

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 1: Bracci di Carico/Scarico GNL e Banchina

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 1: Bracci di Carico/Scarico GNL e Banchina  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 9,3 barg  
134,8851 psig  
9,4833608 Kg/cm2 eff.  
Temperatura: -158,4 °C  
Sostanza o Miscela Chiave: METANO  
Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Tutela del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30°C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473, le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>35</b>	

2.4.2 Rischi generali di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Moltiplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	25	Operazioni che comportano allacciamento e distacco tubazioni (valvole PERC). Lo scarico del GNL alla piattaforma comporta che i bracci di carico vengano connessi alla stessa all'inizio dell'operazione e vengano poi sconnessi al termine.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Le attività di carico/scarico del GNL non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>35</b>	

2.4.3 Rischi particolari di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 9,3 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata		25	
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-158,4°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -158 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Costruzione saldata per la maggior parte dei giunti, utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta, premistoppa delle pompe e delle valvole a tenuta stagna.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causati da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di gas naturale, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi che utilizzano sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto. La nave è allacciata al sistema di messa a terra della piattaforma.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>145</b>	

2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	2300	La quantità è calcolata considerando la massima capacità del vettore navale previsto in arrivo al Terminal, pari a 5000 m <sup>3</sup> di GNL con densità pari a circa 460 kg/m <sup>3</sup> (composizione di riferimento: GNL pesante)
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	200	Il valore è desunto dalla Figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	15	Altezza stimata per la struttura dei bracci di carico sul livello del mare
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	400	Area in m <sup>2</sup> della banchina.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	30	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Quantità compresa tra 1 e 5 t, altezza da terra <2 m.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	30	Non si ritiene pienamente applicabile ma, poiché le operazioni di scarico della nave gasiera potranno durare fino a un massimo di 12 ore, si adopera un fattore pari a 30 considerando l'altezza dal livello del mare superiore a 10 m.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	Considerando la superficie del mare molto estesa non si attribuisce alcuna penalità.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	50	Area di lavoro ridotta.
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>80</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**

**2.5.1 indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IT (Indice Intrinseco di Tossicità)	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		0,80	I bracci di carico sono dotati del sistema perc e sono in acciaio criogenica e hanno alti indici di affidabilità.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,50	Considerando che i serbatoi sulle navi sono a doppio contenimento, atti a resistere alla pressione (0,5)
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,86	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia o ad un ricevitore chiuso (0,9). Liquidi scaricati attraverso tubazioni in serbatoio di scarico (0,95).
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,138</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni vengono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inerte permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0.7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0.8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare ed esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

## 3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

3.2.1 Protezioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non sono previste pareti, barriere o dispositivi simili antincendio a protezione della tubazione.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,53	Isolamento esterno dal fuoco, getto d'acqua fisso con monitori (0,95). La protezione è anche in grado di resistere ad agenti corrosivi e a fuoriuscite di liquidi (0,75). Tutti gli apparecchi di stoccaggio o di processo dell'unità contenenti liquidi o gas liquefatti sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75).
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,534</b>	

3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,65	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90). Cui sulle linee di processo siano impiegate connessioni flessibili provviste di unità di accoppiamento autosigillanti (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,648</b>	

3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,95	Rilevatori di incendio in grado di rispondere in qualsiasi punto entro 2-5 minuti.
3.2.3.2	Estintori portatili		0,85	Provista adeguata di estintori d'incendio specializzati.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,90	Il bacino di contenimento eventuali rilasci GNL al pontile è dotato di installazione a schiuma.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,90	Considerando possibile intervento del rimorchiatore alla banchina. Si assume il fattore 0,90
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,338</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-158,4	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	35	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	35	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	145	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	2300	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	200	Fattore quantità
2.4.5	L	80	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	15	Altezza in metri
2.4.5.2	N	400	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	200,93	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,138	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,534	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,648	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,338	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO****INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	120,75	grave
C	3,15	moderato
A	1455,51	molto alto
G	53269,59	grave
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	1,77	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,30	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	12,53	basso
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	82,71	basso
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

**METODOLOGIA AD INDICI**

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

**CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE**

**Unità 2: Condotta di trasferimento da banchina ai serbatoi di stoccaggio GNL**

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 2: Condotta di trasferimento da banchina ai serbatoi di stoccaggio GNL  
Sostanza: METANO

**INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI**

Pressione: 9 barg  
130,534 psig  
9,177 Kg/cm2 eff.  
Temperatura: -158 °C  
Sostanza o Miscela Chiave: METANO  
Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

**2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Tutela del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473, le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

2.4.2 **Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione			Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Il trasferimento del GNL avviene con una condotta permanente e completamente chiusa.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Le attività di scarico del metano non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

2.4.3 **Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 9,3 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-145,9°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -146 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	La condotta è saldata per la maggior parte dei giunti, utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta, ma minimizzati.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	20	Questo fattore tiene conto dell'usura relativa a dispositivi ed apparecchiature soggetti a movimentazione. Per pompe/compressori si applica un fattore 20.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300		Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>165</b>	

2.4.4 **Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	7	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando la lunghezza della condotta da 8" pari a circa 560 m e densità pari a circa 460 kg/m <sup>3</sup> .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	40	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

2.4.5 Rischi connessi al layout

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	0	La condotta, con diametro 8, corre in una trincea sotto al livello del suolo. Conservativamente consideriamo l'altezza del suolo.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	2630	Nel caso di tubazioni in trincea o per unità di tubazioni in linea installate a livello del suolo o vicino ad esso, l'area normale di lavoro si definisce come prodotto della larghezza effettiva della trincea contenente la tubazione, per la lunghezza. = 5m*526
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	La sostanza viene convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	125	Area di lavoro normale maggiore di 2000 m2.
<b>Totale Rischi Rischio connessi al layout L =</b>			<b>125</b>	

2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

2.5 Parametri relativi alla Tossicità

2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori della sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,86	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia (0,9). Liquidi scaricati attraverso tubazioni in serbatoio di scarico (0,95).
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,345</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni vengono segnalate da svariati indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazioni alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =			0,487	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non sono previste pareti, barriere o dispositivi similari antincendio a protezione della tubazione.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Tutti gli apparecchi di stoccaggio e di processo dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75).
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,95	Rilevatori di incendio automatici e manuali (pulsanti d'allarme) in grado di rispondere in qualsiasi punto entro 2-5 minuti.
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitor con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,75	Sistemi di inertizzazione fissi nell'unità.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,368</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-158	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	165	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	7	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	40	Fattore quantità
2.4.5	L	125	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	0	Altezza in metri
2.4.5.2	N	2630	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	114,23	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,345	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggimento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,368	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO****INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	0,06	lieve
C	2,90	moderato
A	0,00	lieve
G	114,23	moderato
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F · (K1 · K3 · K5 · K6)	0,00	lieve
C' = C · (K2 · K3)	0,28	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	0,00	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,75	lieve
Tu' = Tu · (K2 · K3)	0,10	lieve

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 3: Sebatoio di Stoccaggio GNL

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 3: Sebatoio di Stoccaggio GNL  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 9 barg  
130,534 psig  
9,177 Kgf/cm<sup>2</sup> eff.  
Temperatura: -145,8 °C  
Sostanza o Miscela Chiave: METANO  
Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

**2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN, le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polymerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuso.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Non Applicabile. Le attività di trasferimento del metano in questa Unità non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 9 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale (-145,8°C) sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-145,8°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -145 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causati da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante. Si assume il fattore 40 in considerazione del fatto che i serbatoi sono a doppio contenimento.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	0	Si assume il fattore 0 in considerazione del fatto che i serbatoi sono a doppio contenimento. In caso di rilascio da parte del serbatoio interno il GNL resterà contenuto dal secondo serbatoio.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzanti sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>115</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	3500	La quantità è arrotondata per eccesso considerando 9 serbatoi pieni fino ad un massimo di 8000 m <sup>3</sup> e densità del GNL pari a circa 440 kg/m <sup>3</sup>
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	120	Il valore è desunto dalla figura 6 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	10	Il serbatoio esterno è alto circa 7 m. Si approssima a 10 m.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	4500	Area in m <sup>2</sup> approssimativamente occupata dal serbatoio.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	30	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	30	Si tratta di serbatoi di stoccaggio alti circa 6 m poggiati su dei sostegni. Inoltre il centro di gravità del contenuto si trova ad una altezza inferiore a 10 m. Conservativamente di applica un valore pari a 30.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Il serbatoio è a doppio contenimento totale.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. I serbatoi non sono interrati e non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	Il serbatoio è a doppio contenimento totale. Inoltre in caso di sversamenti da punti di giuntura tra le tubazioni e il serbatoio, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	125	Area di lavoro normale maggiore di 2000 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>155</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**

**2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,38	Stoccaggio refrigerato in pressione a doppio contenimento totale, in grado di resistere alla pressione (0,50). E' inoltre presente un bacino di contenimento in caso di sversamenti da giunture tra le tubazioni e il serbatoio con requisiti standard per liquidi infiammabili (0,95). Tale bacino ha perfetta tenuta tale che la sostanza dispersa non possa disperdersi o permeare il terreno (0,8 aggiuntivo).
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,138</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertiata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

## 3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di vincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazione delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Tutti i serbatoi di stoccaggio dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) e di allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica o a quelli del corpo nazionale aggiuntivo (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		0,90	Impianto a schiuma a protezione del bacino di contenimento trafilemanti GNL posizionato sotto ogni serbatoio.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,376</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-145,8	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	115	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	3500	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	120	Fattore quantità
2.4.5	L	155	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	10	Altezza in metri
2.4.5.2	N	4505	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	130,17	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,138	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,376	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO****INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	16,32	alto grado I
C	2,40	basso
A	492,36	molto alto
G	5730,10	molto alto
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,30	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,23	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	4,71	lieve
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	15,47	lieve
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 4: Pompa di Carico Bettoline e Condotta di Trasferimento alla Banchina

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 4: Pompa di Carico Bettoline e Condotta di Trasferimento alla Banchina  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 8 barg  
116,030 psig  
8,158 Kg/cm2 eff.

Temperatura: -152 °C

Sostanza o Miscela Chiave: METANO

Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
<b>Riferimento Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo Valori</b>	<b>Fattore Adottato</b>	<b>Giustificazione Parametri</b>
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Tutela del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473 le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

#### 2.4.2 Rischi generali di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contentori trasportabili	10/100	0	Non Applicabile. Le attività di trasferimento del metano in questa Unità non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

#### 2.4.3 Rischi particolari di Processo

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 8 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-152°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -152 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e quarzizioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causati da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzanti sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>145</b>	

#### 2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	250	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando il carico massimo della bettonina pari a 500 m <sup>3</sup> e densità del GNL pari a circa 483 kg/m <sup>3</sup> .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	100	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	0	La condotta, con diametro 2", scorre in trincea. Conservativamente consideriamo l'altezza del suolo.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	2630	Nel caso di tubazioni in trincea o per unità di tubazioni in linea installate a livello del suolo o vicino ad esso, l'area normale di lavoro si definisce come prodotto della larghezza effettiva della trincea contenente la tubazione, per la lunghezza. = 5m*526
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	30	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	30	Non si ritiene pienamente applicabile ma, poiché le operazioni di carico della bettonina potranno durare anche alcune ore, si adopera un fattore pari a 30 considerando l'altezza dal livello del mare superiore a 10 m.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	125	Area di lavoro normale maggiore di 2000 m2.
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>155</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**

**2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

3.1.1 Contenimento				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,363</b>	

3.1.2 Controllo del Processo				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazioni alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedire l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

3.1.3 Atteggimento per la Sicurezza				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
Prodotto Fattori Atteggimento Sicurezza K3 =			0,487	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Tutti gli apparecchi di stoccaggio o di processo dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) e di allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica o a quelli del corpo nazionale aggiuntivo (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,418</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-152	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	145	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	250	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	100	Fattore quantità
2.4.5	L	155	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	0	Altezza in metri
2.4.5.2	N	2630	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	132,83	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,418	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO****INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	2,00	lieve
C	2,70	moderato
A	0,00	lieve
G	132,83	moderato
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,11	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,26	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	0,00	lieve
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	1,05	lieve
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 5: Sistema di Re-liquefazione

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 5: Sistema di Re-liquefazione  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 7 barg  
101,526 psig  
7,138 Kgf/cm<sup>2</sup> eff.  
Temperatura: -145 °C  
Sostanza o Miscela Chiave: METANO  
Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

**2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassolegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473 le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polymerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Non Applicabile. Le attività di trasferimento del metano in questa Unità non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 7 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-145°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -145 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfera corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causati da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>145</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	0,2	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando il serbatoio di accumulo con capacità 0.5 m <sup>3</sup> e densità del GNL pari a circa 450 kg/m <sup>3</sup> . Il calcolo è ritenuto conservativo in quanto il serbatoio non viene mai sfruttato completamente.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	2	Il valore è desunto dalla figura 5 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	2,5	L'altezza media dell'impianto di re-liquefazione è 2,5 m.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	150	Area in m <sup>2</sup> approssimativamente occupata dal sistema di re-liquefazione.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Quantità di sostanza infiammabile < 1, altezza della base inferiore a 2 m.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	La base del serbatoio è a meno di 2 metri da terra.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza dell'unità inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. Non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	50	L'area di lavoro è inferiore ai 400 m <sup>2</sup> .
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>50</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità****2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile. Il serbatoio di accumulo non è in pressione.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,363</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		1,00	
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,247</b>	

3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E' previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =			0,487	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dell'incendio		0,75	Tutti gli apparecchi dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,81	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90) e di allarmi d'incendio fissi collegati direttamente ai vigili del fuoco di fabbrica o a quelli del corpo nazionale aggiuntivo (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori schiuma (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,418</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-145	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	145	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,2	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	2	Fattore quantità
2.4.5	L	50	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	2,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	150	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	78,90	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,247	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,418	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO**

**INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	0,03	lieve
C	2,70	moderato
A	2,32	lieve
G	89,76	basso
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F · (K1 · K3 · K5 · K6)	0,00	lieve
C' = C · (K2 · K3)	0,33	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	0,07	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,89	lieve
Tu' = Tu · (K2 · K3)	0,13	lieve

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

### DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

### Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità 6: Torcia

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 6: Torcia  
Sostanza: METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 9 barg  
130,534 psig  
9,177 Kgf/cm2 eff.

Temperatura: 0 °C

Le condizioni di design P e T riportate si riferiscono al KO Drum

Sostanza o Miscela Chiave: METANO

Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

**2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	Non applicabile.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	Non applicabile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	-20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	-20	Valore raccomandato per il metano allo stato gassoso.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non Applicabile.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	0	Non Applicabile.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>-25</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Scarico a Torcia: operazione di processo che non comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico. In ogni caso la misura viene eseguita in sistema chiuso che utilizza tubazioni di processo fisse.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Non Applicabile. Le attività di trasferimento del metano in questa Unità non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 9,3 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Non Applicabile.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	0	L'Unità non è soggetta a vibrazioni o carichi ciclici causate da macchinari e le condizioni di processo possono essere considerate stabili.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	0	Non Applicabile. Il processo non prevede funzionamento vicino/entro il campo di esplosività.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	0	Non Applicabile.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzanti sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>90</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	0,25	Quantità calcolata per eccesso ipotizzando il volume del KO Drum (30 m <sup>3</sup> ) alle condizioni di design 9 Barg e 0 °C
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	2,2	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	10	Altezza della torcia.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadri N =	--	250	Area sterile.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Non Applicabile. La torcia è un sistema di sicurezza per scarichi controllati, la sua elevazione è legata all'evitare appunto eventuali effetti domino in caso di scarico.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Accesso adeguato per le operazioni antincendio.
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>0</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità****2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,90	Le condotte saranno interamente saldate, radiografate al 100%. Si escludono accoppiamenti flangiati per quanto possibile.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,403</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8)
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

## 3.1.3 Atteggimento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E' previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
Prodotto Fattori Atteggimento Sicurezza K3 =			0,487	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non sono previste pareti, barriere o dispositivi similari antincendio a protezione della tubazione.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		1,00	
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>1,000</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista per definizione di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio			
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Cautelativamente non è stato applicato un fattore di compensazione.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		1,00	
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	La squadra di emergenza sarà definita prima dell'avvio delle attività. Non è stato adottato, cautelativamente, un fattore di compensazione.
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,574</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	0	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	-25	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	-20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	90	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,25	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	2,2	Fattore quantità
2.4.5	L	0	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	10	Altezza in metri
2.4.5.2	N	250	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	33,30	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,403	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	1,000	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,574	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO**

**INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	0,02	lieve
C	1,75	basso
A	9,42	lieve
G	38,48	basso
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,002	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,17	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	0,26	lieve
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	0,62	lieve
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 7: Pompa di Carico Autocisterne

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 7: Pompa di Carico Autocisterne  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 8 barg  
116,030 psig  
8,158 Kg/cm2 eff.

Temperatura: -145 °C

Sostanza o Miscela Chiave: METANO

Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
<b>Riferimento Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo Valori</b>	<b>Fattore Adottato</b>	<b>Giustificazione Parametri</b>
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Lutzazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30°C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473 le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Non avvengono cambiamenti di stato. Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Multiplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Il trasferimento del GNL fino alla pensilina di carico avviene con una condotta permanente e completamente chiusa.
2.4.2.4	Contentori trasportabili	10/100	0	Le attività di trasferimento del GNL dai serbatoi alla pensilina di carico, tramite pompa dedicata non comportano l'uso di contenitori trasportabili su strada o per ferrovia.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 8 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'Unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-145°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -145 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	I rivestimenti isolanti sono efficaci e c'è possibilità di ispezione e monitoraggio in atmosfere corrosive.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	La condotta è saldata per la maggior parte dei giunti, utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta, ma minimizzati.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	50	Operazioni di riempimento cisterne per il trasporto stradale. Il loro moto non provoca instabilità del serbatoio, ma si considera conservativamente un fattore pari a 50.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>195</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	0,8	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando la lunghezza della condotta da 6" pari a circa 150 m e densità pari a circa 421 kg/m3.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	6	Il valore è desunto dalla figura 5 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	1	Altezza massima stimata per le pompe di carico.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	450	Nel caso di tubazioni in trincea o per unità di tubazioni in linea installate a livello del suolo o vicino ad esso, l'area normale di lavoro si definisce come prodotto della larghezza effettiva della trincea contenente la tubazione, per la lunghezza.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza dell'unità inferiore a 10 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. Non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	50	Accesso adeguato per le operazioni antincendio
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>50</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**

**2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		0,95	Esiste allarme di basso livello dai serbatoi.
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,85	Condotte senza saldatura longitudinale progettate e costruite secondo le norme di buona tecnica.
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,326</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8).
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedire l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

## 3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svicolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

### 3.2.1 Protezioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Tutti gli apparecchi di processo dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

### 3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

### 3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,90	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitor con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	Conservativamente posto pari a 1.
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,465</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-145	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	195	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,8	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	6	Fattore quantità
2.4.5	L	50	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	1	Altezza in metri
2.4.5.2	N	450	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	93,24	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,326	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggimento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,465	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO**

**INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	0,04	lieve
C	3,20	moderato
A	3,30	lieve
G	114,20	moderato
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,00	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,31	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	0,07	lieve
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	0,90	lieve
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

#### METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

#### CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

##### Unità 8: Pensiline di Carico Autocisterne

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 8: Pensiline di Carico Autocisterne  
Sostanza: METANO

#### INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 8 barg  
116,030 psig  
8,158 Kg/cm2 eff.

Temperatura: -145 °C

Sostanza o Miscela Chiave: METANO

Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

<b>2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze</b>				
<b>Riferimento Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo Valori</b>	<b>Fattore Adottato</b>	<b>Giustificazione Parametri</b>
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di incendio.
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato liquido, a temperatura molto inferiore a 0°C.
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Lutzazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30°C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il deposito è progettato anche secondo la UNI EN 1473 le apparecchiature e le tubazioni sono progettate per basse temperature. I materiali sono in accordo alla EN 1160. Si assegna comunque un fattore cautelativo pari a 20.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riportava un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity) riporta un valore 0. Il valore 0 è indicato per sostanze che normalmente sono stabili anche in caso di incendio e che non reagiscono con l'acqua.
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Non avvengono cambiamenti di stato. Lo stoccaggio è separato dalle operazioni di carico e scarico.
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Multiplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	75	Impiego di tubazioni flessibili o operazioni che comportano allacciamento e distacco di tubazioni (25). Tubazioni flessibili o amovibili e nel caso in cui siano necessari tubi di connessione aggluntivi per il contemporaneo sfiato o la bonifica con inerte (50).
2.4.2.4	Contentori trasportabili	10/100	100	Serbatoi stradali (fissi o smontabili).
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>185</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella atmosferica.
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	15	La pressione massima dell'Unità è di 8 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 3 riportata all'Allegato II al DPCM 31.03.1989.
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione dell'acciaio con cui è costruita l'Unità.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio (-145°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperature di esercizio è pari a circa -145 °C, e non provoca alcuna riduzione delle sollecitazioni ammissibili del materiale di costruzione.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di corrosione inferiore a 0,1 mm/anno imposto.
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	La superficie esterna delle autobotti viene periodicamente controllata.
2.4.3.6	Perdite da giunti e guarnizioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	10	Operazioni di riempimento autocisterne tramite bracci rigidi sia per la fase liquida che per la fase gassosa.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Viene attribuito conservativamente un valore pari a 25 considerando che nello spazio vapore si possa entrare nel campo di infiammabilità in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di una miscela infiammabile in una vasta zona dell'atmosfera circostante.
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a seguito della rottura delle apparecchiature stesse.
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzando sostanze ossidanti.
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>155</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	20	Quantità totale di metano tenendo conto della capacità di una autocisterna.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	52	Il valore è desunto dalla figura 7 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	2,5	Altezza del baricentro geometrico dell'autocisterna
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	80	Valore pari all'area di carico di un'autocisterna.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Quantità di sostanza infiammabile superiore a 5 t e altezza della base inferiore a 2 m.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza dell'unità inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. Non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	50	Accesso adeguato per le operazioni antincendio
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>50</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità**

<b>2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità</b>				
Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,95	I giunti tra le flange sono a incastro (0,95)
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		0,80	Contentori trasportabili provvisti di ripari di protezione dagli urti equivalente ad uno spessore di 12 mm di acciaio dolce (0,8).
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad azione rapida comandate a distanza (0,7). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,8).
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	Tutti gli scarichi delle valvole di sicurezza, gli sfiati di emergenza o altri rilasci di sostanze sono convogliati con tubazioni ad una torcia.
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,306</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariate indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza per i servizi fondamentali.
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con l'impianto in marcia e con frequenza definita da uno studio di rischio (0,8).
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle considerazioni precedenti.
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazione alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4); Procedura di controllo per modifica di istruzioni operative (3); Condizioni di guasto anomalo prevedibile (5).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedire l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di cercapersone in dotazione ad operatori chiave e telefoni considerando la segnalazione in emergenza al personale reperibile del deposito.
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

## 3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, vengono analizzati e registrati e vengono intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al personale direttivo e ausiliario e alle imprese appaltatrici (0,85).
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svicolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare l'assenza di residui, in particolare di sostanze infiammabili o combustibili e l'assenza di perdite di sostanze tossiche o infiammabili o di fluidi di servizio (0,90); Ispezioni, controlli non distruttivi e prove di pressione svolti da autorità indipendenti (0,90).
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Tutti gli apparecchi di stoccaggio o di processo dell'unità sono provvisti di dispositivi di sfogo per l'incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di emergenza della pressione (0,90).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,90	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio in qualsiasi punto entro 1 minuto (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad almeno 0,45 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> a 8,5 bar eff. (0,75).
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza (0,90).
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	Conservativamente posto pari a 1.
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0,90). Disponibilità nell'installazione di adeguate scorte di prodotti chimici specializzati antincendio (0,85).
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,465</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-145	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	185	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	155	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	15	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	20	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	52	Fattore quantità
2.4.5	L	50	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	2,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	80	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	245,71	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,306	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggimento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,465	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO**

**INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	5,25	moderato
C	4,55	alto
A	101,76	alto
G	5413,84	molto alto
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,26	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,44	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	2,16	lieve
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	40,11	basso
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve

## METODOLOGIA AD INDICI

basata su:

### DPCM 31 Marzo 1989, No. 27

Applicazione dell'art. 12 del decreto del Presidente della Repubblica  
17 Maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti  
connessi a determinate attività industriali

### Binetti et al. - ISPESL / Istituto Superiore della Sanità

Metodo indicizzato per l'analisi e la valutazione del rischio  
di determinate attività industriali

## CARATTERIZZAZIONE UNITA' LOGICHE

### Unità 9: Impianto di Rigassificazione

Data: Agosto 2018  
Installazione:  
Località: Oristano  
Impianto: Terminale GNL Oristano  
Unità: Unità 9: Impianto di Rigassificazione  
Sostanza: METANO

## INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

Pressione: 80 barg (max pressione dell'unità)  
1160,302 psig  
81,577 Kgf/cm2 eff.

Temperatura: °C

Sostanza o Miscela Chiave: METANO

Fattore Sostanza "B": 21

**CALCOLO DEI FATTORI DI PENALITA'**

**2.4 Individuazione dei Fattori di Penalizzazione**

**2.4.1 Rischi Specifici delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.1.1	Sostanze ossidanti	0/20	0	La sostanza non sviluppa ossigeno in caso di
2.4.1.2	Formazione di gas con acqua	0/30	0	La sostanza a temperature elevate non reagisce con l'acqua formando gas combustibile.
2.4.1.3	Caratteristiche di miscelazione e di dispersione: m	-60/100	20	
2.4.1.3.1	Gas infiammabili di bassa densità	-60/0	0	Il valore raccomandato per il metano è -20 ma il gas è raffreddato fino a raggiungere lo stato
2.4.1.3.2	Gas infiammabili liquefatti	30	0	Non applicabile in quanto non è stoccato come liquido sotto pressione.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	La sostanza è mantenuta allo stato di liquido refrigerato ad una pressione pari o circa alla pressione atmosferica. Il DPCM 31/3/89 ed il "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) indicano per questo tipo di gas (stoccaggio criogenico) un fattore da 0 a 60. Se le temperature sono inferiori a -30°C è necessario per il contenimento di questi liquidi in condizioni di sicurezza, "impiego di materiali da costruzione speciali. Per tenere conto di ciò si dovrà assegnare un fattore pari a 60 per i liquidi mantenuti a temperatura inferiore a -30 °C a contatto con acciaio dolce o bassoalegato
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile. Considerato conservativamente pari a 0.
2.4.1.3.5	Polveri combustibili ed infiammabili	0-100	0	Non Applicabile.
2.4.1.4	Riscaldamento spontaneo	30/250	0	La sostanza non dà luogo a riscaldamento spontaneo.
2.4.1.5	Polimerizzazione spontanea	25/75	0	La sostanza non dà luogo a reazioni di polimerizzazione spontanea.
2.4.1.6	Suscettibilità di accensione	-75/150	-5	Valore dedotto da Tab. 5.1 dell'Allegato II al DPCM 31/03/89.
2.4.1.7	Tendenza a decomposizione esplosiva gassosa	75/125	0	La sostanza non ha tendenza a decomposizione esplosiva gassosa. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce <u>Methane per quanto riguarda la reattività</u>
2.4.1.8	Suscettibilità a detonazione gassosa	0/150	0	La detonazione della sostanza non è possibile nelle normali condizioni di processo. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce <u>Methane per quanto riguarda la reattività</u>
2.4.1.9	Esplosività in fase condensata	200/1500	0	La sostanza non ha comportamenti esplosivi in fase condensata. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M (poi sostituita dalla NFPA 704) alla voce <u>Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity)</u>
2.4.1.10	Altri comportamenti insoliti	0/150	0	La sostanza non presenta comportamenti insoliti. La Tabella "Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases and Volatile Solids" dell'NFPA 325M alla voce <u>Methane per quanto riguarda la reattività (Reactivity)</u> riporta un
<b>Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =</b>			<b>15</b>	

**2.4.2 Rischi generali di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.2.1	Manipolazione e cambiamenti solo di stato fisico	10/50	10	Rigassificazione (passaggio dallo stato liquido a quello gassoso).
2.4.2.2	Fasi di reazione		0	Non applicabile.
2.4.2.2.1	Caratteristiche di reazione	25/50	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.2	Reazioni in processi discontinui (batch)	10/60	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.2.3	Molteplicità di reazioni o di processi	25/75	0	Nell'unità non avviene alcun tipo di reazione chimica/processo chimico.
2.4.2.3	Trasferimento delle sostanze	0/150	0	Sistema di tubazioni permanenti e completamente chiuse.
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	0	Non applicabile.
<b>Totale Rischi generali di Processo P =</b>			<b>10</b>	

**2.4.3 Rischi particolari di Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.3.1	Bassa pressione	50/150	0	Le normali attività di processo non prevedono pressioni operative inferiori a quella
2.4.3.2	Alta pressione	0/160	87	La pressione massima dell'Unità è di 80 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura 4
2.4.3.3	Bassa temperatura	0/100	0	Utilizzo di acciaio criogenico.
2.4.3.4	Temperatura elevata			
2.4.3.4.1	Sostanze infiammabili	0/35	25	La temperatura di esercizio è superiore al
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Non applicabile.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue, non dovrebbe essere applicabile. Si assume il valore 0 anche in considerazione di un tasso di
2.4.3.5.2	Corrosione esterna	0/250	0	La superficie esterna delle autobotti viene
2.4.3.6	Perdite da giunti e quarizzazioni	0/60	0	Utilizzo di idonei accoppiamenti flangiati che garantiscono la tenuta.
2.4.3.7	Vibrazioni, carichi ciclici, etc.	0/100	20	Presenza di pompe LP e HP.
2.4.3.8	Processo/reazione difficile da controllare	20/300	0	Non applicabile in quanto non è effettuato alcun tipo di processo o reazione chimica.
2.4.3.9	Funzionamento entro/vicino campo infiammabilità	25/450	25	Possibilità di formazione di miscela infiammabile in caso di fuoriuscita accidentale.
2.4.3.10	Rischio di esplosione superiore alla media	40/100	40	In caso di rilascio, possibile formazione di miscela infiammabile. Un eventuale rilascio di metano liquido ne produrrebbe la rapida vaporizzazione e la probabile formazione di
2.4.3.11	Rischio di esplosione di polveri/nebbie	30/70	30	La possibilità di formazione di una nebbia di metano, dovuta alla produzione di vapore freddo e denso, è possibile esclusivamente a
2.4.3.12	Ossidanti ad alta potenza	0/400	0	Nell'unità non sono previsti processi utilizzanti
2.4.3.13	Suscettibilità all'accensione	0/100	0	Nell'unità non sono previsti processi suscettibili di accensione.
2.4.3.14	Rischi elettrostatici	10/200	10	Sostanza a rischio elettrico minimo nelle condizioni di impianto.
<b>Totale Rischi particolari di Processo S =</b>			<b>237</b>	

**2.4.4 Rischi dovuti alle Quantità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.4.1	Totale sostanze in tonnellate K =	--	8,5	Quantità totale di metano tenendo conto della capacità di una autocisterna.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	38	Il valore è desunto dalla figura 5 dell'Allegato II al DPCM 31/03/1989.

**2.4.5 Rischi connessi al layout**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.5.1	Altezza in metri H =	--	6	Altezza approssimativa dei vaporizzatori
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	340	Valore approssimato dell'area in pianta occupata dall'unità.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	0	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Altezza della base inferiore a 1 m.
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.4	Sostanze il cui vapore ha densità elevata	0/100	0	Non Applicabile.
2.4.5.4	Effetto domino	0/250	0	Altezza dell'unità inferiore a 20 m.
2.4.5.5	Caratteristiche sotto il suolo	50/150	0	Non Applicabile. Non ci sono parti dell'Unità dotate di piani sotto il livello del suolo.
2.4.5.6	Drenaggio superficiale	0/100	0	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non Applicabile.
<b>Totale Rischi Rischi connessi al layout L =</b>			<b>0</b>	

**2.4.6 Rischi per la salute in caso di incidente**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.4.6	s =	0/100	0	METANO

**2.5 Parametri relativi alla Tossicità****2.5.1 Indice intrinseco di Tossicità**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
2.5.1	IIT	--	1,08	METANO
	Soglia da Decreto		200	Tonnellate

**CALCOLO DEI FATTORI DI COMPENSAZIONE**

**3.1.1 Contenimento**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.1.1	Apparecchi a pressione		1,00	Si assume conservativamente il valore di 1
3.1.1.2	Serbatoi di stoccaggio verticali non a pressione		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.3	Condotte di trasferimento		0,95	I giunti tra le flange sono a incastro (0,95)
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	Non Applicabile.
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,45	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,8). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere all'isolamento e ad una efficace depressurizzazione mediante valvole ad PSV convogliate.
3.1.1.6	Sfiati e scarichi di emergenza		0,90	
<b>Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =</b>			<b>0,383</b>	

**3.1.2 Controllo del Processo**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.1.2.1	Sistemi di allarme e di blocco		0,90	Le deviazioni sono segnalate da svariati indicazioni di allarme.
3.1.2.2	Fornitura energia elettrica di emergenza		0,90	Esiste la possibilità di commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di
3.1.2.3	Sistema di raffreddamento del processo		1,00	Non Applicabile.
3.1.2.4	Sistemi a gas inerte		0,80	L'atmosfera è inertizzata permanentemente a livelli di ossigeno inferiori all'1% in volume.
3.1.2.5	Sistemi di arresto di sicurezza		0,56	Presenza di sistemi di blocco automatici, in grado di attivare ESD o LSD a seconda della deviazione. Sono previsti sistemi di protezione ad alta integrità (0,7). Le attrezzature di sicurezza e di controllo vengono verificate con
3.1.2.6	Controllo con computer		0,85	Controllo del processo via DCS, che può arrestare il processo indipendentemente dalle
3.1.2.7	Protezione da esplosione		1,00	Cautelativamente non viene preso in considerazioni alcun fattore correttivo.
3.1.2.8	Istruzioni operative		0,75	Si prevede la presenza di istruzioni operative chiare esaurienti, circa: Marcia in attesa (1); Marcia a livello ridotto (1); Livello operativo maggiorato (2); Arresto di emergenza (3); Rimessa in marcia poco dopo l'arresto (2); Procedure di manutenzione, permessi di lavoro e decontaminazione (2); Rimessa in marcia dopo manutenzione (2); Procedure di controllo per modifica di apparecchi o linee (4).
3.1.2.9	Sorveglianza dell'impianto		0,86	Sistema di sicurezza dell'impianto efficace e presidio del suo perimetro per impedirne l'accesso alle persone non autorizzate (0,9). Inoltre, per quanto riguarda il sistema di comunicazione, è presente un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98). Si assume 0,97 sistema di
<b>Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =</b>			<b>0,198</b>	

**3.1.3 Atteggiamento per la Sicurezza**

<b>Riferimento Paragrafo</b>	<b>Argomento</b>	<b>Campo Valori</b>	<b>Fattore Adottato</b>	<b>Giustificazione Parametri</b>
3.1.3.1	Coinvolgimento dell'amministrazione		0,81	Non sono assolutamente consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Sono rispettate le norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e si adempie alle prescrizioni in quanto facenti parte della politica di sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione aggiuntivo (0,95). Gli
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	E previsto un programma molto approfondito di corsi regolari di addestramento alla sicurezza rivolto a tutti gli operatori, al
3.1.3.3	Procedure di manutenzione e sicurezza		0,71	Verrà osservato un sistema rigoroso di permessi di lavoro o di certificazioni di svincolo per i lavori di manutenzione e modifica, secondo procedure molto accurate (0,90); la manutenzione preventiva verrà eseguita su base programmata (0,97); verranno eseguite regolari ispezioni di sicurezza e controlli dello stato di conservazioni delle strutture per accertare
<b>Prodotto Fattori Atteggiamento Sicurezza K3 =</b>			<b>0,487</b>	

**3.2.1 Protezioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.1.1	Protezione antincendio delle strutture		1,00	Cautelativamente non applicato.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non Applicabile.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,75	Dispositivi di sfogo della pressione in caso di incendio (0,75)
<b>Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =</b>			<b>0,750</b>	

**3.2.2 Isolamento delle Sostanze**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,72	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80). L'unità è provvista di un sistema di scarico di
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
<b>Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =</b>			<b>0,720</b>	

**3.2.3 Operazioni antincendio**

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,90	Unità coperta da sistema di rivelazione incendi
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	Non Applicabile.
3.2.3.3	Riserva d'acqua		0,75	Si prevede che i valori di portata, pressione, e la capacità della riserva idrica siano pari ad
3.2.3.4	Sistemi a spruzzo d'acqua o con monitor		0,90	Si prevede la presenza di monitori con direzione dello spruzzo comandata a distanza
3.2.3.5	Installazioni a schiume e a inerti		1,00	
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	Conservativamente posto pari a 1.
3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	Si prevede che venga svolto: Addestramento regolare degli operatori all'uso degli estintori portatili e delle apparecchiature fisse (0.90). Disponibilità nell'installazione di adeguate
<b>Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =</b>			<b>0,465</b>	

**RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI**

Riferimento	Fattore	Valore	Descrizione
	T	0	Temperatura
	B	21	Fattore Sostanza
2.4.1	M	15	Rischi Specifici delle Sostanze
2.4.1.3	m	20	Caratteristiche di miscelazione
2.4.2	P	10	Rischi generali di Processo
2.4.3	S	237	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	87	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	8,5	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	38	Fattore quantità
2.4.5	L	0	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	6	Altezza in metri
2.4.5.2	N	340	Area di lavoro in metri quadrati
2.4.6	s	0	Rischi per la salute in caso incidente
2.5.1	Tu	1,08	Indice di Tossicità
	D	99,62	Indice equivalente DOW

**RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI**

Riferimento	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,383	Contenimento
3.1.2	K2	0,198	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,750	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,465	Operazione antincendio

**CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO****INDICI DI RISCHIO INIZIALI**

Indice	Valore	Categoria
F	0,53	lieve
C	3,62	moderato
A	1665,59	molto alto
G	2232,39	alto gr. II
Tu	1,08	lieve

**INDICI DI RISCHIO COMPENSATI**

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	0,03	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,35	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	44,25	moderato
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	20,67	basso
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	0,10	lieve