base torcia)	4,7 kW/m <sup>2</sup>	3,6 kW/m <sup>2</sup>	Idoneo in riferimento alle soglie UNI EN 1473
Quota 7 m (su serbatoio più vicino, a 55 m da base torcia)	<3 kW/m <sup>2</sup>	< 3 kW/m <sup>2</sup>	Nessun impatto significativo su parte sommitale serbatoi (valutazione cautelativa)

### 6.3. DISPERSIONI

Nel seguito si riportano i grafici delle simulazioni delle dispersioni del gas (mancata accensione torcia). In particolare sono stati determinati i profili di concentrazione pari a LFL (44000 ppm) ed LFL/2 (22000 ppm). Tali valori di concentrazione rappresentano i profili della nube in condizioni di infiammabilità, ovvero in grado di generare un Flash Fire in caso di innesco.

#### CLASSE F2

Study Folder: Torcia  
 Audit No: 82116  
 Model: 35 m (37281 kg/h)  
 Weather: Category 2/F  
 Material: METHANE  
 Averaging Time:  
 Flammable(18,75 s)  
 C/L Offset: 0 m  
 Concentration  
 Time: 3,555 s

— 2,2e+004 ppm  
 — 4,4e+004 ppm

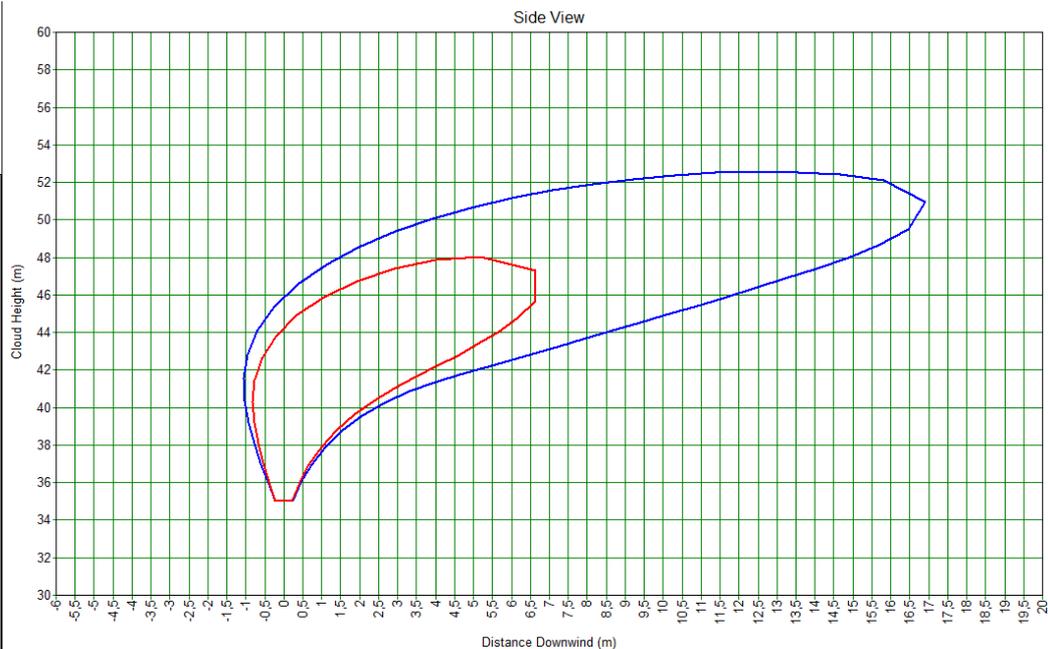
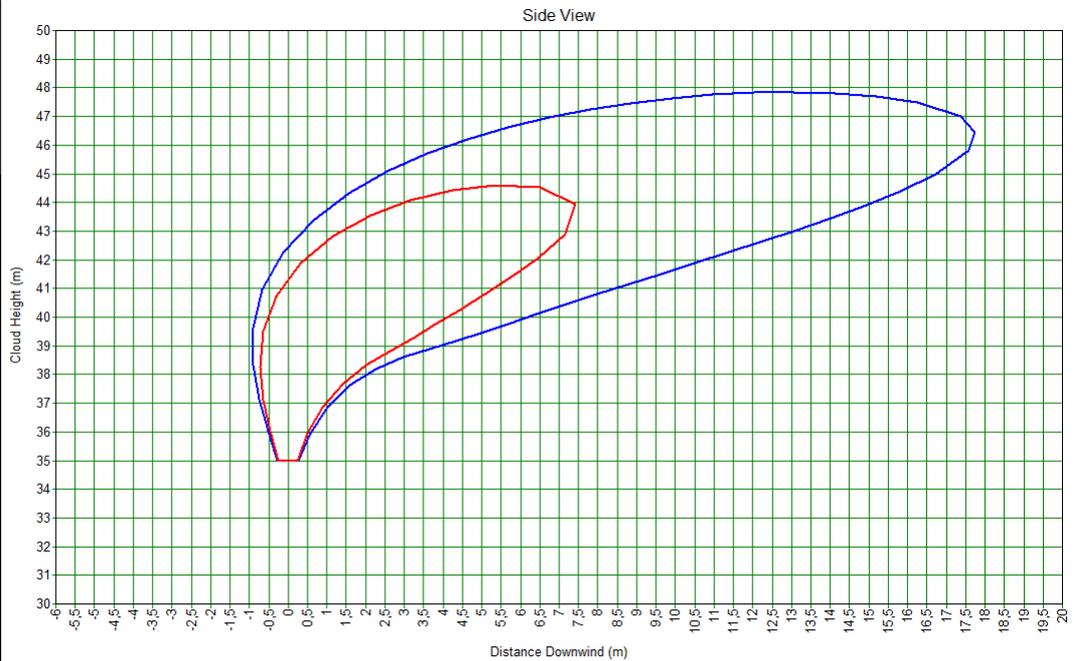


Figura 11 - Grafico simulazione dispersioni gas in caso di mancata accensione della torcia in condizioni meteo F2.

### CLASSE D5

Study Folder: Torcia  
 Audit No: 82116  
 Model: 35 m (37281 kg/h)  
 Weather: Category 5/D  
 Material: METHANE  
 Averaging Time:  
 Flammable(18,75 s)  
 C/L Offset: 0 m  
 Concentration  
 Time: 2,435 s

— 2,2e+004 ppm  
 — 4,4e+004 ppm

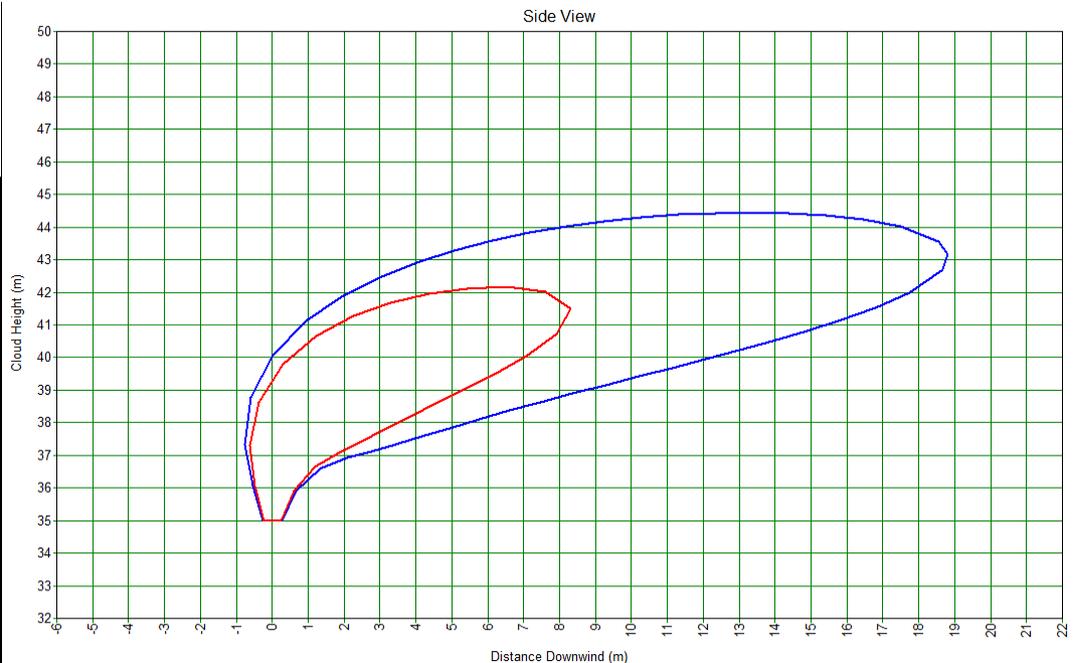


**Figura 12 - Grafico simulazione dispersioni gas in caso di mancata accensione della torcia in condizioni meteo D5.**

### CLASSE D8

Study Folder: Torcia  
 Audit No: 82116  
 Model: 35 m (37281 kg/h)  
 Weather: Category 8/D  
 Material: METHANE  
 Averaging Time:  
 Flammable(18,75 s)  
 C/L Offset: 0 m  
 Concentration  
 Time: 1,647 s

— 2,2e+004 ppm  
 — 4,4e+004 ppm



**Figura 13 - Grafico simulazione dispersioni gas in caso di mancata accensione della torcia in condizioni meteo D8.**

Le massime distanze raggiunte in tutte le classi meteo analizzate relative al LFL/2 (linea blu) sono pari a circa



19 metri (condizione meteo D8).

Le massime distanze raggiunte in tutte le classi meteo analizzate relative al LFL (linea rossa) sono pari a circa 7 metri (condizione meteo D8).

I risultati del modello di dispersione dimostrano inoltre come la nube di metano si mantenga, per tutte le classi meteo analizzate, sempre ad una quota superiore a quella della torcia e conseguentemente NON costituisce alcuna fonte di rischio per installazioni di operatori.

## 7. CONCLUSIONI

Con riferimento alla documentazione disponibile in fase di progettazione, sono state sviluppate analisi di dettaglio per la determinazione dell'altezza della torcia del Deposito, con lo scopo di verificare i requisiti richiesti dallo standard UNI EN 1473 "Installazioni ed equipaggiamenti per il gas naturale liquefatto (GNL) – Progettazione delle installazioni di terra".

Considerando che l'area d'installazione del Deposito non è soggetta a vincoli aeroportuali che impongono un'altezza massima, l'altezza della torcia è stata assunta cautelativamente pari a 35 metri.

Sono state sviluppate simulazioni per la valutazione dei fenomeni di irraggiamento al suolo e in quota a 2 metri (corrispondente all'altezza uomo) tramite software FLARE (dedicato al dimensionamento della torcia) e PHAST (dedicato alla valutazione delle conseguenze di rilascio di sostanze). Entrambi i software, nelle medesime condizioni operative e ambientali, hanno determinato come una torcia di altezza pari a 35 metri sia in grado di garantire:

- irraggiamenti inferiori a 9 kW/m<sup>2</sup> all'interno dell'area sterile;
- irraggiamenti inferiori a 5 kW/m<sup>2</sup> al limite dell'area sterile;
- irraggiamenti inferiori a 5 kW/m<sup>2</sup> in aree esterne al Deposito;

verificando quindi i limiti prescritti dallo standard UNI EN 1473.

In aggiunta, le simulazioni hanno dimostrato come le apparecchiature in quota più prossime alla torcia non sono soggette a irraggiamenti significativi.

Per quanto riguarda la dispersione della nube infiammabile in assenza di innesco, le concentrazioni infiammabili (LFL e LFL/2) non raggiungono in nessun caso il livello del suolo, ma si mantengono sempre ad altezze superiori rispetto il punto di rilascio. Inoltre, in considerazione della massima ampiezza della nube (pari a circa 19 metri, a 42 metri di altezza), nessuna apparecchiatura / struttura di terminal risulta coinvolta dalla nube infiammabile.

In conclusione, una torcia con altezza pari a 35 metri garantisce valori d'irraggiamento (e massime distanze di dispersione delle nubi infiammabili) compatibili con le richieste dello standard UNI 1473.