



Venice LNG S.p.A. Marghera, Italia

Deposito Costiero GNL a Marghera

Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

Doc. No. P0000556-2-H6 Rev. 1 – Gennaio 2018

Rev.	1
Descrizione	Seconda Emissione
Preparato da	M. Pontiggia
Controllato da	A. Sola /G. Uguccioni
Approvato da	A. Lo Nigro
Data	Gennaio 2018



Deposito Costiero GNL a Marghera
Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
1	Seconda Emissione	L. Ciulla	A. Sola/G. Uguccione	A. Lo Nigro	12/01/2018
0	Prima Emissione	L. Ciulla	A. Sola/G. Uguccione	A. Lo Nigro	04/08/2017

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	II
LISTA DELLE FIGURE	II
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	III
1 INTRODUZIONE	1
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO	1
1.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	1
2 RIFERIMENTI	2
3 BASI DI PROGETTO E METODOLOGIA	3
3.1 BASI DI PROGETTO	3
3.2 METODOLOGIA PER LO STUDIO DI IRRAGGIAMENTO	5
3.3 METODOLOGIA PER LO STUDIO DI DISPERSIONE	6
4 RISULTATI STUDIO DI IRRAGGIAMENTO	7
5 RISULTATI STUDIO DI DISPERSIONE	14
6 CONCLUSIONI	16

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 3.1:	Geometria della Torcia	3
Tabella 3.2:	Composizione e Caratteristiche del GNL Leggero e Pesante	3
Tabella 3.3:	Condizioni Ambientali	4
Tabella 3.4:	Dati di Processo e Dimensioni della Torcia	4
Tabella 3.5:	Condizioni atmosferiche	5
Tabella 3.6:	Valori Soglia di Irraggiamento	6

LISTA DELLE FIGURE

Figura 3.1:	Inquadramento dell'Area di Intervento	1
Figura 3.1:	Rosa Annuale dei Vento alla Quota di 10 m s.l.m.	5
Figura 4.1:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F e Irraggiamenti a 15 m da Terra	7
Figura 4.2:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F e Irraggiamenti a 20 m da Terra	8
Figura 4.3:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F, Vista Laterale	8
Figura 4.4:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 1.5 m da Terra	9
Figura 4.5:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 10 m da Terra	9
Figura 4.6:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 15 m da Terra	10
Figura 4.7:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 20 m da Terra	10
Figura 4.8:	Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D, Vista Laterale	11
Figura 4.9:	Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 1.5 m da Terra	11
Figura 4.10:	Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 10 m da Terra	12
Figura 4.11:	Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 15 m da Terra	12
Figura 4.12:	Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 20 m da Terra	13
Figura 4.13:	Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D, Vista Laterale	13
Figura 5.1:	Dispersione, Velocità del Vento 6 m/s, Classe D	14
Figura 5.2:	Dispersione, Velocità del Vento 12 m/s, Classe D	14
Figura 5.3:	Dispersione, Velocità del Vento 2 m/s, Classe F	15
Figura 5.4:	Dispersione, Velocità del Vento 5 m/s, Classe F	15

Deposito Costiero GNL a Marghera
Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

GNL	Gas Naturale Liquefatto
LFL	Lower Flammable Limit

1 INTRODUZIONE

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento illustra l'analisi e la verifica del sistema di torcia che si prevede di realizzare nel Deposito Costiero GNL di proprietà Venice LNG che sarà ubicato a Marghera (VE), Italia e adiacente al deposito oli di proprietà DECAL. Il sistema di scarico a torcia sarà attivo solo in condizioni di emergenza.

La verifica effettuata ha comportato sia la determinazione dei livelli di irraggiamento attesi in caso di rilascio in emergenza a torcia, sia la dispersione della nube di gas nell'ipotesi di mancata accensione della stessa.

I calcoli degli irraggiamenti oggetto del presente documento sono stati effettuati con il programma FLARESIM, software specializzato nella simulazione dell'irraggiamento da torcia.

Lo studio di dispersione è stato condotto mediante il software PHAST 3.0.

1.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Venice LNG intende installare, all'interno dell'area portuale e industriale di Marghera (figura sottostante), un deposito costiero avente taglia di 32,000 m³, costituito da No. 1 serbatoio a pressione atmosferica.

Il deposito sarà alimentato mediante navi gasiere di piccola e media taglia, mentre la distribuzione sarà garantita attraverso camion e metaniere di piccola taglia ("bettoline"). Il progetto prevede un transito di 450,000 m³/anno di GNL nella fase iniziale delle operazioni e fino a 900,000 m³/anno a regime con l'aumento della domanda di mercato.

L'area del deposito sarà localizzata a Est dell'attuale deposito oli di proprietà DECAL, in una zona attualmente non interessata dalla presenza di attività produttive. Il sito individuato è contiguo ad aree a vocazione industriale (sia a Est sia a Ovest) e attualmente interessate da attività produttive.

L'area di studio è collocata nella zona centro-occidentale della laguna di Venezia, all'interno dell'area portuale e industriale di Marghera; essa si trova in località Fusina all'interno del Comune di Venezia, e confina a Nord con il Canale Industriale Sud e a Sud con l'adiacente Comune di Mira. L'area risulta inoltre inserita all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Venezia-Porto Marghera (SIN) come stabilito dalla legge n°426/1998 "Nuovi interventi in campo ambientale".



Figura 1.1: Inquadramento dell'Area di Intervento

2 RIFERIMENTI

- [1] BS EN 1473:2016 Installation And Equipment For Liquefied Natural Gas - Design Of Onshore Installations;
- [2] DM 09/05/2001, “Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da Stabilimenti a rischio di incidente rilevante”;
- [3] P0000556-1-H4, Studio Meteomarinario Preliminare.

3 BASI DI PROGETTO E METODOLOGIA

Sono state effettuate simulazioni di irraggiamento per verificare gli effetti nelle aree circostanti in caso di scarico di emergenza dalla torcia al fine di valutare la miglior collocazione della stessa all'interno del Deposito Costiero. Sono state inoltre effettuate analisi di dispersione nell'ipotesi di mancata accensione della torcia stessa.

3.1 BASI DI PROGETTO

Il calcolo delle distanze di irraggiamento in caso di scarico di emergenza della torcia è stato condotto considerando i dati di progetto relativi alla geometria della torcia (si veda la sottostante Tabella 3.1), alla composizione di GNL di riferimento, alle condizioni ambientali e alla portata scaricata.

Tabella 3.1: Geometria della Torcia

	Altezza [m]	Diametro ["]
Stack	44	12
Tip	1	8

I dati relativi alla composizione della miscela di riferimento sono stati ricavati dai bilanci di materia ed energia; in particolare sono state considerate le due composizioni limite di riferimento del GNL, come definite nel calcolo di dimensionamento della portata della torcia, riportate in Tabella 3.2.

Tabella 3.2: Composizione e Caratteristiche del GNL Leggero e Pesante

	GNL leggero	GNL pesante
Metano [% vol]	9.090E-01	8.23E-01
Etano [% vol]	6.43E-02	1.26E-01
Propano [% vol]	1.66E-02	3.56E-02
i-Butano [% vol]	7.40E-03	6.5E-03
n-Butano [% vol]	0	0
n-Pentano [% vol]	0	0
Azoto [% vol]	2.70E-03	5.90E-03
Ossigeno [% vol]	0	0
Acqua [% vol]	0	0
Anidride carbonica [% vol]	0	0
Peso molecolare [kg/kmol]	17.75	19.16
Densità liquido ⁽¹⁾ [kg/m ³]	456.9	483.26
Temperatura	-161.6	-162.1
PCI [MJ/kg]	49.29	48.72
Portata scaricata [kg/h]	70293.7	72205.6
Nota 1) Alle condizioni di pressione atmosferica standard 1.01 barA.		

Deposito Costiero GNL a Marghera
Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

Per la simulazione dell'irraggiamento è stata considerata la reale composizione del gas come riportata in Tabella 3.2. Il software FLARESIM è infatti in grado di tenere conto della composizione di dettaglio della corrente di processo.

Le condizioni ambientali di riferimento per il sito ed utilizzate per effettuare le simulazioni sono presentate in Tabella 3.3. Conservativamente, è stato selezionato il valore di umidità relativa pari al 10% (anziché il valore medio pari a 56%) per favorire il calcolo dell'irraggiamento in quanto minimizza l'assorbimento termico atmosferico consentendo alla radiazione di raggiungere distanze maggiori.

Tabella 3.3: Condizioni Ambientali

Parametri	Valori
Temperatura ambiente	15°C
Umidità relativa	10%

In Tabella 3.4 sono riassunti i principali parametri di processo e le dimensioni della torcia utilizzati nella simulazione.

Tabella 3.4: Dati di Processo e Dimensioni della Torcia

Parametri	Valori
Portata GNL leggero	23,600 kg/h
Portata GNL pesante	24,000 kg/h
Temperatura di uscita	-135°C ⁽¹⁾
Pressione	Pressione atmosferica
Altezza torcia	35 m
Diametro	8"
Nota: 1) Poiché è difficile stabilire quale possa essere la temperatura di uscita dei vapori allo scarico, considerando i fenomeni di raffreddamento per espansione e il riscaldamento lungo il collettore, si può assumere una temperatura pari a -135°C.	

Dallo Studio Meteomarinario Preliminare [3], si evince che oltre il 90% della frequenza percentuale dell'intensità del vento annuale per direzione di provenienza, misurata a quota di 10 m s.l.m., è inferiore a 6 m/s.

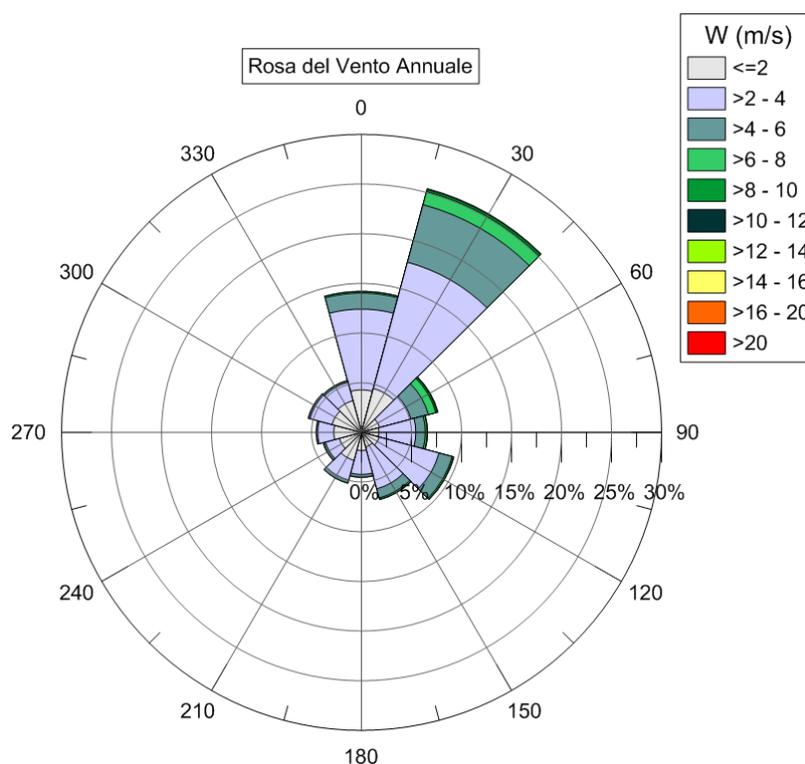


Figura 3.1: Rosa Annuale dei Vento alla Quota di 10 m s.l.m.

Pertanto, sono stati assunti valori di velocità del vento pari a 2 m/s e a 5 m/s con associate classi di stabilità di Pasquill F e D rispettivamente. Il caso 5D, data l'elevata velocità del vento, è quello che presenta una fiamma più inclinata verso terra e che quindi può dare luogo a valori di irraggiamento maggiori a terra e alle altezze di interesse.

Tabella 3.5: Condizioni Atmosferiche

Parametri	Valori
Temperatura	15°C
Umidità relativa	10%
Velocità del vento/stabilità atmosferica	2F 5D

3.2 METODOLOGIA PER LO STUDIO DI IRRAGGIAMENTO

Le simulazioni degli irraggiamenti dalla torcia sono state effettuate sulla base della geometria del sistema, delle condizioni fisiche e di composizione dei fluidi scaricati e dalle condizioni atmosferiche (temperatura, umidità, velocità del vento, stabilità atmosferica) riportate nel precedente paragrafo.

Per quanto riguarda le soglie di irraggiamento, sono stati tenuti in considerazione i valori considerati dalla legge italiana (rif. [2]), quelli riportati nello standard BS-EN relativo a impianti GNL (rif. [1]) ed altri valori soglia tipici per gli studi di sicurezza.

Tabella 3.6: Valori Soglia di Irraggiamento

Soglia di irraggiamento [kW/m ²]	Descrizione	Rif.
1.6	Valore di interesse per l'impatto aree critiche quali aree non schermate dove persone senza indumenti protettivi possono essere chiamate ad intervenire, ad esempio in caso di emergenza.	-
3	Valore massimo di esposizione per le aree presidiate esterne all'impianto. Lesioni reversibili.	[2]
5	Lesioni irreversibili.	[1]
7	Valore limite per inizio letalità.	[2]
8	Valore limite per Sala controllo, laboratori, magazzini, ecc.	[1]
12.5	Elevata letalità/danni alle strutture ed effetti domino.	[2]
15	Valore limite per Superfici esterne di serbatoi di stoccaggio ed apparecchiature di processo.	[1]
37.5	Valore limite per danni significativi alle strutture.	-

L'irraggiamento dello scarico dalla torcia è stato valutato su diversi piani:

- ✓ piano orizzontale, altezza a 1.5 m dal terreno (valore di riferimento per persone);
- ✓ piano orizzontale, altezza a 10 m dal terreno, ossia l'altezza dei serbatoi oli più prossimi alla torcia;
- ✓ piano orizzontale, altezza a 15 m dal terreno;
- ✓ piano orizzontale, altezza a 20 m dal terreno;
- ✓ piano verticale perpendicolare al terreno e passante per l'asse della torcia.

3.3 METODOLOGIA PER LO STUDIO DI DISPERSIONE

Per quanto riguarda la valutazione della dispersione sono state effettuate simulazioni con il software Phast versione per ottenere le distanze e le quote alle quali la nube di gas naturale rilasciato può raggiungere le concentrazioni infiammabili LFL e ½ LFL.

L'andamento della nube è stato rappresentato sotto forma di mappe di isoconcentrazione di gas lungo la sezione verticale al fine di valutare, a differenti distanze dalla sorgente, l'eventuale interessamento di zone soggette a personale.

4 RISULTATI STUDIO DI IRRAGGIAMENTO

Nelle Figure seguenti sono riportati i risultati del calcolo dell'irraggiamento, dovuto ad un rilascio in condizioni di emergenza, valutati nelle condizioni meteo 2F e 5D.

I risultati sono presentati come mappatura delle soglie di irraggiamento definite in Tabella 3.6 valutate sul piano orizzontale a 1.5 m da terra, sul piano orizzontale a 10 m (altezza dei serbatoi oli più prossimi alla torcia), a 15 m e a 20 m da terra e sul piano verticale per composizione pesante (condizioni meteo 2F e 5D) e per GNL leggero (condizione meteo 5D).

Si precisa che, con riferimento allo scenario con composizione pesante e condizioni meteo 2F, non sono qui presentate le mappe relative alle quote di 1.5 e 10 m in considerazione dell'assenza di livelli di irraggiamento, a tali altezze dal suolo, almeno pari a 1.6 kW/m^2 .

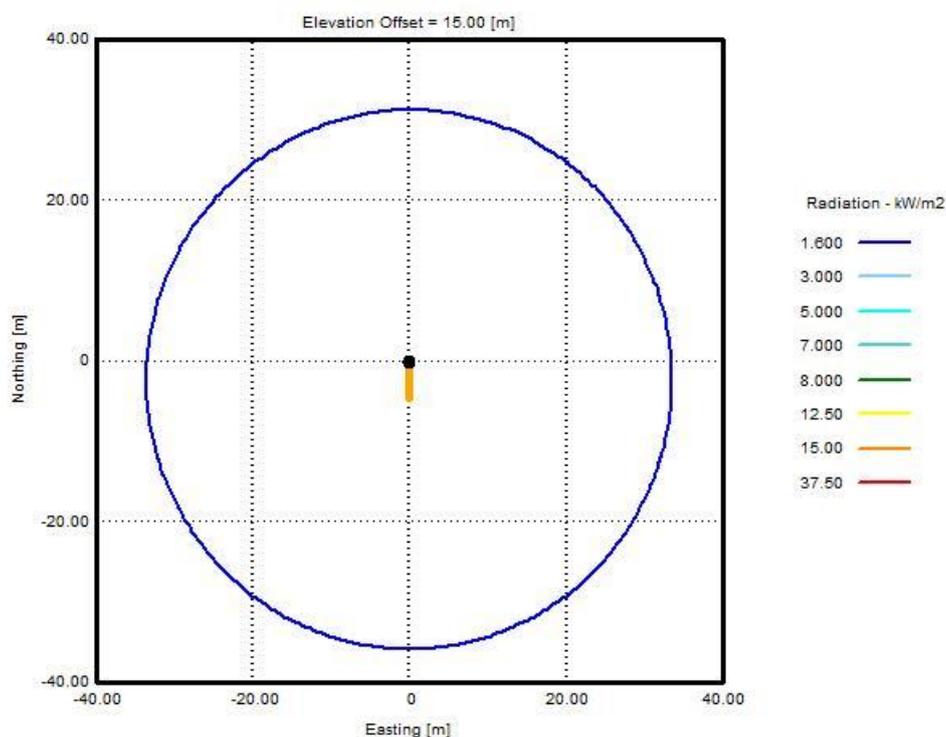


Figura 4.1: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F e Irraggiamenti a 15 m da Terra

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

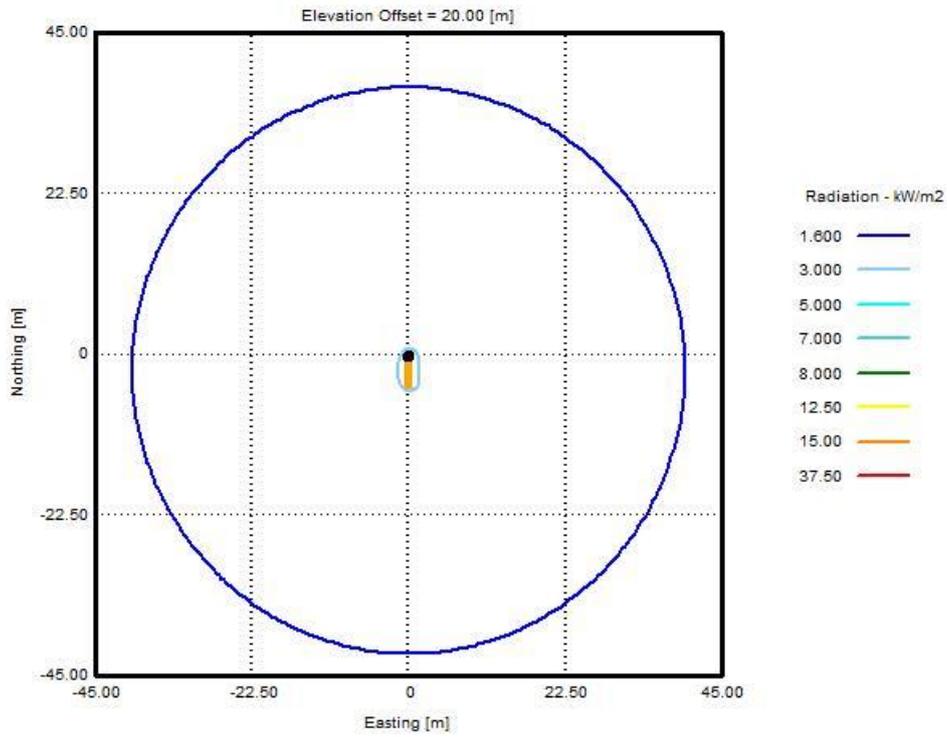


Figura 4.2: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F e Irraggiamenti a 20 m da Terra

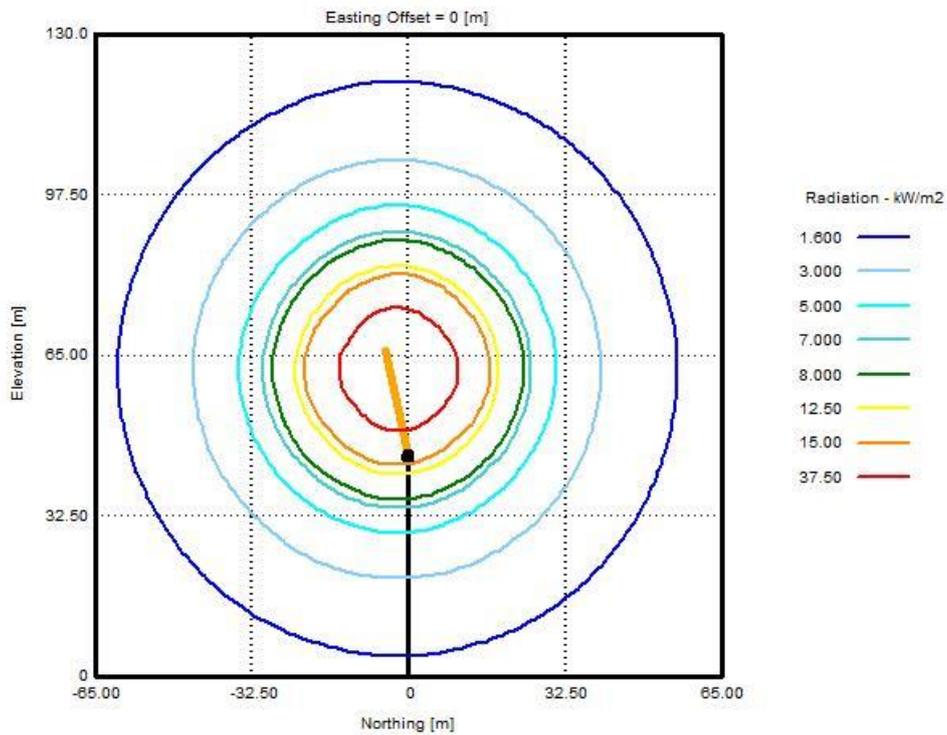


Figura 4.3: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 2F, Vista Laterale

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

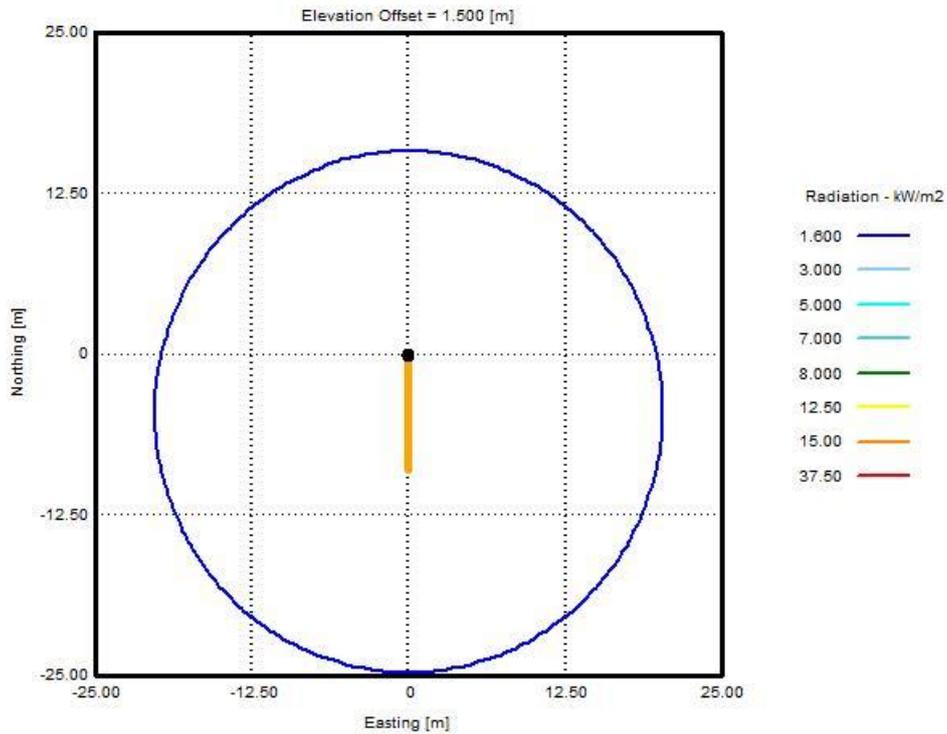


Figura 4.4: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 1.5 m da Terra

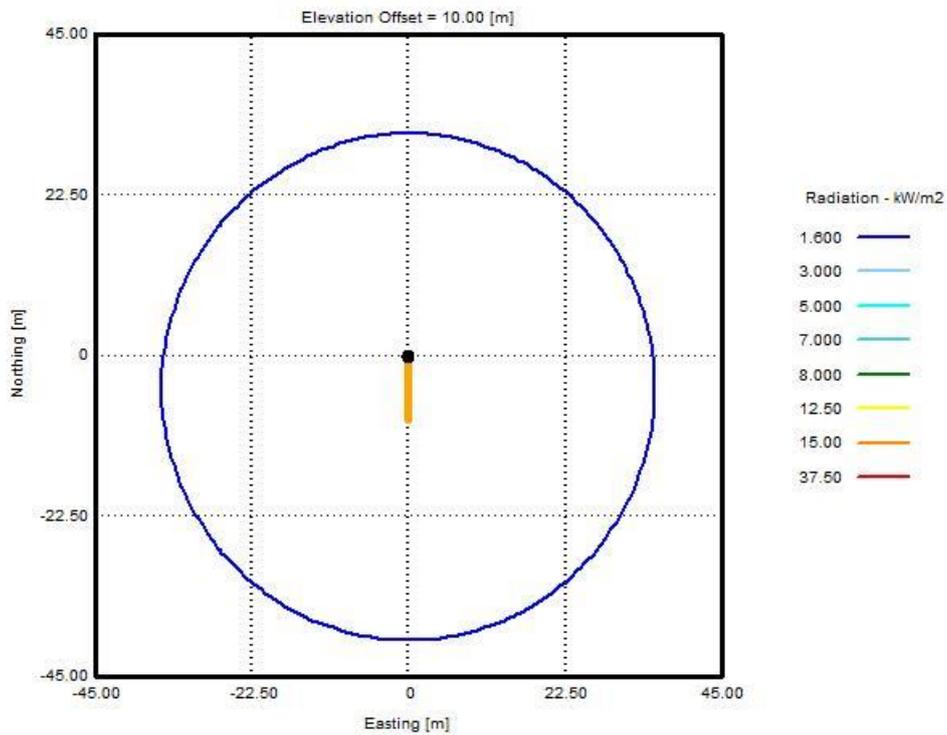


Figura 4.5: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 10 m da Terra

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

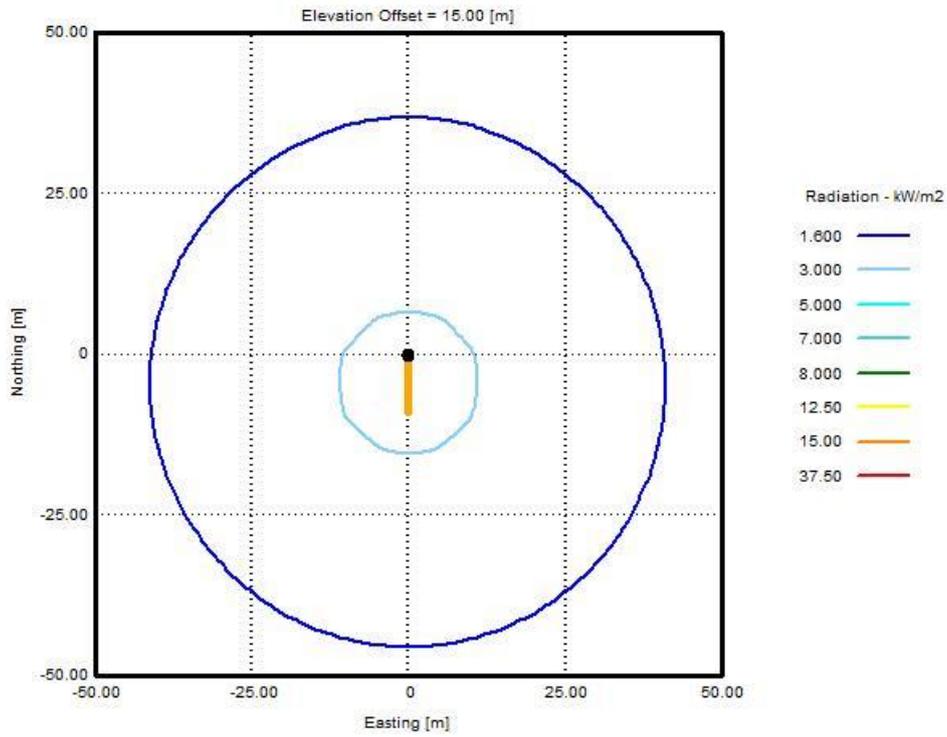


Figura 4.6: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 15 m da Terra

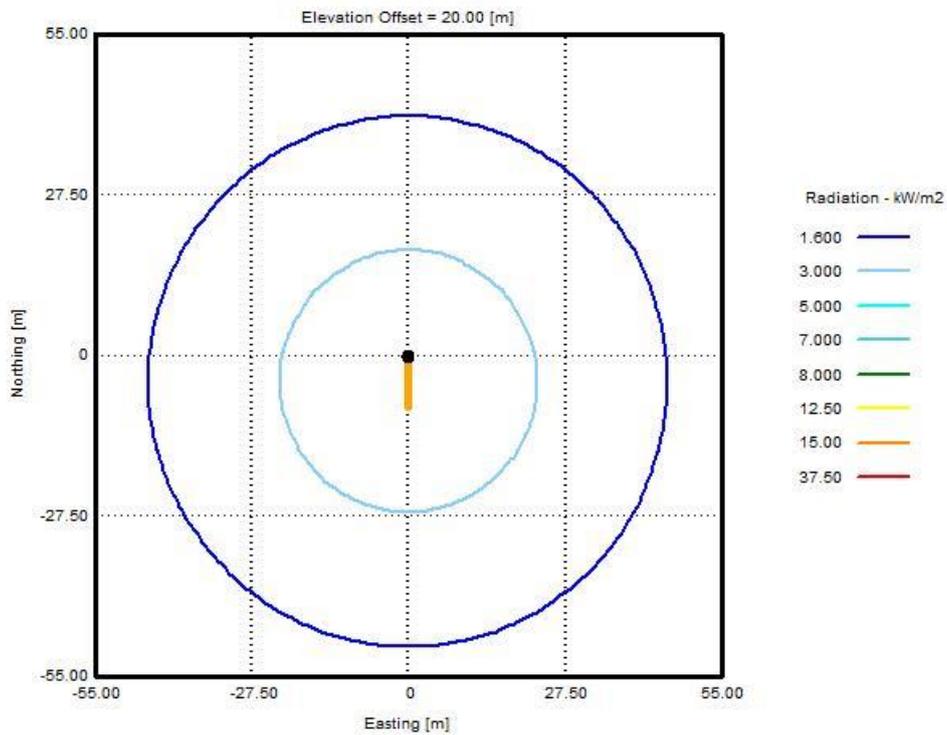


Figura 4.7: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 20 m da Terra

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

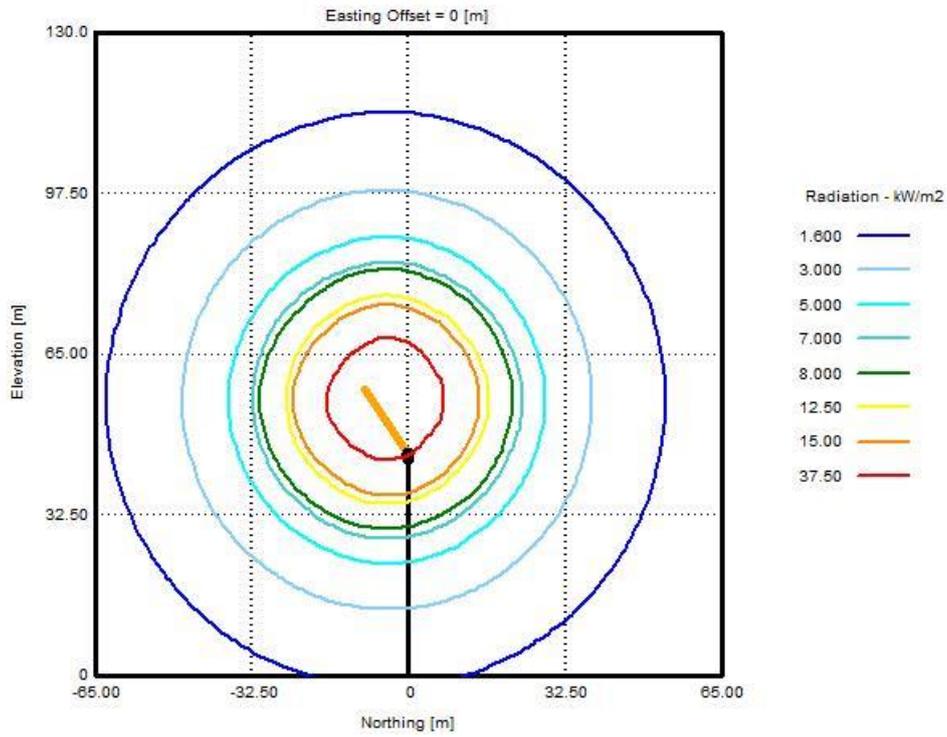


Figura 4.8: Composizione Pesante, Condizioni Meteo 5D, Vista Laterale

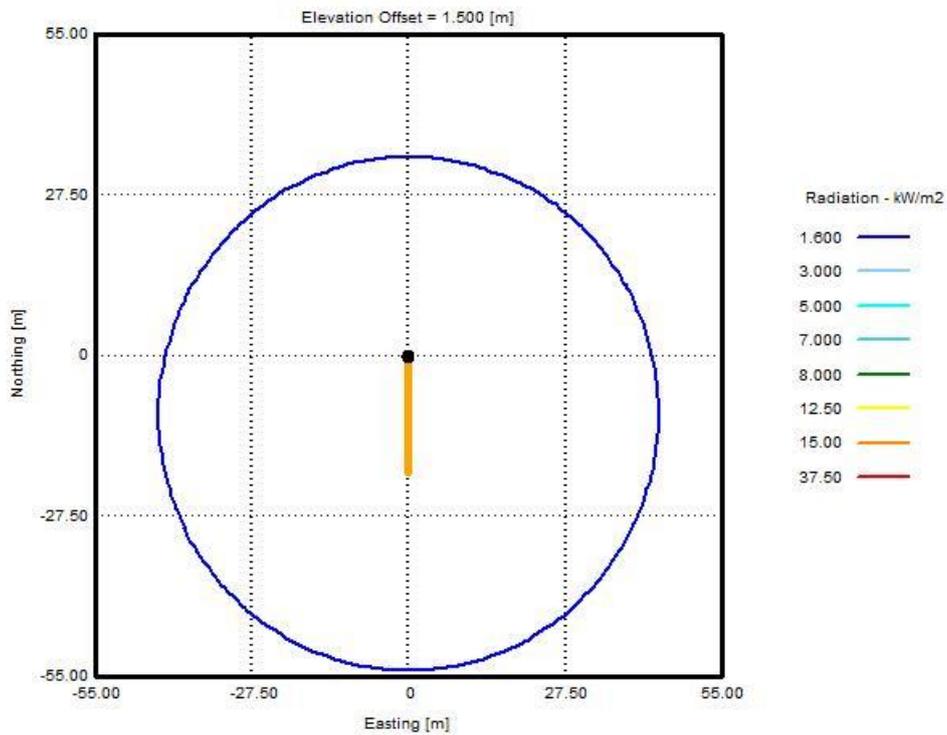


Figura 4.9: Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 1.5 m da Terra

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

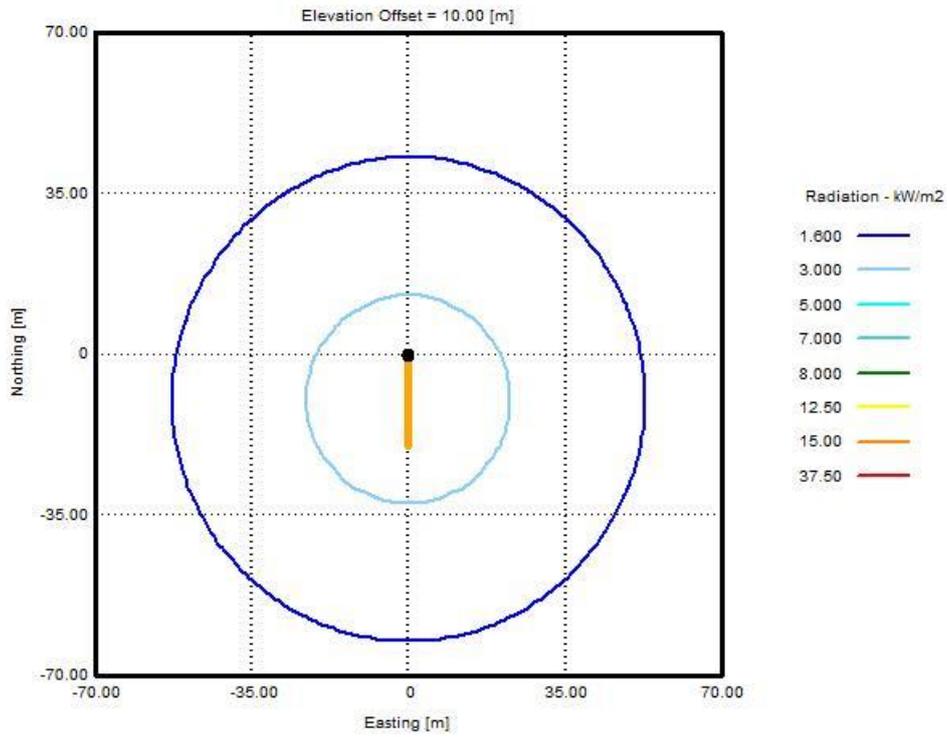


Figura 4.10: Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 10 m da Terra

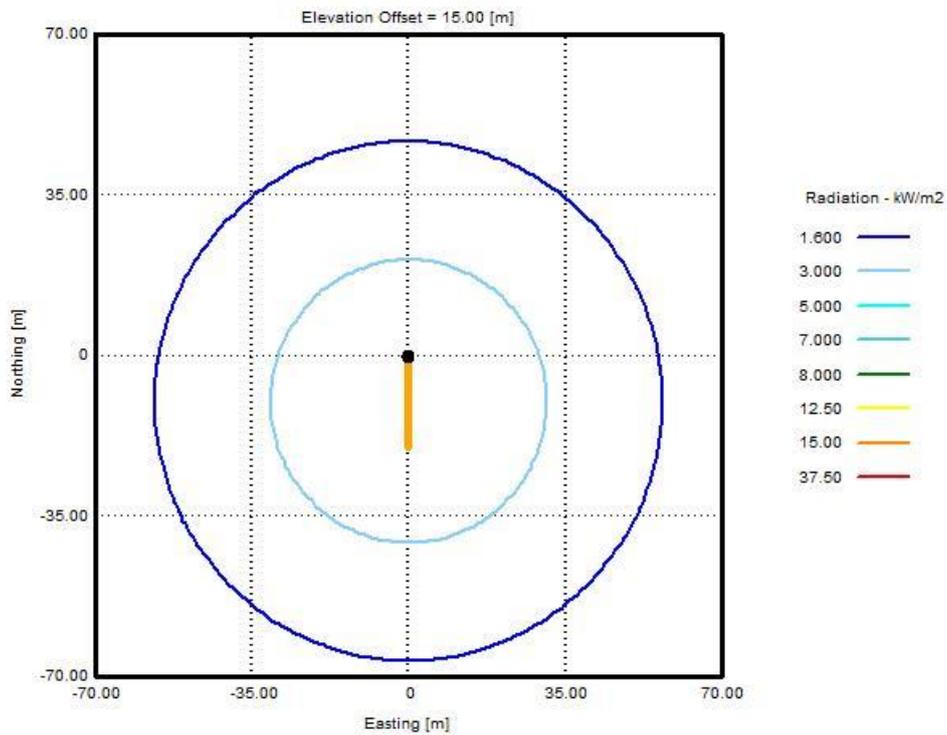


Figura 4.11: Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 15 m da Terra

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

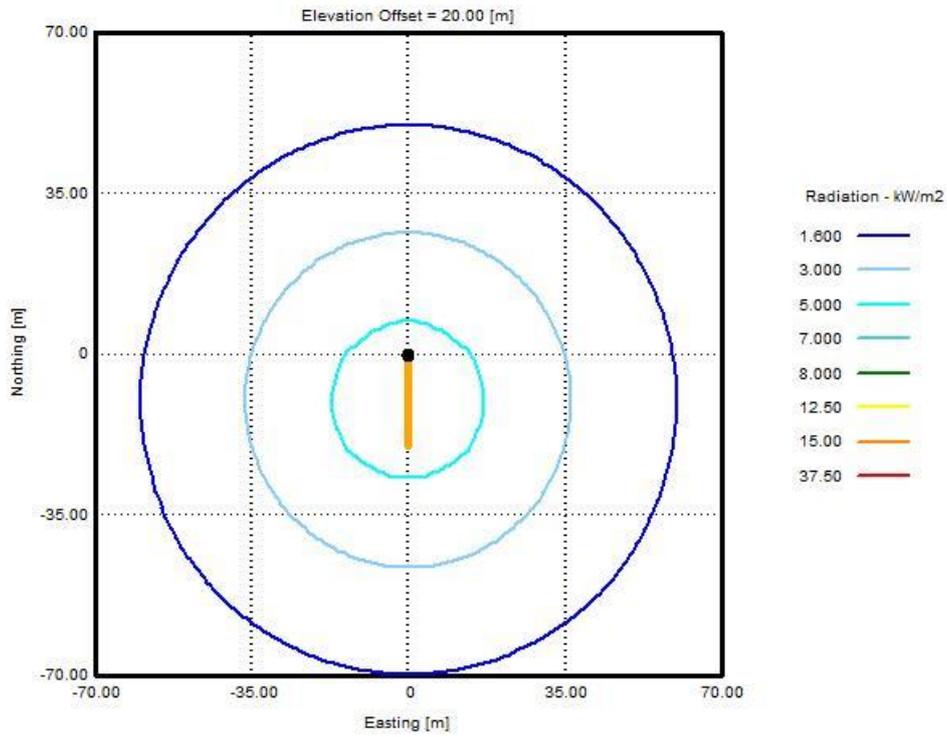


Figura 4.12: Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D e Irraggiamenti a 20 m da Terra

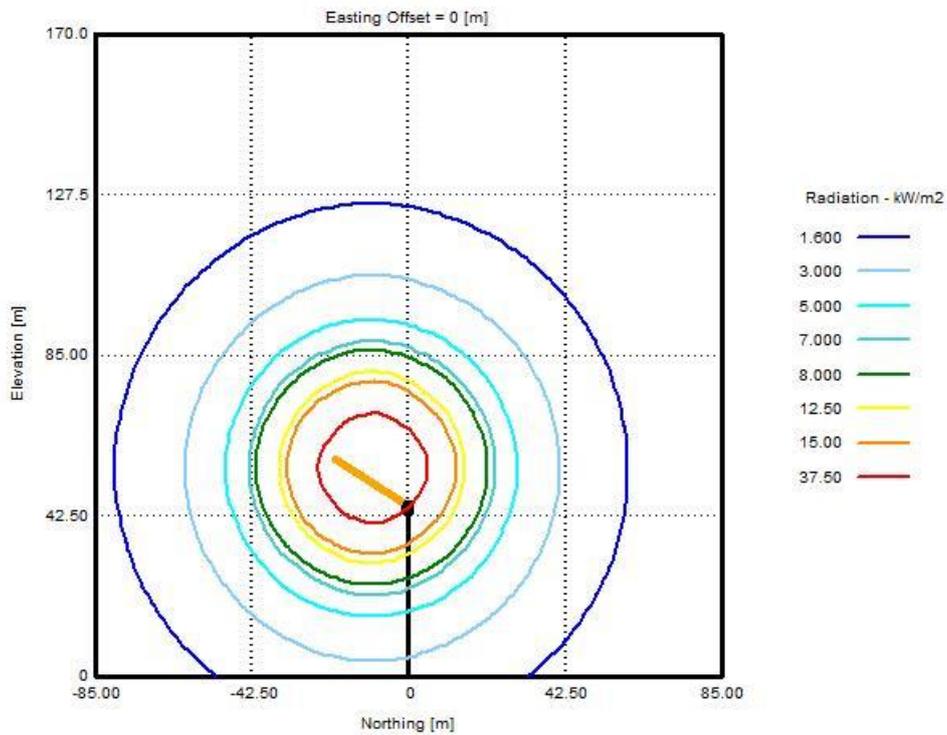


Figura 4.13: Composizione Leggera, Condizioni Meteo 5D, Vista Laterale

5 RISULTATI STUDIO DI DISPERSIONE

Nelle seguenti Figure sono riportati i risultati delle simulazioni con l'andamento dei contorni delle concentrazioni di LFL (corrispondente a $4.40E+04$ ppm) e $\frac{1}{2}$ LFL (corrispondente a $2.20E+04$ ppm) nelle diverse condizioni atmosferiche. In tutti i casi analizzati la nube di infiammabile si mantiene sempre ad una altezza superiore ai 45 m, non raggiungendo mai strutture e/o sistemi in quota presenti in impianto né tantomeno il suolo.

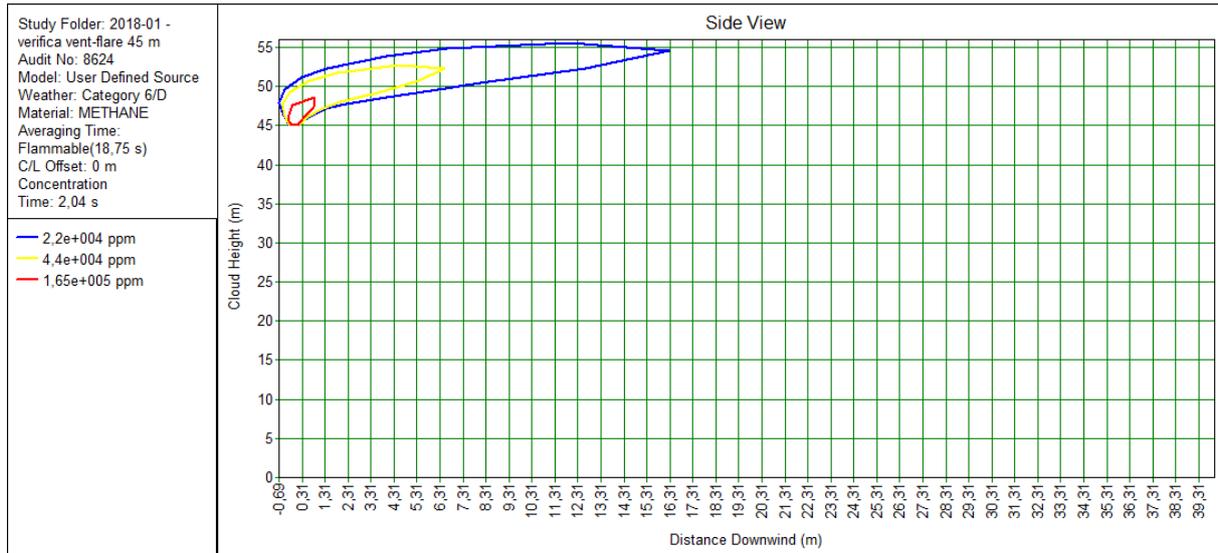


Figura 5.1: Dispersione, Velocità del Vento 6 m/s, Classe D

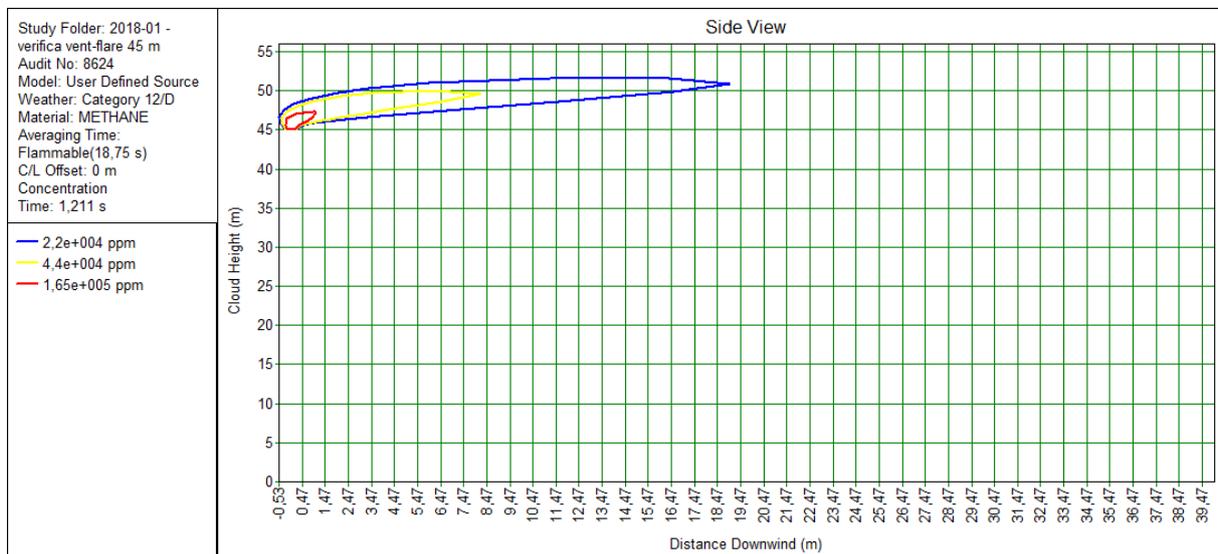


Figura 5.2: Dispersione, Velocità del Vento 12 m/s, Classe D

Deposito Costiero GNL a Marghera
 Studio di Irraggiamento e Dispersione da Torcia

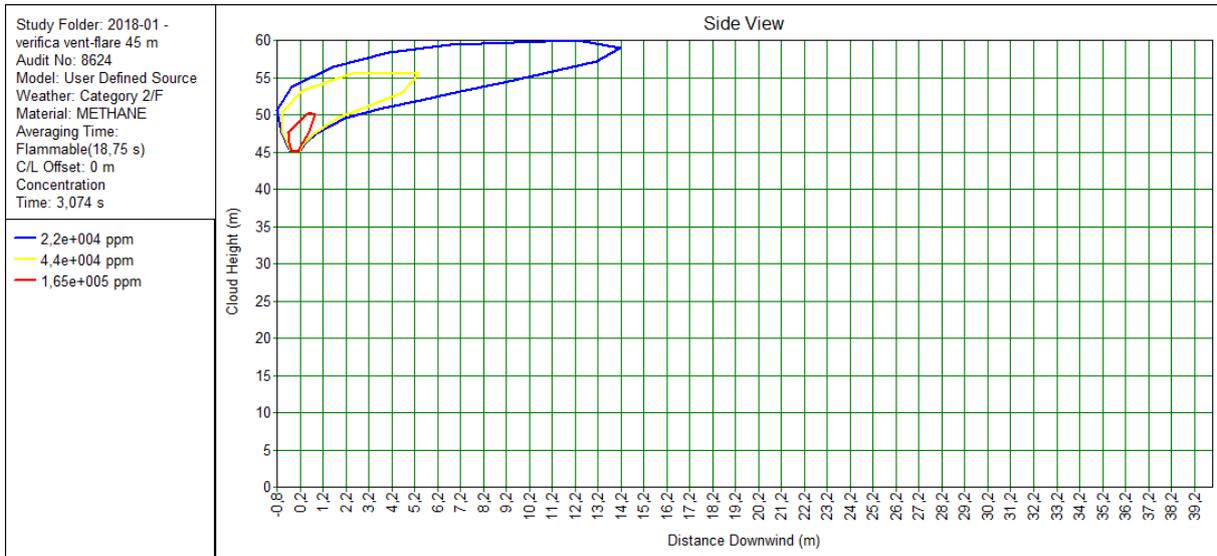


Figura 5.3: Dispersione, Velocità del Vento 2 m/s, Classe F

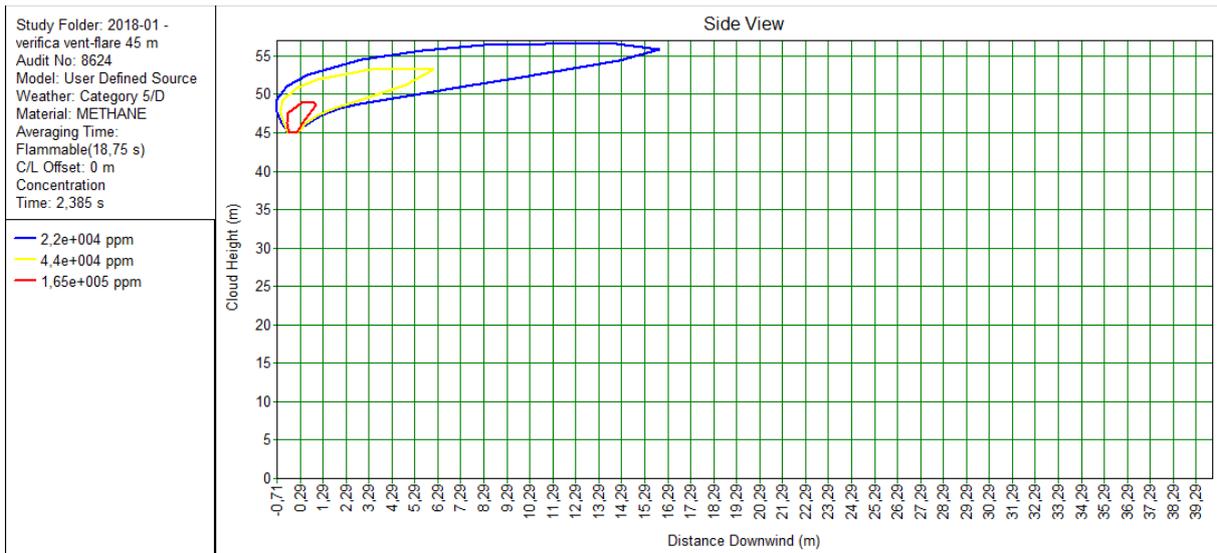


Figura 5.4: Dispersione, Velocità del Vento 5 m/s, Classe F

6 CONCLUSIONI

L'analisi dell'irraggiamento dalla torcia di impianto, in condizioni di scarico di emergenza e per le due composizioni limite (leggera e pesante) del GNL, ha mostrato che, per una torcia di altezza 45 m lo scenario peggiore per effetti sull'uomo e sulle strutture è rappresentato dallo scarico di GNL considerando le condizioni meteo 5D.

In particolare:

- ✓ Non sono raggiunte al suolo o a quote corrispondenti all'altezza delle principali apparecchiature di processo irraggiamenti pericolosi per le strutture (37.5 kW/m^2);
- ✓ Non sono raggiunti al suolo irraggiamenti pericolosi per l'uomo (corrispondenti a 5 kW/m^2 , valore soglia per lesioni irreversibili secondo il D.M. 9/5/2001). Analogamente non sono raggiunti al suolo livelli di irraggiamento pari a 3 kW/m^2 , valore massimo di esposizione per lesioni reversibili sull'uomo;
- ✓ Il valore di 3 kW/m^2 , valore massimo di esposizione per lesioni reversibili sull'uomo, è raggiunto alla quota dei serbatoi più prossimi (ubicati ad altezze dal suolo di 10 e 15 m), a distanze rispettivamente inferiori a 35 m (alla quota di 10 m dal suolo) e di circa 41 m (alla quota di 15 m);
- ✓ Il valore di 12.5 kW/m^2 , valore rappresentativo per danni alle apparecchiature di processo con potenziali effetti domino, viene raggiunto solo a quote superiori a 40 m (e comunque nell'immediato intorno della sorgente).

Lo studio di dispersione dei gas ha evidenziato che la nube di infiammabile si mantiene sempre ad una altezza superiore ai 45 m, non raggiungendo mai strutture e/o sistemi in quota presenti in impianto né tantomeno il suolo.

LEL/ALS/GMU/ALN/:sl

RINA Consulting S.p.A.

Via San Nazaro, 19 - 16145 GENOVA - Italy

Tel. +39 010 3628148 - Fax +39 010 3621078

www.rinaconsulting.org

rinaconsulting@rina.org