

CONCESSIONE MINERARIA SETTALA

AREA POZZO “TRIBIANO 1 DIR A”

MESSA IN PRODUZIONE DEL POZZO TRIBIANO 1 dir. A

RELAZIONE ILLUSTRATIVA PER U.N.M.I.G.

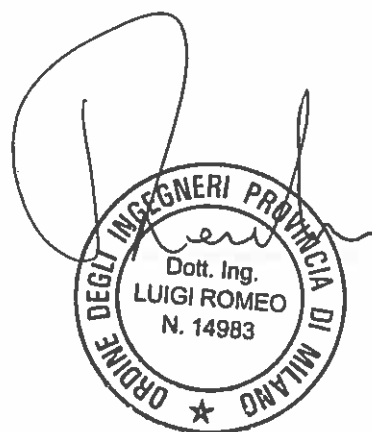
ALLEGATO:

**Doc. 101P00-00-PSA-RE-02005 RAPPORTO DI
DEPRESSURIZZAZIONE**

CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE IDROCARBURI "SETTALA"

AREA POZZO "TRIBIANO 1 DIR A"

Rapporto di depressurizzazione



Rev.	DESCRIZIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Emesso per UNMIG	DIC 14	Maris	M. Arisi	B. Leopardi
1	Revisione generale	GEN 15	Maris	M. Arisi	B. Leopardi

INDICE

1	INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	3
2	DATI DI PROGETTO	4
2.1	Dati ambientali e velocità del vento	4
2.2	Caratteristiche chimico-fisiche del gas	4
3	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE	5
3.1	Criteri di dimensionamento del sistema di depressurizzazione	5
3.2	Valore ammissibile di esposizione all'irraggiamento.....	5
4	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE	6
5	METODOLOGIA DI CALCOLO	8
6	RISULTATI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE	10
7	VERIFICA AD IRRAGGIAMENTO PER ACCENSIONE DEL GAS DI SCARICO	12
7.1	Dati di calcolo	12
7.2	Condizioni ambientali relative al vento	13
7.3	Verifica delle condizioni dinamiche di efflusso.....	13
7.4	Lunghezza di fiamma	13
7.5	Valori di irraggiamento in condizioni di calma di vento	13
7.6	Valori di irraggiamento per massima velocità del vento nella direzione prevalente ...	15
8	CONCLUSIONI	17

1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione tecnica ha lo scopo di dimensionare il sistema di depressurizzazione delle apparecchiature di estrazione e trattamento gas e idrocarburi condensati (gasolina, C4+) installate presso l'area pozzo "TRIBIANO 1 DIR A", in Concessione di coltivazione idrocarburi "SETTALA".

In particolare, la relazione descrive i criteri adottati e la metodologia di calcolo adottata per la determinazione della portata massima liberata in atmosfera in accordo alle specifiche API RP 520 e RP 521, che prevedono la riduzione della pressione interna al di sotto del 50% di quella massima di esercizio entro i primi 5 minuti del processo e il raggiungimento della soglia di 8 bar ass. nel corso dei successivi 10 minuti.

Inoltre, in conformità alle sopra richiamate specifiche API, è stata effettuata la verifica del flusso termico per irraggiamento al suolo per effetto di una eventuale accensione accidentale del gas emesso in atmosfera durante il processo di depressurizzazione degli impianti.

2 DATI DI PROGETTO

2.1 Dati ambientali e velocità del vento

L'area pozzo "TRIBIANO 1 DIR A" è ubicata all'interno della Concessione di Coltivazione Idrocarburi "SETTALA", nel territorio dell'omonimo Comune, in provincia di Milano.

Di seguito vengono riportati i principali dati ambientali di riferimento per il presente lavoro.

- Altitudine 98 m s.l.m.
- Clima continentale
- Temperatura dell'aria:
 - minima di progetto -10 °C
 - massima di progetto +40 °C
- Umidità relativa minima 30% ; massima 90%
- Vento velocità di riferimento 25 m/s (Zona 2 D.Lgs. 14/09/05), direzione prevalente SO

2.2 Caratteristiche chimico-fisiche del gas

Il gas estratto dal pozzo "TRIBIANO 1 DIR A" presenta un contenuto di metano superiore al 98,5 % molare. Non è stata inoltre rilevata la presenza anidride solforosa (H₂S).

Le principali proprietà chimico-fisiche del gas saturo sono le seguenti:

- Peso molecolare 16,42 kg/kmol
- Densità relativa 0,57
- Potere calorifico inferiore 49,29 MJ/kg

3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE

3.1 Criteri di dimensionamento del sistema di depressurizzazione

Il sistema di depressurizzazione è realizzato con lo scopo di mettere in sicurezza tutte le parti di impianto installate presso l'area pozzo, evacuando il gas contenuto all'interno di apparecchiature e tubazioni e collettando gli scarichi gassosi in atmosfera.

Il sistema interverrà automaticamente in caso di blocco di emergenza ESD (Emergency Shut Down), che provoca contemporaneamente:

- il blocco della produzione (PSD, Process Shut Down), che isola l'impianto e le varie sezioni di esso tramite la chiusura delle valvole automatiche di blocco SDV (Shut-Down Valves, che chiudono per mancanza di alimentazione pneumatica sull'attuatore di azionamento)
- la depressurizzazione degli impianti di produzione per effetto dell'apertura delle valvole automatiche di blow-down BDV (Blow-Down Valves, che aprono per mancanza di alimentazione pneumatica sull'attuatore di azionamento).

Il sistema di depressurizzazione è stato dimensionato in accordo alle raccomandazioni della norma tecnica **API RP 521**, che prevede che lo scarico del gas in atmosfera avvenga in modo da ridurre la pressione al di sotto del 50% di quella massima di esercizio nei primi 5 minuti del processo; la pressione si dovrà ridurre successivamente a 0,8 MPa ass. (8 bar ass.) nel corso dei successivi 10 minuti. Il tempo complessivo previsto per la depressurizzazione sarà quindi di **15 minuti**, al termine del quale la pressione nell'impianto non potrà essere maggiore di 8 bar ass..

Lo schema adottato è quello detto "**a depressurizzazione incontrollata**", in cui la portata diminuisce all'aumentare del tempo di depressurizzazione: pertanto, la portata massima allo scarico si ha all'istante iniziale. A valle di ciascuna valvola di blow-down è installato un **orifizio calibrato**, di sezione opportunamente calcolata, avente la funzione di limitare la portata e di conseguenza controllare l'operazione di depressurizzazione in funzione del tempo.

3.2 Valore ammissibile di esposizione all'irraggiamento

In accordo alle norme API RP 521, l'irraggiamento massimo ammissibile è pari a **4,73 kW/m²** (1500 BTU/h/ft²), comprensivo dell'irraggiamento solare medio, pari a **0,79 kW/m²** (circa 250 BTU/h/ft²).

Questo limite corrisponde alla soglia per esposizione di personale protetto per un periodo di tempo limitato, oltre il quale cresce la possibilità di fenomeni di ustioni e bruciature.

4 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE

Presso l'area pozzo "TRIBIANO 1 DIR A" sono installate le seguenti valvole di blocco SDV, azionate automaticamente mediante attuatore pneumatico:

- 100-SDV-001 sul braccio della croce di produzione del pozzo collegato alla string lunga
- 100-SDV-002 sul braccio della croce di produzione del pozzo collegato alla string corta
- 310-SDV-001 posta sulla cameretta di intercettazione del metanodotto di collegamento a punto di consegna alla rete SNAM, che blocca l'uscita del gas dall'area pozzo
- Valvole SDV di scarico liquidi sulle tubazioni di uscita dal separatore bifase 300-VA-001 e trifase 300-VA-002.

E' presente la valvola automatica di depressurizzazione 300-BDV-001, ubicata sulla tubazione in uscita dal separatore bifase 300-VA-001:

Lo scarico di detta BDV viene convogliato al soffione montato sulla vasca di raccolta acque di strato 560-VA-001 mediante un collettore dedicato, in cui confluisce anche lo scarico delle PSV a protezione delle apparecchiature in pressione esistenti. La BDV è dotata a valle della sezione di scarico di orifizio calibrato, sigla 300-FO-001, avente la funzione limitatrice della portata di scarico e di temporizzazione del processo.

Dal punto di vista del processo di depressurizzazione, gli impianti di produzione installati presso l'area pozzo "TRIBIANO 1 DIR A" sono costituiti da un'unica Sezione (Sezione 1): l'intera portata per la depressurizzazione degli impianti e delle tubazioni presenti transiterà attraverso la valvola 300-BDV-001.

La **pressione di calcolo** è stata posta pari a **74 bar rel.**, corrispondenti alla massima pressione operativa degli impianti di trattamento installati in area pozzo, al fine di rispettare il massimo valore di ingresso nella rete SNAM.

Il volume geometrico della Sezione è stato calcolato come evidenziato nella tabella che segue.

Tubazioni / Apparecchiature	Capacità Sezione [m³]
Separatore bifase 300-VA-001	0,55
Separatore trifase 300-VA-002	1,32
Colonna di disidratazione 310-VC-001	0,79
Tubazioni gas DN 2"	0,80
Totale parziale [m³]	3,46
Fattore di sicurezza	10%
Capacità geometrica [m³]	3,81

5 METODOLOGIA DI CALCOLO

La metodologia di calcolo utilizzata consente il calcolo sia delle portate massime iniziali che del diametro dell'orifizio calibrato da installare per eseguire una depressurizzazione controllata.

Il calcolo delle portate di depressurizzazione è stato eseguito utilizzando il Software AspenTech Hysys Versione 7.2, che esegue la depressurizzazione in dinamico nei tempi imposti e alla pressione finale imposta. Il calcolo del diametro degli orifizi da installare a valle delle valvole automatiche di depressurizzazione è stato eseguito utilizzando un foglio di calcolo elettronico in cui è stata implementata la metodologia di calcolo di seguito descritta.

Per eseguire il calcolo della sezione dell'orifizio è necessario conoscere il coefficiente di efflusso dell'orifizio calibrato. Il coefficiente di efflusso è funzione del numero di Reynolds e del rapporto tra il diametro della tubazione ed il diametro dell'orifizio: questo è incognito e viene calcolato per tentativi in modalità trial-and-error. Si inizia il calcolo assumendo che il coefficiente di efflusso C sia pari a 0,60 e si procede al calcolo come segue:

Calcolo del rapporto pressione interna/pressione critica β :

$$\beta = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$$

dove k è il coefficiente della trasformazione isoentropica (rapporto C_p/C_v).

Calcolo della velocità critica w:

$$w = \left(\frac{2k}{k+1} \cdot \frac{P_i}{\rho_i} \right)^{0,5}$$

dove P_i è la pressione di inizio depressurizzazione e ρ_i la densità alle condizioni iniziali.

Calcolo dell'area dell'orifizio A_c [mm²]:

$$A_c = \frac{10^6 \cdot V}{\alpha \cdot t} \cdot \ln \frac{P_i}{P_f}$$

dove:

- $\alpha = C \cdot w \cdot \beta^{\frac{1}{k}}$
- V è il volume della sezione
- P_f è la pressione a fine depressurizzazione
- t è il tempo di depressurizzazione.

Calcolo della portata massima iniziale Q_i [kg/s]:

$$Q_i = \frac{A}{A_c} \cdot \rho_i \cdot \frac{V}{\alpha} \cdot \ln \frac{P_i}{P_f}$$

dove A è l'area assunta come area definitiva dell'orifizio, che può coincidere con A_c o essere un arrotondamento della stessa.

Una volta calcolata la portata massima iniziale, si può procedere alla verifica della correttezza del coefficiente di efflusso C assunto. Si calcola il numero di Reynolds con la formula seguente:

$$Re = \frac{0,785 \cdot Q_i}{D \cdot \mu}$$

dove D è il diametro della tubazione a monte dell'orifizio e μ è la viscosità cinematica del gas.

In funzione del rapporto tra il diametro dell'orifizio D_0 e del diametro del tubo D e del numero di Reynolds calcolato, si determina su un opportuno grafico il nuovo coefficiente di efflusso C. Nel caso si trovasse un valore diverso da quello di primo tentativo si ripete il calcolo con il nuovo valore. Normalmente si verifica che i valori di portata e del rapporto D_0/D portano a confermare il coefficiente $C = 0,60$ come il più conservativo.

6 RISULTATI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DEPRESSURIZZAZIONE

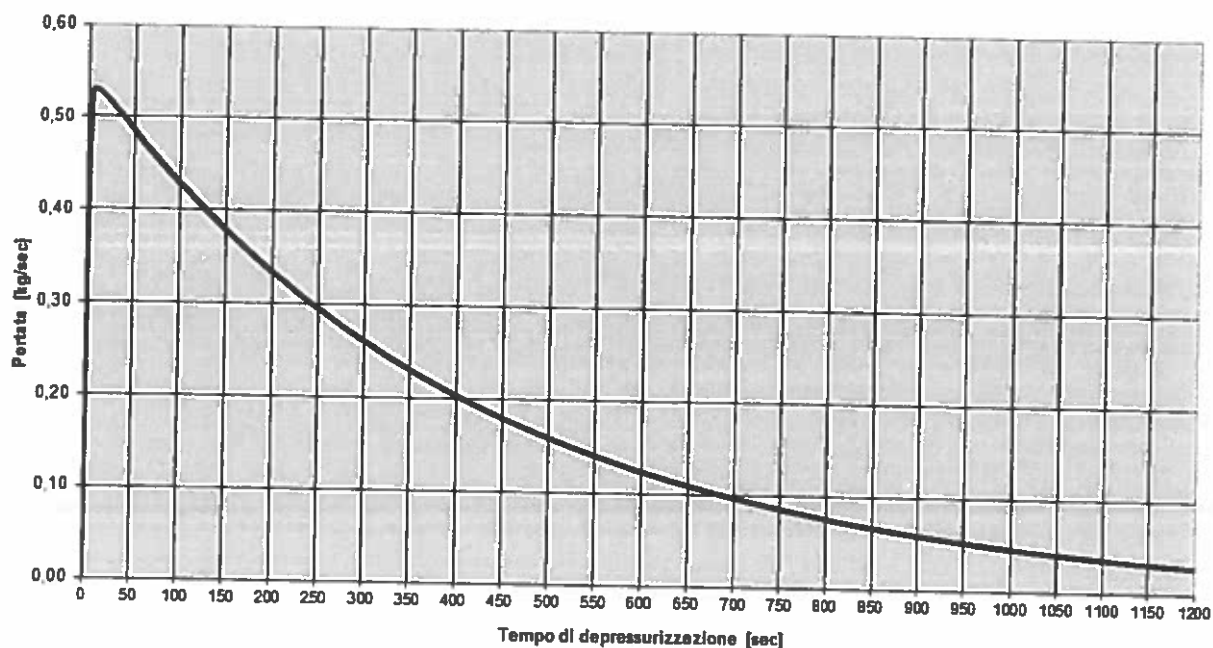
Sulla base dei criteri esposti ai paragrafi precedenti, si riassumono nella tabella che segue i principali risultati del calcolo.

<i>Sezioni</i>	Valvola di blow-down	Pressione di calcolo [bar ass.]	Max. portata di scarico [kg/s]	Diametro Orifizio [mm]	Sigla orifizio
Sezione 1	300-BDV-001	75	0,52	8,40	300-FO-001

La massima portata in atmosfera si ha all'istante iniziale e risulta pari a **1872 kg/h (0,52 kg/s)**. La temperatura minima del gas allo sfiato raggiunge i **-22°C**.

Nei grafici che seguono sono riportati rispettivamente l'andamento in funzione del tempo della portata di scarico e della pressione all'interno degli impianti.

Area pozzo TRIBIANO 1 dir A - Depressurizzazione API RP
Andamento Portata vs. Tempo



AREA POZZO "TRIBIANO 1 DIR A"

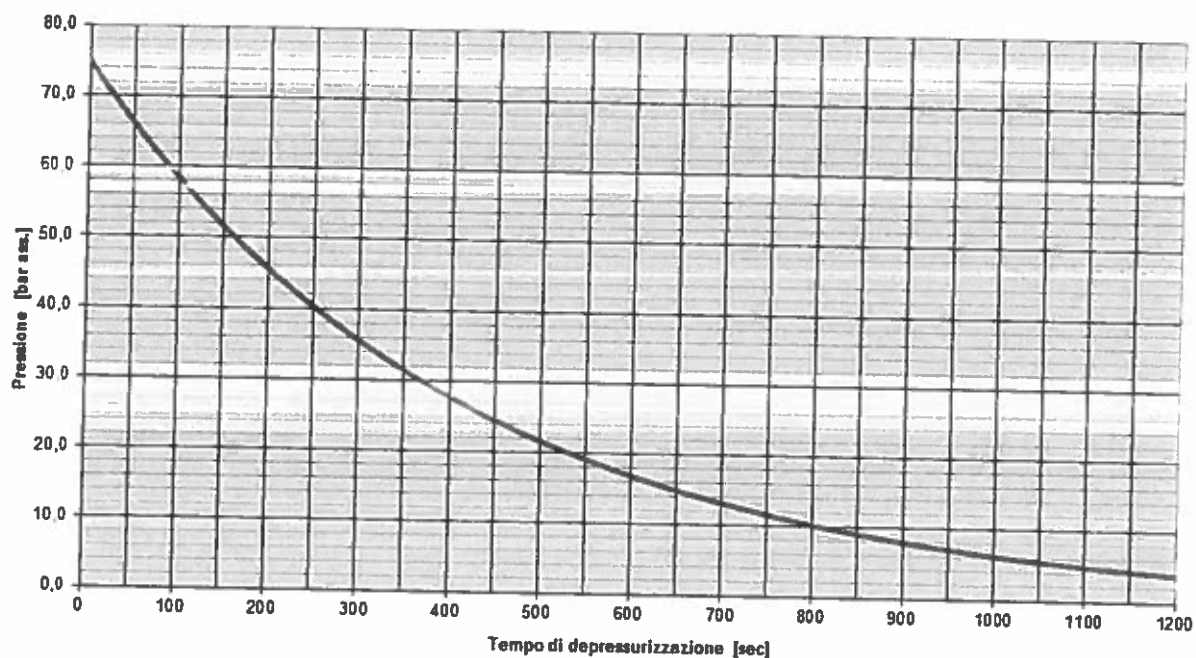
Codifica Doc.

101P00-00-PSA-RE-02005

Rapporto di depressurizzazione

Rev. 1 - GEN 15

Area pozzo TRIBIANO 1 dir A - Depressurizzazione API RP 521
Andamento Pressione vs. Tempo



7 VERIFICA AD IRRAGGIAMENTO PER ACCENSIONE DEL GAS DI SCARICO

I calcoli per la verifica del flusso termico per irraggiamento sono stati eseguiti mediante il software Softbit FLARESIM secondo la procedura di calcolo contenuta dalla normativa API RP 521 al punto 4.4.2.3 e nell'Appendix C della normativa medesima, considerando che al momento dell'emissione in atmosfera il gas si può accendere a causa di scariche atmosferiche o di elettricità statica.

In particolare, la procedura di calcolo prevista dalla Specifica API RP 521 considera tutta la radiazione emessa da un punto, detto "centro di fiamma".

L'irraggiamento massimo ammissibile è pari a $4,73 \text{ kW/m}^2$ (comprensivo dell'irraggiamento solare medio pari a $0,79 \text{ kW/m}^2$). Tale valore limite andrà verificato in prossimità del punto di immissione della nube di gas in atmosfera e nei punti in cui si può avere presenza di persone, sia all'interno che all'esterno dell'area pozzo.

7.1 Dati di calcolo

Di seguito si riassumono i dati principali utilizzati per il calcolo del flusso termico liberato per irraggiamento a seguito dell'accensione accidentale della nube di gas emessa in atmosfera tramite il soffione montato sulla vasca raccolta liquidi 560-TA-001:

• Diametro nominale soffione	DN 10"
• Diametro nominale sezione di scarico	DN 8" (203 mm)
• Quota sezione di scarico dal suolo	7,5 m
• Numero di Mach massimo ammissibile	0,80
• Portata gas infiammabile	0,52 kg/s
• Temperatura gas in uscita	251 K
• Potere Calorifico Inferiore del gas	49,29 MJ/kg
• Coefficiente isoentropica	1,31
• Pressione atmosferica	1,013 bar a
• Temperatura dell'aria	308 K
• Densità aria	1,02 kg/m ³
• Umidità relativa di calcolo	60 %

La frazione di calore radiato è quella indicata dalle API 521 per il gas naturale nella tabella 9 al punto 4.4.2.3.3 mentre la trasmissività atmosferica τ è stata calcolata come punto C.3.6 dell'Appendix C delle API RP 521:

$$\tau = 0,79 \cdot \left(\frac{100}{R_H}\right)^{\frac{1}{16}} \cdot \left(\frac{30}{D}\right)^{\frac{1}{16}}$$

in cui:

- R_H umidità relativa dell'aria
- D distanza fra il centro di fiamma e il bersaglio.

7.2 Condizioni ambientali relative al vento

Nel presente studio, per ciascun braccio di scarico sono state considerate le seguenti condizioni di velocità del vento:

- la condizione di **calma di vento**;
- la condizione contraddistinta dalla **velocità massima del vento, pari a 25 m/s** secondo la **direzione prevalente SO**.

Tali condizioni sono rappresentative delle condizioni estreme relative alla lunghezza della fiamma, alla traslazione del centro di fiamma e quindi della deflessione della fiamma stessa.

7.3 Verifica delle condizioni dinamiche di efflusso

Di seguito si riassumono i valori ottenuti dal calcolo per i principali parametri fluidodinamici.

- | | |
|--------------------------|-----------|
| • Velocità del suono | 410,1 m/s |
| • Velocità gas in uscita | 20,34 m/s |
| • Numero di Mach | 0,0496 |

Come si può osservare, la velocità allo scarico si mantiene di gran lunga inferiore al valore limite di 0,8 Mach raccomandato dalle Specifiche API RP 521.

7.4 Lunghezza di fiamma

In corrispondenza della portata massima di scarico la fiamma presenta una lunghezza teorica di 11,47 m.

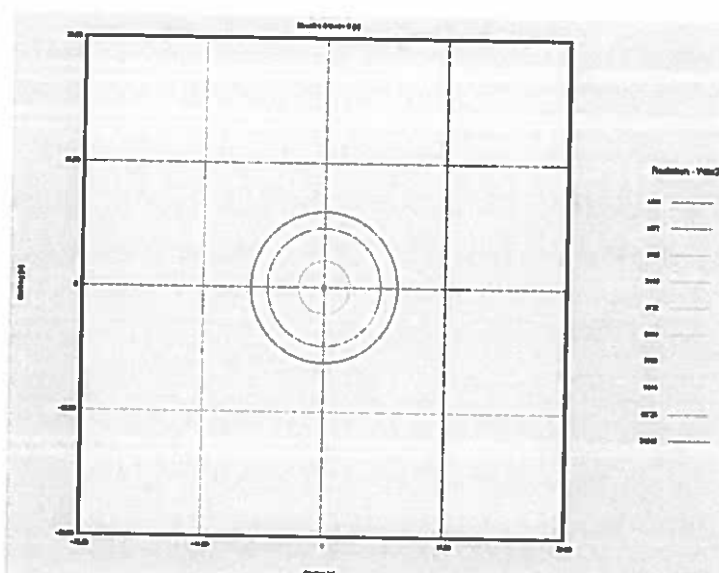
7.5 Valori di irraggiamento in condizioni di calma di vento

In un riferimento cartesiano tridimensionale avente origine alla base del soffione della vasca di raccolta liquidi 560-TA-001, direzione Y coincidente con il Nord geografico

(positivo Nord, negativo Sud), direzione X coincidente con l'Est geografico (positivo Est, negativo Ovest) e direzione Z (elevazione) normale al piano X-Y precedentemente descritto (positivo verso l'alto), le coordinate di fiamma sono le seguenti:

Calma di vento		X	Y	Z
Punto di inizio fiamma (tip)	(m)	0,00	0,00	7,50
Centro di fiamma	(m)	0,00	0,00	13,24
Punto terminale fiamma	(m)	0,00	0,00	19,24

Nella figura che segue sono riportate le isoplete raffiguranti i valori del flusso di calore trasmesso per irraggiamento al suolo (piano X-Y), in corrispondenza dell'efflusso dell'intera portata di scarico dal soffione nelle condizioni di vento considerate.



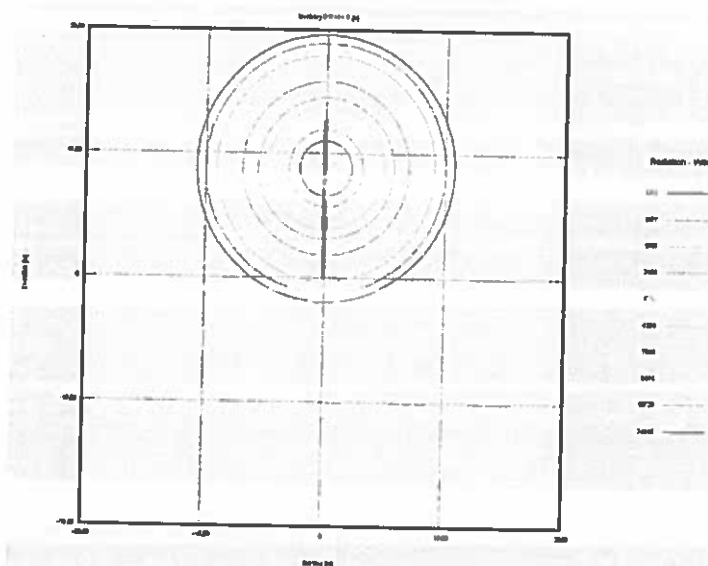
Nella figura che segue è invece rappresentata la medesima condizione nel piano Z (elevazione) -Y (Est geografico).

AREA POZZO "TRIBIANO 1 DIR A"

Rapporto di depressurizzazione

Codifica Doc.
101P00-00-PSA-RE-02005

Rev. 1 - GEN 15



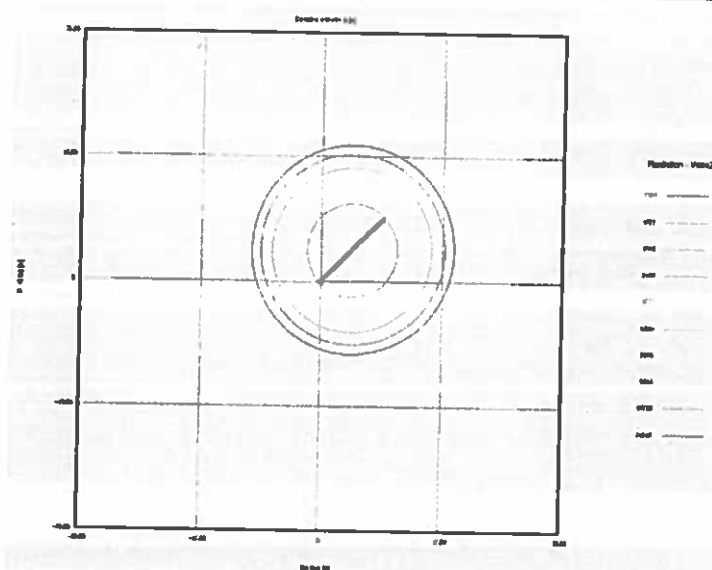
Dall'esame delle figure sopra esposte si può osservare che, nelle condizioni di calma di vento, il valore di irraggiamento al suolo è inferiore al valore limite di $4,73 \text{ kW/m}^2$, inclusivo della radiazione solare media.

7.6 Valori di irraggiamento per massima velocità del vento nella direzione prevalente

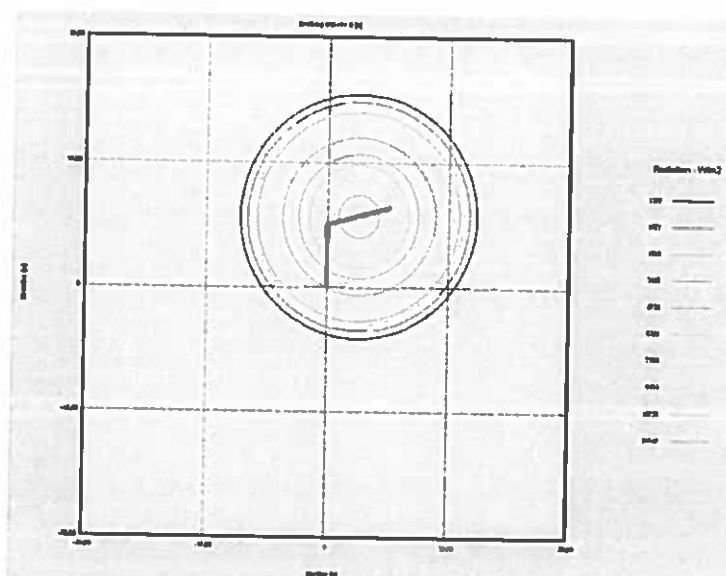
In un riferimento cartesiano tridimensionale avente origine alla base del soffione della vasca di raccolta liquidi 560-TA-001, direzione Y coincidente con il Nord geografico (positivo Nord, negativo Sud), direzione X coincidente con l'Est geografico (positivo Est, negativo Ovest) e direzione Z (elevazione) normale al piano X-Y precedentemente descritto (positivo verso l'alto), le coordinate di fiamma sono le seguenti:

Velocità vento 25 m/s, direzione SO		X	Y	Z
Punto di inizio fiamma (tip)	(m)	0,00	0,00	7,50
Centro di fiamma	(m)	3,83	3,83	8,51
Punto terminale fiamma	(m)	7,66	7,66	9,52

Nella figura che segue sono riportate le isoplete raffiguranti i valori del flusso di calore trasmesso per irraggiamento al suolo (piano X-Y), in corrispondenza dell'efflusso dell'intera portata di scarico dal soffione nelle condizioni di vento considerate.



Nella figura che segue è invece rappresentata la medesima condizione nel piano Z (elevazione) –Y (Est geografico).



Dall'esame delle figure sopra esposte si può osservare che, anche nelle condizioni di velocità massima del vento secondo la direzione prevalente, il valore di irraggiamento al suolo è inferiore al valore limite di $4,73 \text{ kW/m}^2$, inclusivo della radiazione solare media.

8 CONCLUSIONI

I calcoli effettuati hanno permesso di dimensionare il sistema di depressurizzazione necessario alla messa in sicurezza degli impianti di area pozzo, in accordo a quanto richiesto dalla normativa di riferimento. In particolare, è stata determinata la portata massima (iniziale) di scarico in atmosfera mediante la determinazione del diametro dell'orifizio calibrato di governo del processo.

La valutazione dell'irraggiamento prodotto per accensione accidentale della nube di gas rilasciata ha dimostrato che ad altezza uomo, sia all'interno dell'area pozzo che all'esterno della stessa, è rispettato il valore minimo di soglia di $4,73 \text{ kW/m}^2$ (inclusiva della radiazione solare media) che garantisce le persone eventualmente presenti da danni derivanti dagli effetti termici del flusso trasmesso dalla fiamma verso il suolo.