

Cliente  	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 1 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				



Sede operativa di Crema (CR)

CENTRALE STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE (RA)

ANALISI DELLE FREQUENZE DELL'EVENTO DI FUORIUSCITA DI GAS NATURALE DAL POZZO (BLOW-OUT)

ALLEGATO 1.C.1.5.2 B

Emis.N.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	Giugno 2013	Prima emissione			Il Direttore Generale Ing. Alfredo Romano 
Commessa: 70977			File: 70977_Fase 2_1 C 1 5 2 B_Analisi fr blow-out.doc		

T R R S.r.l. – Tecnologia Ricerca Rischi – Via Saore, 25 – 24046 Osio Sotto (BG)

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza  T R R S.r.l.	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 2 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

INDICE

0.	PREMESSA.....	3
1.	DEFINIZIONE DI BLOW-OUT E ILLUSTRAZIONE DEI SISTEMI PREVENTIVI E PROTETTIVI TIPICI DI UN POZZO DI STOCCAGGIO.....	4
2.	ANALISI QUANTITATIVA DELL'EVENTO DI BLOW-OUT	6
2.1	BLOW-OUT DURANTE L'ATTIVITÀ DI STOCCAGGIO (FASE DI EROGAZIONE/INIEZIONE).....	6
2.2	BLOW-OUT DURANTE LE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE DEL POZZO.....	9
3.	CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI.....	11
3.1	BLOW-OUT DA UN POZZO DURANTE L'ATTIVITÀ DI STOCCAGGIO DEL GAS NATURALE	11
3.2	BLOW-OUT DA UN POZZO DURANTE LE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE	11
3.3	SINTESI RISULTATI.....	12
3.4	ANALISI CRITICA DEI RISULTATI OTTENUTI	13

Cliente  	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 3 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

0. PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di analizzare, da un punto delle frequenze incidentali, il rischio cosiddetto di blow-out (eruzione), che consiste nella fuoriuscita di gas al di fuori del pozzo, successivamente al fallimento di tutte le barriere o della loro attivazione.

Il rischio di blow-out è trattato dalla letteratura, ma è necessario rimarcare che la quasi totalità dei dati ufficiali su tale tematica:

- è riferita alle attività di esplorazione di idrocarburi e perforazione nel sottosuolo, il cui rischio di blow-out è riconosciuto essere superiore, in quanto tali attività vengono effettuate in giacimenti di tipo esplorativo e non di tipo esaurito;
- spesso è più riferita ad impianti off-shore, il cui rischio è anch'esso riconosciuto superiore rispetto agli impianti in terraferma.

Si constata altresì una carenza di dati ufficiali sul rischio di blow-out da pozzi asserviti alla funzione di stoccaggio in giacimenti esauriti (operazione condotta da STOGIT), nonostante la presenza di un numero significativo di impianti simili in Europa.

Ciò premesso l'analisi condotta è strutturata nel seguente modo:

- illustrazione dei sistemi preventivi e protettivi presenti in un pozzo di stoccaggio;
- presentazione di dati provenienti da fonti bibliografiche;
- stima della frequenza di accadimento di blow-out attraverso le comuni tecniche di analisi (albero dei guasti, analisi statistico-storica).

La presente relazione è stata predisposta sulla base della documentazione e delle informazioni fornite dal Gestore dello Stabilimento.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 4 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

1. DEFINIZIONE DI BLOW-OUT E ILLUSTRAZIONE DEI SISTEMI PREVENTIVI E PROTETTIVI TIPICI DI UN POZZO DI STOCCAGGIO

Lo schema di **Figura 1** è un tipico schema di un pozzo utilizzato da STOGIT, dove sono riportati i dispositivi di sicurezza, in particolare:

- valvola automatica di intercetto di fondo pozzo SSV-012 (posizionata a circa 40 m di profondità dal piano campagna), attivata da una logica di chiusura automatica in caso di emergenza e di tipo fail-safe;
- valvola automatica di intercetto di superficie o di testa pozzo (“wing valve”) SDV-011, attivata da una logica automatica di apertura/chiusura;
- registratore/indicatore di pressione PI-015;
- valvole di intercetto di tipo manuale, posizionate sulla croce di erogazione della testa del pozzo (valvole denominate “master valve” e “working valve”);
- allarme ZLL-011 di stato di chiusura della valvola SDV-011, riportato in sala controllo.

La **Figura 1** mostra inoltre gli elementi strutturali:

- la linea di testa pozzo (flow-line), solitamente di diametro nominale 6” o 8” che collega il giacimento alle linee di superficie, e permette l’iniezione e l’erogazione del gas;
- la testa pozzo, costituita dalla cosiddetta “croce di erogazione”.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 5 di 13	Rev. 00

N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520

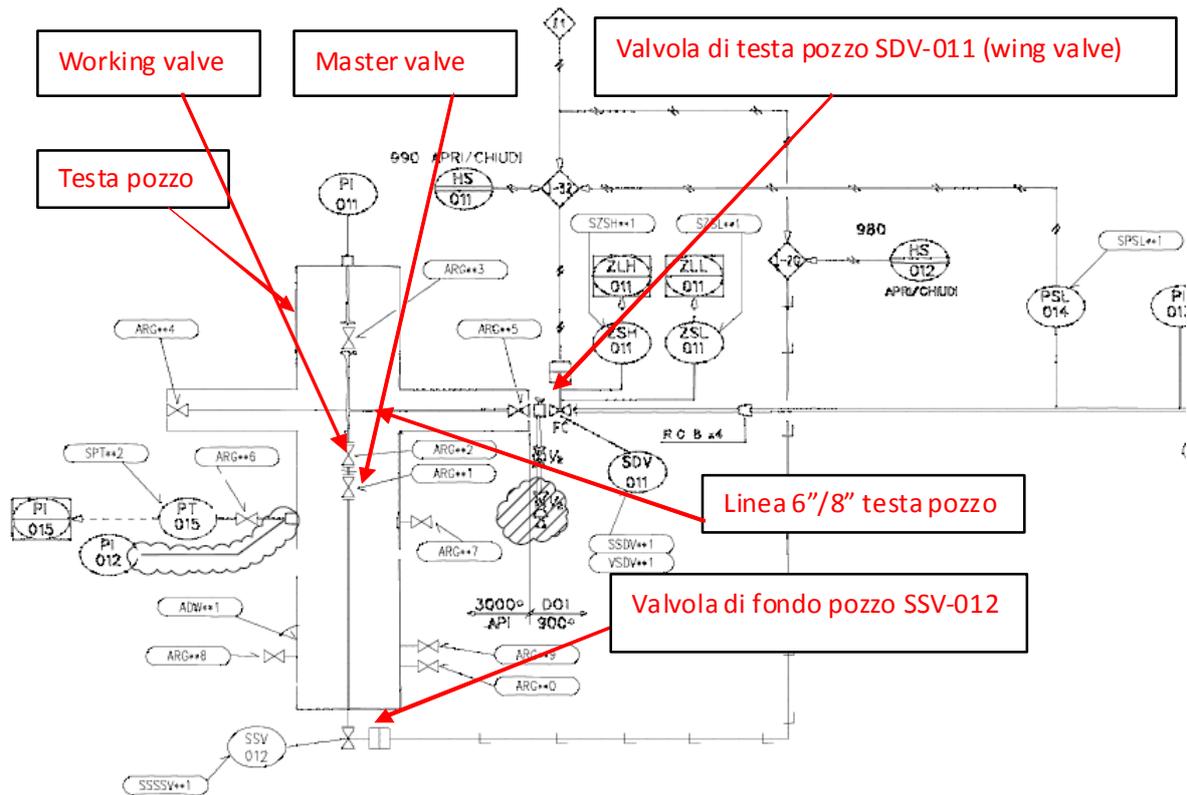


Figura 1 - Schema tipico di una testa pozzo funzionale alle operazioni di stoccaggio del gas naturale

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 6 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

2. ANALISI QUANTITATIVA DELL'EVENTO DI BLOW-OUT

L'approccio seguito è consistito nell'analizzare l'evento di blow-out per le due operazioni condotte da STOGIT:

- durante la fase di erogazione/iniezione di gas attraverso il pozzo di stoccaggio (paragrafo 2.1);
- durante le operazioni di manutenzione (paragrafo 2.2).

In particolare per la fase di erogazione/iniezione si è proceduto a quantificare una frequenza di accadimento attraverso la tecnica dell'albero dei guasti, e sulla base dello schema presentato in **Figura 1**.

Per le operazioni di manutenzione si è invece fatto riferimento ad analisi statistico –storiche, basate sulla letteratura vigente.

2.1 BLOW-OUT DURANTE L'ATTIVITÀ DI STOCCAGGIO (FASE DI EROGAZIONE/INIEZIONE)

Utilizzando le comuni tecniche di analisi del rischio (albero di guasto in particolare), si è proceduto ad una quantificazione della frequenza di accadimento relativa all'ipotesi di eruzione da un pozzo durante l'attività di stoccaggio, nei limiti delle considerazioni esposte in conclusione al presente paragrafo.

Cause

E' stato valutato che la causa iniziatrice di una "eruzione" di un pozzo, durante l'attività di iniezione/erogazione, risulta essere il cedimento strutturale della testa pozzo, che è la parte terminale fuori terra del pozzo, di lunghezza complessiva di circa 5 m. In termini di frequenza di accadimento questo evento è riconducibile ad una rottura catastrofica della tubazione di uguale lunghezza.

L'eruzione (blow-out) si verifica in presenza della causa iniziatrice (cedimento strutturale) e del fallimento delle protezioni preposte, descritto successivamente.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 7 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

La **Tabella 1** mostra la frequenza di accadimento per unità di lunghezza relativa alla rottura totale di una linea.

Item	Riferimento	Rottura totale
		occasioni/anno/m
Tubazioni Diametro > 6"	TNO Purple Book Ed. 2005	$1,0 \cdot 10^{-7}$

Tabella 1 - Frequenza di accadimento per unità di lunghezza di una linea

La frequenza di rottura totale considerata è quindi pari a $5,0 \cdot 10^{-7}$ occ/anno.

Mancato intervento delle protezioni

L'ipotesi incidentale avviene per il contemporaneo verificarsi della causa sopra descritta (cedimento strutturale) e del mancato intervento delle protezioni, sia di tipo automatico che operative.

L'approccio seguito per la costruzione logica dell'albero di guasto è il medesimo utilizzato per le ipotesi incidentali nell'ambito del Rapporto di Sicurezza.

Le protezioni, di cui si ipotizza il fallimento sono quelle descritte in precedenza (cfr. **Figura 1**):

- logica automatica di bassa pressione (PSL-014) che attiva la chiusura della valvola di intercetto di fondo pozzo SSV-012 (solitamente posizionata a circa 40 m di profondità dal piano campagna);
- intervento operativo basato sulle segnalazioni di pressione (PI-015) che consiste nella chiusura della valvola di intercetto di fondo pozzo SSV-012 (solitamente posizionata a circa 40 m di profondità dal piano campagna).

Poiché la rottura catastrofica potrebbe danneggiare la valvola di superficie SDV-011 (wing-valve), questa non è stata considerata nell'albero di guasto come protezione alla causa in esame.

Quantificazione della frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale valutata tramite la tecnica dell'albero di guasto.

La frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale di blow-out durante le attività di stoccaggio è stimata pari a $7,7 \cdot 10^{-9}$ occasioni/anno.

L'albero di guasto a mezzo del quale è stato calcolato il valore della frequenza di accadimento è riportato nella **Figura 2** seguente.

Cliente  	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 8 di 13	Rev. 00

N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520

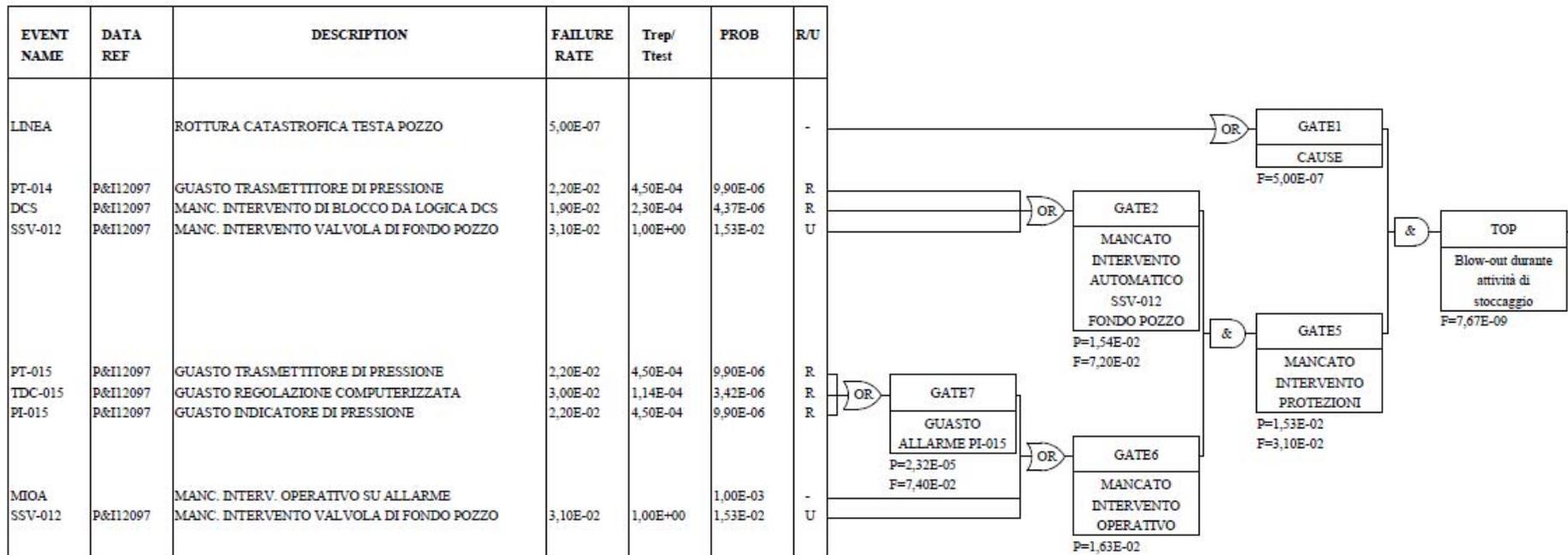


Figura 2 - Albero di guasto relativo all'ipotesi incidentale di eruzione da un pozzo durante l'attività di stoccaggio del gas naturale

Cliente  	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 9 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

2.2 BLOW-OUT DURANTE LE OPERAZIONI DI MANUTENZIONE DEL POZZO

La letteratura internazionale riporta alcuni eventi di blow-out durante le operazioni di manutenzione dei pozzi.

Il termine “manutenzione” per i pozzi risulta essere generico, vista le varie tipologie di operazioni che possono essere effettuate.

E’ necessario precisare che le attività di manutenzione condotte da STOGIT sui pozzi di stoccaggio sono essenzialmente due (comunemente denominate Wire-Line&Rigless):

- operazioni di wire-line, che consistono nella discesa all’interno del pozzo di attrezzature sospese ad un cavo, necessarie sia per l’acquisizione e registrazione dei dati di pressione che per estrarre e riposizionare i sistemi di sicurezza presenti a fondo pozzo;
- operazioni rigless, che consistono nella discesa di attrezzature per la pulizia di attrezzature in pozzo e acquisizione di registrazioni dei parametri operativi.

Il rischio principale in questa tipologia di operazioni (wire-line) è pertanto costituito dall’inibizione della possibilità di intervento della valvola di fondo (Safety Valve) in qualità di barriera primaria, durante le operazioni di manutenzione.

Per le operazioni di manutenzione di tipo wire-line, il dato riportato dalla “*International Association of Oil and Gas Producers Risk Assessment Data Directory*” (Report n. 434-2, Marzo 2010), è una frequenza di accadimento di valore di $1,0 \cdot 10^{-5}$ (frequenza attesa annua per operazione di wire-line).

Tenuto in considerazione che il numero totale di operazioni di manutenzione medie (Wireline&Rig Less) condotte nel 2010 da STOGIT, che hanno comportato la rimozione della Safety Valve, sono 5 (per un totale di 40 ore, calcolate sui pozzi dedicati all’attività di iniezione e erogazione), si ritiene che il dato presente in letteratura, debba essere rivisto in funzione del numero di ore totali che hanno comportato l’esclusione della valvola di sicurezza di fondo pozzo, necessaria per consentire le operazioni di manutenzione.

L’analisi quantitativa, a partire dai dati presenti in letteratura, è riportata nella **Tabella 2** seguente.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 10 di 13	Rev. 00

N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520

Frequenza attesa annua per operazione di wire-line (occasioni/anno)	Riferimento bibliografico	Operazioni di manutenzione condotte nel 2010 (n. operazioni/anno)	Ore di effettiva assenza della Safety Valve (ore)	Frequenza blow-out (occasioni/anno)
$1,0 \cdot 10^{-5}$	<i>International Association of Oil and Gas Producers Risk Assessment Data Directory</i>	5	40	$2,3 \cdot 10^{-7}$

Tabella 2 - Frequenza di accadimento di blow-out per le operazioni Wire-line&RigLess

La frequenza di accadimento stimata sulla base dei dati presenti in letteratura risulta essere pari a $2,3 \cdot 10^{-7}$ occasioni /anno.

La stima della frequenza di blow-out per le operazioni di manutenzione tiene conto:

- di numero di operazioni di manutenzione Wire-Line&Rigless medio condotte sui pozzi dedicati all'attività di iniezione e erogazione;
- del numero totale di ore di assenza della funzionalità della valvola di fondo pozzo.

L'ipotesi, secondo il criterio adottato in sede di Rapporto di Sicurezza, non risulta ragionevolmente credibile.

Per garantire la sicurezza durante le fasi operative di cui sopra:

- vengono preventivamente installati a testa pozzo dei sistemi di chiusura temporanei azionabili a distanza;
- vengono applicate rigorose procedure di lavoro;
- le operazioni sono condotte da ditte specializzate e qualificate.

Cliente  	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 11 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

3. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

Seguono alcune considerazioni sui risultati ottenuti dall'analisi.

3.1 BLOW-OUT DA UN POZZO DURANTE L'ATTIVITÀ DI STOCCAGGIO DEL GAS NATURALE

La criticità dell'analisi condotta risiede nella quantificazione della frequenza della *causa iniziatrice* dell'evento di blow-out.

Il cedimento strutturale è stato quindi ricondotto al cedimento della linea di trasferimento che collega la superficie al sottosuolo.

Al fine di stimare una frequenza per il rischio di blow-out, è stato quindi ipotizzato il fallimento delle logiche dei sistemi preventivi e protettivi, ed in particolare della valvola di fondo pozzo, dedicata all'intercetto del pozzo e quindi all'eventuale risalita del gas.

La frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale analizzata è pari a $7,7 \cdot 10^{-9}$ occasioni/anno.

3.2 BLOW-OUT DA UN POZZO DURANTE LE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE

Le attività di Wirel-line&Rigless, condotte da STOGIT all'interno delle aree pozzo/Cluster, sono operazioni di manutenzione ed acquisizione dati che richiedono la discesa della strumentazione meccanica ed elettronica all'interno del completamento del pozzo.

Il rischio principale è pertanto costituito dall'inibizione della possibilità di intervento della valvola di fondo in qualità di barriera primaria.

Per garantire la sicurezza durante le fasi operative di cui sopra:

- vengono preventivamente installati a testa pozzo dei sistemi di chiusura temporanei azionabili a distanza;
- vengono applicate rigorose procedure di lavoro;
- le operazioni sono condotte da ditte specializzate e qualificate.

La frequenza di accadimento dell'ipotesi incidentale analizzata è in questo caso pari a $2,3 \cdot 10^{-7}$ occasioni/anno.

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 12 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

3.3 SINTESI RISULTATI

Fatto salvo quanto già dettagliato nei documenti presentati, ed in particolare sulla:

- preventiva conoscenza acquisita negli anni sulle caratteristiche del giacimento di stoccaggio
- esperienza storica, che conferma che non sono stati registrati in Italia blow-out legati alle attività di stoccaggio

sono stati identificate due ipotesi

- blow-out durante la fase produttiva (stoccaggio/erogazione);
- blow-out durante la fase manutentiva (wireline&rigless).

Durante gli studi condotti nei Rapporti di Sicurezza, elaborati per tutti gli Stabilimenti STOGIT, per sono state stimate le probabilità di accadimento dei due eventi:

- Blow-out (senza innesco) FASE DI “PRODUZIONE” **10⁻⁹occ/anno;**
- Blow-out (senza innesco) FASE DI “MANUTENZIONE” **10⁻⁷occ/anno.**

Assegnando una probabilità pari a 0,1 per l’innesco del gas conseguente all’eruzione incontrollata (il valore di 0,1 è il caso più conservativo, e viene desunto da casistiche per il “fuori terra”) gli ordini di grandezza dei fenomeni risultano essere:

- Blow-out (incendiato) FASE DI “PRODUZIONE”: **10⁻¹⁰ occ/anno**
- Blow-out (incendiato) FASE DI “MANUTENZIONE”: **10⁻⁸occ/anno**

Cliente  STOGIT  SNAM RETE GAS	Progettista 	Estensore del Rapporto Preliminare di Sicurezza T R R S.r.l. 	Commessa P-1434	Unità 00
	Località ALFONSINE (RA)		Doc. N. APS	LEY-0000-001
	Progetto CAMPO DI STOCCAGGIO GAS DI ALFONSINE RAPPORTO PRELIMINARE DI SICUREZZA – FASE 2		Foglio 13 di 13	Rev. 00
N. Documento Stogit: 0128-00-BGRV-12520				

3.4 ANALISI CRITICA DEI RISULTATI OTTENUTI

Sui risultati sintetizzati al punto precedente si ritiene opportuno rimarcare che:

- la frequenza di accadimento del blow-out in “produzione” è stata calcolata attraverso la tecnica dell’albero dei guasti, che, come noto, consente di tenere in considerazione oltre alle cause primarie anche le effettive “sicurezze” presenti (l’ipotesi di fallimento di tali sicurezza concorre alla determinazione della probabilità di accadimento finale);
- diversamente la frequenza di accadimento del blow-out in “manutenzione” è stata ricavata a partire da dati statistico-storici, riferiti principalmente all’off-shore e alle casistiche di blow-out in impianti di “perforazione”, e successivamente corretta per il numero di ore/anno in cui potrebbe manifestarsi la causa primaria;

Ne consegue che il valore probabilistica associato all’ipotesi di blow-out in manutenzione, essendo ricavato da dati storici, non tiene volutamente in considerazione le protezioni che, anche nel caso delle attività di manutenzione, sono disponibili.

Si rammenta infatti che:

- in tali frangenti il pozzo è presidiato da personale specializzato e vengono installate, testate e rese operative specifiche apparecchiature di superficie in grado di chiudere il pozzo a distanza (“Blow Out Preventer Wire Line”);
- il pozzo oggetto di attività manutentiva viene inoltre escluso dal ciclo produttivo e, qualsiasi operazione di apertura/chiusura dello stesso a distanza da parte del Dispacciamento operativo viene interdetta

Per queste motivazioni, che integrano positivamente le valutazioni condotte, si confermano i risultati ottenuti dalle analisi presentate nel Rapporto Preliminare di Sicurezza .

Tenendo in considerazione le ulteriori protezioni a disposizione, è possibile stimare, anche per l’ipotesi legata alle attività di manutenzione, un ordine di grandezza inferiore a 10^{-8} occasioni/anno.

Si ritiene opportuno sottolineare che, al di là delle stime probabilistiche, le operazioni suddette saranno disciplinate anche dalla normativa mineraria (D. Lgs. 624/96 e s.m.i), in cui è previsto a carico del “Titolare” delle attività l’approntamento di una serie di misure e procedure atte a ridurre al rischio di eruzione.