

APPENDICE C
METODO A INDICI

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 Scarico GNL e Banchina

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 1: Bracci di Scarico GNL e Banchina
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	6,018 barg
	87,284 psig
	6,137 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-160 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 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. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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. 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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			35	

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	25	Operazioni che compongono allacciamento e distacco tubazioni (valvole PERC). Lo scarico del metano alla piattaforma comporta che alla stessa siano connessi i bracci di carico all'inizio dell'operazione siano sconnessi.
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.
Totale Rischi generali di Processo P =			35	

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	20	La pressione massima dell'Unità è di 7 bara. Il fattore è valutato mediante la Figura III 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 (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -160 °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 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 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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			150	

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 =	--	58900	La quantità è calcolata considerando la massima capacità del vettore navale pari a 125000 m ³ di GNL con densità pari a circa 471 kg/m ³
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	770	Il valore è desunto dalla Figura VI 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 i bracci di carico sul livello del mare
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	13400	Area in m ² occupata da linee + apparecchiature.
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, poichè le operazioni di scarico della nave gasiera potranno durare fino a un massimo di 15 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	125	Area di lavoro superiore a 2000 m ² .
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			155	

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 (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		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		0,50	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).
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,172	

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 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		0,84	L'impianto sarà regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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). Ove 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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,648	

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	Provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati, in particolare estintori a schiuma.
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 ³ /h/m ² 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 è dotato di installazione a schiuma.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		0,90	Intervento 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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,338	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-160	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	150	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	20	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	58900	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	770	Fattore quantità
2.4.5	L	155	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	15	Altezza in metri
2.4.5.2	N	13400	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	449,70	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,172	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggimento 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	92,31	molto alto
C	3,20	moderato
A	7367,31	grave
G	237791,41	gravissimo
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
$F' = F \cdot (K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K6)$	1,70	lieve
$C' = C \cdot (K2 \cdot K3)$	0,30	lieve
$A' = A \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K5)$	77,64	moderato
$G' = G \cdot (K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5 \cdot K6)$	451,98	moderato
$Tu' = Tu \cdot (K2 \cdot K3)$	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 a limite di impianto

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 2: Condotta di trasferimento da banchina a limite di impianto
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	6,018 barg
	87,284 psig
	6,137 Kg/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-160 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 alla pressione atmosferica circa. 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 terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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.
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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	20	La pressione massima dell'Unità è di 7 bara. Il fattore è valutato mediante la Figura III 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 (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -160 °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	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		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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			150	

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 =	--	1400	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando la lunghezza della condotta da 36" pari a circa 1080 m e densità pari a circa 471 kg/m ³ .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	170	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 =	--	1,5	La condotta, con diametro 36", scorre su un slipers praticamente a livello del suolo.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	2160	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 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 superiore a 2000 m ² .
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			125	

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		0,60	La tubazione è prevista realizzata in doppio tubo, facendo riferimento al "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti et al 1990) si assegna il fattore 0,6.
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).
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,207	

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 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		0,84	L'impianto sarà regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			1,000	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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		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 ³ /h/m ² 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	Unità dotata di installazioni con tubazione per iniezione di schiuma da parte VV.F.
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,491	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-160	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	150	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	20	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	1400	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	170	Fattore quantità
2.4.5	L	125	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	1,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	2160	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	144,78	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,207	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,491	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	13,61	alto grado I
C	2,75	moderato
A	139,78	alto
G	3618,07	molto alto
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F·(K1·K3·K5·K6)	0,48	lieve
C' = C·(K2·K3)	0,26	lieve
A' = A·(K1·K2·K3·K5)	1,96	lieve
G' = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	24,94	basso
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: Sebatoi di Stoccaggio GNL e Pompe di Bassa Pressione

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 3: Sebatoi di Stoccaggio GNL e Pompe di Bassa Pressione
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	1,263 barg
	18,318 psig
	1,288 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-159,7 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 alla pressione atmosferica circa. 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 terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	1,7	La massima pressione dell'unità non supera gli 1,2 barg
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 (-159,7°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -160 °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.
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			131,7	

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 =	--	80070	La quantità è arrotondata per eccesso, considerando i due serbatoi pieni con capacità 85.000 m ³ ciascuno e densità del GNL pari a circa 471 kg/m ³ .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	900	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 =	--	40	I serbatoi di stoccaggio sono alti 36 m. Si approssima a 40 m.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	12000	Area in m ² approssimativamente occupata dai due serbatoi.
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 36 m nei quali il centro di gravità del contenuto si trova ad una altezza >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	I serbatoi sono 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	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 superiore a 2000 m ² .
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			155	

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. I serbatoi di stoccaggio non sono 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		0,36	Stoccaggio refrigerato a pressione atmosferica a doppio contenimento totale, in grado di resistere al carico dovuto al cedimento della parete principale (0,45). E' inoltre presente un bacino di contenimento a perfetta tenuta tale che la sostanza dispersa non possa disperdersi o permeare il terreno (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.
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,131	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 saranno consentiti compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Saranno 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 (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, saranno analizzati e registrati e saranno 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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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 ³ /h/m ² 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	Sistemi a schiuma per i bacini di raccolta GNL si assume 0,9.
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,376	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-159,7	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	131,7	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	1,7	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	80070	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	900	Fattore quantità
2.4.5	L	155	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	40	Altezza in metri
2.4.5.2	N	12000	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	341,81	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,131	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,376	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	140,12	grave
C	2,57	moderato
A	2374,66	grave
G	101569,10	gravissimo
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F · (K1 · K3 · K5 · K6)	2,42	basso
C' = C · (K2 · K3)	0,24	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	21,07	basso
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	181,20	moderato
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 4: Recondenser

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 4: Recondenser
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	6,5 barg
	94,275 psig
	6,628 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-158,9 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 trattato 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 alla pressione atmosferica circa. 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. Fattori inferiori possono essere utilizzati qualora siano stati utilizzati materiali da costruzione alternativi. Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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.
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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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	Ricondensazione del BOG: operazione di processo che comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico eseguiti 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	20	La pressione massima dell'Unità è di 6,5 barg. Il fattore è valutato mediante la Figura III 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 (-158,9°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -160 °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 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	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.

Totale Rischi particolari di Processo S =	150
--	------------

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 =	--	12	Quantità calcolata sulla base delle dimensioni del recondenser (diametro = 2,86 m; altezza= 8,07 m) e considerando densità del GNL pari a 471 kg/m ³ ; grado di riempimento del recondenser pari a 0,5.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	42,5	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	L'altezza del Recondenser è di 8 m circa. Conservativamente si prendono in considerazione 10 m.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	30	Pari circa alla superficie in pianta del Vessel.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	50	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	50	Altezza della base: > 6 m, Quantità: > 5 t
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	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			50	

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 viene applicato alcun fattore di contenimento.
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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto sarà regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 saranno 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 (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, saranno analizzati e registrati e saranno 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		0,90	Presenza di muro d'acqua a protezione delle altre apparecchiature in caso di emergenza.
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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,481	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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		0,77	Si prevede la presenza di provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85) e di supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90).
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 ³ /h/m ² 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	Conservativamente non applicato.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	<p>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).</p>
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,320	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-158,9	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	150	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	20	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	12	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	42,5	Fattore quantità
2.4.5	L	50	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	10	Altezza in metri
2.4.5.2	N	30	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	90,99	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,481	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,320	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	8,40	moderato
C	2,75	moderato
A	235,24	alto
G	2315,45	alto gr. II
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F·(K1·K3·K5·K6)	0,34	lieve
C' = C·(K2·K3)	0,26	lieve
A' = A·(K1·K2·K3·K5)	5,80	lieve
G' = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	8,78	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 5: Pompe di Rilancio AP

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 5: Pompe di Rilancio AP
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	91,43 barg
	1326,080 psig
	93,233 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-135,9 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 alla pressione atmosferica circa. 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 terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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. 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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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	Fase di compressione: operazione di processo che comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico eseguiti 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	89	La massima pressione dell'Unità non supera i 92 bara.
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 (-135,9°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -135,9 °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	35	L'Unità è soggetta a vibrazioni a causa della presenza di pompe di alta pressione. Le condizioni di processo possono essere considerate stabili e la progettazione prevede l'utilizzo di macchine che producano vibrazioni minime. Cautelativamente si adotta un valore pari a 35.
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			254	

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 =	--	4,5	La quantità viene valutata conservativamente in 4,5 tonnellate con riferimento al D.M. 20/10/98 e considerando 3 minuti come tempo di intervento e isolamento per la valutazione dell'hold up, a partire dalla portata nominale delle 4 pompe in esercizio.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	24	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 =	--	5	Altezza delle pompe
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	800	Area in m ² occupata da linee + apparecchiature stimata da planimetria.
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	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non Applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			0	

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.
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 Applicabile.
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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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		0,77	Si prevede la presenza di provvista adeguata di estintori d'incendio specializzati (0,85) e di supporto di apparecchiature carrellate specializzate di grandi dimensioni (0,90).
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 ³ /h/m ² 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	Conservativamente non applicato.
3.2.3.6	Assistenza dei Vigili del Fuoco		1,00	

3.2.3.7	Cooperazione di stabilimento		0,77	<p>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).</p>
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,320	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-135,9	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	254	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	89	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	4,5	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	24	Fattore quantità
2.4.5	L	0	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	800	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	100,42	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,320	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,12	lieve
C	3,79	moderato
A	471,39	molto alto
G	668,39	alto gr. I
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)	0,36	lieve
A' = A·(K1·K2·K3·K5)	11,62	basso
G' = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	2,82	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 6: Sistema di Vaporizzazione (ORVs)

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 6: Sistema di Vaporizzazione (ORVs)
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	77,9 barg
	1129,844 psig
	79,436 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-135,5 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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.
2.4.1.3.3	Stoccaggio criogenico	0/60	20	Considerato che il terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto preliminare (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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.
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 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.

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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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 del GNL: operazione di processo che comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico eseguiti 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	87,5	La massima pressione dell'unità raggiunge i 78 barg circa.
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 minima di esercizio (-135,5°C, in ingresso agli ORVs) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa -135,5 °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 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	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.

Totale Rischi particolari di Processo S =	217,5
--	--------------

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 =	--	1,5	La quantità è calcolata approssimando all'interno di ogni vaporizzatore la presenza di 192 m di tubo in orizzontale e 1152 m di tubo in verticale di diametro 2 pollici. Si è ipotizzato conservativamente che metà del volume fosse composto da GNL e metà da gas naturale.
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	8	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 degli evaporatori.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	75	Area in m2 occupata da linee + apparecchiature.
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	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non Applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			0	

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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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	
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 ³ /h/m ² 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).

Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =	0,418
---	--------------

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-135,5	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	217,5	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	87,5	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	1,5	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	8	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	75	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	86,47	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,418	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,42	lieve
C	3,43	moderato
A	168,05	alto
G	584,08	alto gr. I
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F · (K1 · K3 · K5 · K6)	0,02	lieve
C' = C · (K2 · K3)	0,32	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	4,14	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	3,22	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 7: Sistema di Compressione BOG

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 7: Sistema di Compressione BOG
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	7,5 barg
	108,778 psig
	7,648 Kg/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	6,4 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 è -20 allo stato gassoso.
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	0	Non Applicabile.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile.
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 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.
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 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.
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 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.

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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			-25	

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	Compressione del BOG: operazione di processo che comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico eseguiti 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	21,5	La massima pressione dell'unità non supera gli 8 barg circa.
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 minima di esercizio (6,4°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa 6,4 °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	35	L'Unità è soggetta a vibrazioni a causa della presenza di compressori. Le condizioni di processo possono essere considerate stabili e la progettazione prevede l'utilizzo di macchine che producano vibrazioni minime. Cautelativamente si adotta un valore pari a 35.
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			186,5	

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 =	--	0,026	Si stima che il volume del compressore compresi i V-501, V-511 e V-512 sia 3,5 m ³ , e la densità sia 7,5 Kg/m ³
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	1	Il valore è assegnato 1 come richiesto dall'Allegato II del 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 =	--	5	Altezza dei compressori.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	180	Area in m ² occupata da linee + apparecchiature.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	40	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Altezza della base: 2-6 m, Quantità: > 1 t
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	40	Costruzione a tetto di tipo olandese con ventilatori posizionati sul colmo.
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	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non Applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			40	

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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		1,00	
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	
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 ³ /h/m ² 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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,516	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	6,4	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	186,5	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	21,5	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,026	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	1	Fattore quantità
2.4.5	L	40	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	180	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	56,74	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,516	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,00	lieve
C	2,72	moderato
A	4,78	lieve
G	60,45	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)	0,26	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	0,12	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,41	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 8: Compressori Alta Pressione

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 8: Compressori Alta Pressione
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	75,9 barg
	1100,836 psig
	77,396 Kg/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	50 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 è -20 allo stato gassoso.
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	0	Non Applicabile.
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile.
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 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.
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 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.
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 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.

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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			-25	

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	Compressione ad alta pressione: operazione di processo che comporta manipolazione e cambiamento di stato fisico eseguiti 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	87	La massima pressione dell'unità non supera i 76 barg circa.
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 minima di esercizio (50°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	La temperatura di esercizio è pari a circa 50°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	35	L'Unità è soggetta a vibrazioni a causa della presenza di compressori. Le condizioni di processo possono essere considerate stabili e la progettazione prevede l'utilizzo di macchine che producano vibrazioni minime. Cautelativamente si adotta un valore pari a 35.
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			252	

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 =	--	0,240	Si stima che il volume del compressore compresi i V-401A/B/C/D sia 4,5 m ³ , e la densità sia 53,5 Kg/m ³
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	3	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 =	--		Altezza dei compressori.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	100	Area in m ² occupata da linee + apparecchiature.
2.4.5.3	Progettazione struttura	0/200	40	
2.4.5.3.1	Unità di processo	0/100	0	Altezza della base: 2-6 m, Quantità: > 1 t
2.4.5.3.2	Unità di stoccaggio	30/50	0	Non Applicabile.
2.4.5.3.3	Sale compressori	40/200	40	Costruzione a tetto di tipo olandese con ventilatori posizionati sul colmo.
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	In caso di sversamenti, la sostanza è convogliata verso una rete di raccolta separata.
2.4.5.7	Altre caratteristiche	50/250	0	Non Applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			40	

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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		1,00	
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	
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 ³ /h/m ² 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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,516	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	50	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	252	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	87	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,24	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	3	Fattore quantità
2.4.5	L	40	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	0	Altezza in metri
2.4.5.2	N	100	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	68,43	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,516	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,05	lieve
C	3,37	moderato
A	0,00	lieve
G	68,43	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)	0,32	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	0,00	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,47	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 9: Sistema di Ritorno Vapori

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 9: Sistema di Ritorno Vapori
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	1,12 barg
	16,244 psig
	1,142 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-91,3 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 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.
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 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.
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 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.

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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			-25	

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	Sistema di ritorno vapori: 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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	1,8	La massima pressione dell'unità non supera i 2 barg circa.
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 (10°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	Le temperatura di esercizio è pari a circa - 135,9 °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 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	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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			131,8	

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 =	--	0,487	La quantità è calcolata tenendo conto del gas naturale contenuto nella condotta lunga 1200 m di diametro 24 pollici che scorre dall'impianto al pontile, sommato al volume di gas naturale presente nel KO drum V-111 (25M ³) a valle del braccio di ritorno vapori. Densità 1,3Kg/M ³
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	4	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 =	--	1,5	La condotta, con diametro 24", scorre su un slippers praticamente a livello del suolo.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	2400	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		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	
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	Non applicabile.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			0	

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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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		1,00	Non essendo disponibili, in questa fase di ingegneria, informazioni circa la riserva di acqua antincendio, cautelativamente non è stato applicato un fattore di compensazione.
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	Non Applicabile.
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,689	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-91,3	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	131,8	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	1,8	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,487	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	4	Fattore quantità
2.4.5	L	0	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	1,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	2400	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	40,85	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,689	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,00	lieve
C	2,17	basso
A	0,37	lieve
G	41,56	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)	0,20	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	0,01	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,38	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 10: Torcia

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 10: Torcia
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	3,5 barg
	50,763 psig
	3,569 Kg/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	80 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 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.
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 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.
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 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.

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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			-25	

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.
Totale Rischi generali di Processo P =			10	

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	5	La massima pressione dell'unità non supera i 3,5 bar
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			80	

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 =	--	0,025	Considerato volume 10 m ³ (K.O. Drum Torcia) alle condizioni di design 3,5 Barg e 80 °C
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	3	Il valore è stato assunto cautelativamente pari a 3 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 =	--	70	Altezza della torcia.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	2500	Area in m2 occupata da linee + apparecchiature.
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.
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			0	

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
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,363	

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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,194	

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 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)
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,534	

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.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,720	

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 (0,90).
3.2.3.2	Estintori portatili		1,00	
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 ³ /h/m ² 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	
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,465	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	80	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	80	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	5	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	0,025	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	3	Fattore quantità
2.4.5	L	0	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	70	Altezza in metri
2.4.5.2	N	2500	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	31,70	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,363	Contenimento
3.1.2	K2	0,194	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	0,720	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,465	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,00	lieve
C	1,65	basso
A	41,10	moderato
G	32,68	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)	0,16	lieve
A' = A · (K1 · K2 · K3 · K5)	1,01	lieve
G' = G · (K1 · K2 · K3 · K4 · K5 · K6)	0,20	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 11: Area caricamento autobotti

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 11: Area caricamento autobotti
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	5 barg
	72,519 psig
	5,099 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-160 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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	
2.4.1.3.4	Sostanze ad alta viscosità	-20/0	0	Non Applicabile.
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 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.
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 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.

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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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	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 aggiuntivi per il contemporaneo sfiato o la bonifica con inerte (50).
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	100	Serbatoi stradali (fissi o smontabili).
Totale Rischi generali di Processo P =			185	

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	14	La massima pressione dell'unità durante lo scarico è 5 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 (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione del materiale con cui è costruita l'unità.
2.4.3.5	Corrosione ed erosione		0	
2.4.3.5.1	Corrosione interna	0/150	0	A seguito delle previste verifiche continue il fattore 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	A seguito delle previste verifiche continue al terminale il fattore non dovrebbe essere applicabile.
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	50	Operazioni di riempimento cisterne per il trasporto stradale o ferroviario. Il loro moto non provoca instabilità del serbatoio, ma si considera conservativamente un fattore pari a 50 come indicato nel Doc. ISPESL "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti R et al, 1990).
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. L'autobotte è allacciata al sistema di messa a terra della piattaforma durante le operazioni di carico.
Totale Rischi particolari di Processo S =			194	

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 =	--	71	Quantità totale di metano tenendo conto di autobotti con cisterna da 50000 litri e della presenza contemporanea alla zona di carico di 3 autobotti, per un totale di 71 t di GNL considerando una densità di 471 kg/m ³ .
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	75	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 =	--	2,5	Altezza del baricentro geometrico dell'autobotte
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	4356	Valore pari all'area caricamento autobotti (66 m x 66 m circa).
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	
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. 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	125	Area di lavoro superiore a 2000 m ² .
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			125	

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%, senza flange (escluse i punti di sezionamento con valvole).
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,69	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,9). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere alla fermata dell'impianto (0,85). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala di controllo presidiata in permanenza (0,9).
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.
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,558	

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 commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza (generatore di emergenza diesel) 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		0,96	Controllo del processo via DCS.
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		0,84	L'impianto si prevede sia regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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, si prevede un sistema di comunicazione sonora dalla sala controllo principale (0,98).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,274	

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	Le procedure di impianto non dovranno consentire compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Garantire il rispetto delle norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e adempiere alle prescrizioni in materia di salute e sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, saranno analizzati e registrati e verranno intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	Si prevede un programma 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.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non applicato cautelativamente.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,97	Getto d'acqua fisso con impianto a raffreddamento manuale (0.97).
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,970	

3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,800	

3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,95	Si prevede la presenza di:rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio entro 2-5 minuti (0.95).
3.2.3.2	Estintori portatili		0,95	Si prevede la presenza di idonei estintori di incendio (0,95).
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 m3/h/m2 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	
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,518	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-160	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	194	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	14	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	71	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	75	Fattore quantità
2.4.5	L	125	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	2,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	4356	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	340,01	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,558	Contenimento
3.1.2	K2	0,274	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,970	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,800	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,518	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	0,34	lieve
C	4,94	alto
A	131,88	alto
G	2597,00	molto alto
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F·(K1·K3·K5·K6)	0,04	lieve
C' = C·(K2·K3)	0,66	lieve
A' = A·(K1·K2·K3·K5)	7,84	lieve
G' = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	77,52	basso
Tu' = Tu·(K2·K3)	0,14	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 12: Area caricamento ferrocisterne

<u>Data:</u>	Dicembre 2014
<u>Installazione:</u>	Smart Gas S.p.A.
<u>Località:</u>	Monfalcone (GO)
<u>Impianto:</u>	Terminale GNL nel Porto di Monfalcone
<u>Unità:</u>	Unità 12: Area caricamento ferrocisterne
<u>Sostanza:</u>	METANO

INFORMAZIONI SUPPLEMENTARI

<u>Pressione:</u>	5 barg
	72,519 psig
	5,099 Kgf/cm2 eff.
<u>Temperatura:</u>	-159,7 °C
<u>Sostanza o Miscela Chiave:</u>	METANO
<u>Fattore Sostanza "B":</u>	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 terminale è progettato secondo la UNI EN 1473, secondo quanto indicato nel progetto preliminare (D'Appolonia, 2014), le apparecchiature e le tubazioni sono progettati 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 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.
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 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.
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 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.
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.
Totale Rischi Specifici per le Sostanze M =			15	

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	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 aggiuntivi per il contemporaneo sfiato o la bonifica con inerte (50).
2.4.2.4	Contenitori trasportabili	10/100	100	Serbatoi ferroviari (fissi o smontabili)
Totale Rischi generali di Processo P =			185	

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	14	La massima pressione dell'unità durante lo scarico è 5 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 (-160°C) è superiore al punto di ebollizione.
2.4.3.4.2	Resistenza dei materiali	0/25	0	La temperatura di esercizio normale sarà sempre superiore di almeno 10°C alla temperatura di transizione del materiale con cui è costruita l'unità.
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 ferrocisterne 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	50	Operazioni di riempimento cisterne per il trasporto stradale o ferroviario. Il loro moto non provoca instabilità del serbatoio, ma si considera conservativamente un fattore pari a 50 come indicato nel Doc. ISPESL "Metodo Indicizzato per l'Analisi e la Valutazione del Rischio di Determinate Attività Industriali" (Binetti R et al, 1990).
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.
Totale Rischi particolari di Processo S =			194	

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 =	--	211	Quantità complessiva di gas naturale ricavata moltiplicando la capacità massima di una ferrocisterna (150 m ³) per il numero massimo di ferrocisterne previste per tale capacità che possano essere contemporaneamente caricate 3; per un totale di 211 t di GNL considerando una densità di 471 kg/m ³
2.4.4.2	Fattore quantità Q =	--	100	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 =	--	2,5	Altezza del baricentro geometrico della ferrocisterna.
2.4.5.2	Area di lavoro in metri quadrati N =	--	1800	Valore pari all'area di carico.
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	
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 < 20 metri.
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	75	Area di lavoro inferiore a 2000 m ² .
Totale Rischi Rischi connessi al layout L =			75	

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. Utilizzo di manichette flessibili.
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%, senza flange (escluse i punti di sezionamento con valvole).
3.1.1.4	Involucri e argini supplementari		1,00	
3.1.1.5	Rilevamento perdite e modalità di reazione		0,69	Gli operatori della sala controllo sono in grado di individuare rapidamente la parte del sistema su cui porre attenzione (0,9). La perdita può essere rapidamente individuata e gli operatori dalla sala controllo sono in grado di procedere alla fermata dell'impianto (0,85). Condotte di trasferimento con valvole di isolamento tutte comandabili a distanza da una sala controllo presidiata in permanenza (0,9).
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.
Prodotto Totale Fattori Contenimento K1 =			0,558	

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 commutazione automatica su una fonte di energia elettrica di emergenza (generatore di emergenza diesel) 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		0,96	Controllo del processo via DCS.
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		0,84	L'impianto viene regolarmente presidiato, giorno e notte, con impiego di televisione a circuito chiuso per l'osservazione da vicino delle parti principali (0,95). 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).
Prodotto Fattori Controllo del Processo K2 =			0,274	

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	Le procedure di impianto non dovranno consentire compromessi tra fattori economici / produttivi e sicurezza (0,90). Garantire il rispetto delle norme per l'ispezione degli apparecchi a pressione e adempiere alle prescrizioni in materia di salute e sicurezza, indipendentemente da fattori economici di produzione (0,95). Gli accadimenti pericolosi, compresi i casi di incidenti evitati, saranno analizzati e registrati e verranno intrapresi i conseguenti necessari provvedimenti (0,95).
3.1.3.2	Addestramento alla sicurezza		0,85	Si prevede un programma 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.
3.2.1.2	Pareti e barriere antincendio		1,00	Non applicato.
3.2.1.3	Protezione delle apparecchiature dall'incendio		0,97	Getto d'acqua fisso con impianto a raffreddamento manuale (0.97).
Prodotto Fattori Protezioni incendio K4 =			0,970	

3.2.2 Isolamento delle Sostanze

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.2.1	Sistemi a valvole		0,80	Sistema di isolamento automatico mediante valvole di intercettazione (0,80).
3.2.2.2	Ventilazione		1,00	Non Applicabile.
Prodotto Fattori Isolamento sostanze K5 =			0,800	

3.2.3 Operazioni antincendio

Riferimento Paragrafo	Argomento	Campo Valori	Fattore Adottato	Giustificazione Parametri
3.2.3.1	Allarmi per l'incendio		0,95	Si prevede la presenza di rilevatori d'incendio in grado di rispondere all'incendio entro 2-5 minuti (0,95).
3.2.3.2	Estintori portatili		0,95	Si prevede la presenza di idonei estintori di incendio (0,95).
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 ³ /h/m ² 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	
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).
Prodotto Fattori Operazioni antincendio K6 =			0,518	

RIEPILOGO FATTORI E PARAMETRI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
	T	-159,7	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	194	Rischi particolari di Processo
2.4.3.2	p	14	Fattore di pressione
2.4.4.1	K	211	Totale sostanze in tonnellate
2.4.4.2	Q	100	Fattore quantità
2.4.5	L	75	Rischi connessi al layout
2.4.5.1	H	2,5	Altezza in metri
2.4.5.2	N	1800	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	322,80	Indice equivalente DOW

RIEPILOGO FATTORI COMPENSATIVI

Riferimento Paragrafo	Fattore	Valore	Descrizione
3.1.1	K1	0,558	Contenimento
3.1.2	K2	0,274	Controllo del processo
3.1.3	K3	0,487	Atteggiamento riguardo alla sicurezza
3.2.1	K4	0,970	Protezione antincendio
3.2.2	K5	0,800	Isolamento/eliminazione sostanze
3.2.3	K6	0,518	Operazione antincendio

CALCOLO DEGLI INDICI DI RISCHIO

INDICI DI RISCHIO INIZIALI

Indice	Valore	Categoria
F	2,46	basso
C	4,94	alto
A	176,31	alto
G	6966,96	molto alto
Tu	1,08	lieve

INDICI DI RISCHIO COMPENSATI

Indice	Valore	Categoria Finale
F' = F·(K1·K3·K5·K6)	0,28	lieve
C' = C·(K2·K3)	0,66	lieve
A' = A·(K1·K2·K3·K5)	10,48	basso
G' = G·(K1·K2·K3·K4·K5·K6)	207,96	moderato
Tu' = Tu·(K2·K3)	0,14	lieve