

Prevenire il **Jet Fire**: alla scoperta di **nuove soluzioni**

di **Fabio Andreolli**

LE FUGHE DI GAS E LE POSSIBILI COMBUSTIONI DERIVANTI RICHIEDONO GRANDE ATTENZIONE NELLA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI. NELL'ARTICOLO È PRESENTATO UN ESEMPIO INNOVATIVO DI MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA, REALIZZATO TRAMITE UN SISTEMA DI CONTROLLO DI TIPO AVANZATO



Cos'è il Jet Fire

Il "Jet Fire" o "Spray Fire" è un "getto" di fuoco dalla diffusione violenta, causato dall'ignizione di una miscela di comburente e di combustibile gassoso rilasciato continuamente, con una forza significativa, in una o più direzioni.

Nel caso in cui il combustibile fosse un fluido bifase (miscela acqua/vapore e gas associati) o un liquido puro, il fenomeno si chiamerebbe "Flash Fire".

In altre parole questa "lingua" di fuoco è l'effetto di una fuga, con successiva ignizione, di una sostanza gassosa infiammabile, scaturita da un'incidentale foratura di un recipiente in pressione (tubazione o serbatoio).

Gli effetti di tali incidenti possono essere molteplici e dipendono da particolari condizioni quali, solo per citarne alcune: la distanza raggiunta dal "jet", la quantità di combustibile che prende parte alla combustione, la distanza dal foro del punto d'ignizione.

I suddetti parametri sono a loro volta influenzati da altre condizioni che possono essere determinanti per l'evoluzione dell'incidente quali, per esempio, la pressione interna al componente forato e la grandezza del foro oppure, per determinate (piccole) dimensioni di questo, l'attrito sviluppato dal gas fuoriuscente che potrebbe, addirittura, essere in grado di dare avvio all'ignizione.

Studi, prove di laboratorio e registrazioni di eventi catastrofici accaduti nel passato permettono di valutare

e simulare gli effetti del Jet Fire.

Il DM 24/11/84 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" riporta le tabelle riassuntive d'irraggiamento termico in grado di provocare gravi danni alle strutture e alle apparecchiature, per non parlare delle lesioni al personale eventualmente esposto.

L'esempio del metano

Il metano (CH_4), gas facilmente disponibile in natura, è utilizzato in vari modi come combustibile o materia prima e per questo è distribuito su larga scala in tutto il mondo attraverso condotte di varie classi.

Stilando un "albero" degli eventi tipico per il rilascio di questo gas infiammabile in un'area non confinata, emerge che il fenomeno di Jet Fire è possibile per innesco immediato oppure ritardato, nell'eventualità che si formi una nube infiammabile di grandi dimensioni. Se la combustione non avviene il gas si disperde in atmosfera.

Nel caso di un innesco ritardato la possibilità di un'esplosione si ha dopo che il rilascio gassoso sia avvenuto in uno spazio confinato o congestionato o dove si sia creata una nube di grandi dimensioni tali per cui il fronte di fiamma, propagandosi al suo interno, accelera fino a velocità significative, in grado di produrre fenomeni deflagranti.

Sempre riferendosi all'"albero" degli eventi della figu-

ra 1, si può notare come una rivelazione tempestiva può ridurre di molto la probabilità e le conseguenze di eventi incidentali, così come è da ricordare che il rilascio, anche minimo, di una materia prima in atmosfera, costituisce anche una forma d'inquinamento ambientale e uno spreco economico.

Precauzioni di tipo impiantistico

Le precauzioni di tipo impiantistico atte a scongiurare eventi dannosi sono molteplici, quali ad esempio: la verifica del dimensionamento della condotta o del serbatoio, utilizzando le normative e le direttive di riferimento (ASME, ANSI/ISA, API, REMI, UNI, PED); specifici collaudi dei componenti in fabbrica e in opera una volta assemblati; l'adozione di valvole di sicurezza e accessori frangi fiamma; l'inserimento di protezioni da scariche atmosferiche; specifici sistemi di contenimento; l'inserimento di opportune segregazioni; l'osservanza delle distanze di rispetto da possibili fonti di rischio; soluzioni come la riduzione al minimo indispensabile delle giunzioni e delle frangiature; la scelta dei materiali, la certificazione delle saldature e le procedure di manutenzione.

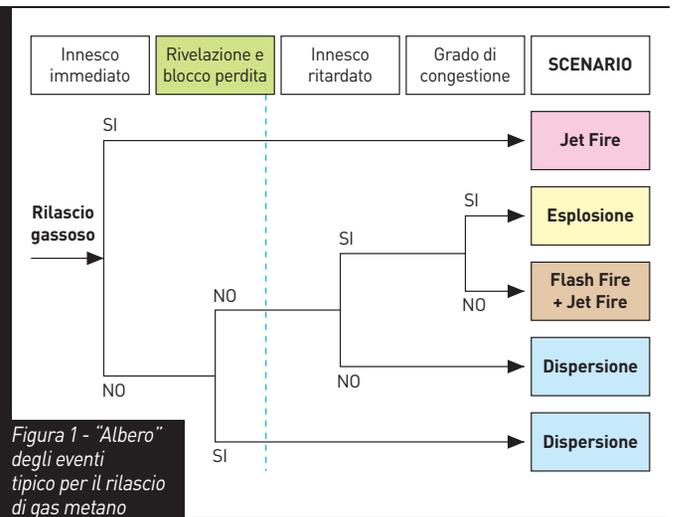
Sistemi attivi

Nella vasta letteratura di ricerca sul campo sono stati valutati più metodi e ne è stata verificata l'efficacia sia attraverso misurazioni e osservazioni dirette sia mediante la raccolta di esperienze al fine di sviluppare un efficiente sistema automatico di controllo.

Il metodo più diffuso è quello di dotare le differenti aree di impianto, dove esiste la possibilità che si abbia un rilascio di sostanze volatili, di sistemi progettati in maniera tale da garantire la rivelazione in continuo della presenza di gas infiammabile.

Questi possono essere realizzati attraverso una rete di sensori a rivelazione d'area circoscritta (*point o spot*) o di tipo lineare (*open path*), disposti opportunamente in loco.

Tali dispositivi intervengono al raggiungimento di una



soglia di allarme impostata a una specifica frazione del L.E.L. (*Lower Explosion Level*), in italiano L.I.E. (Limite Inferiore di Esplosività), ovvero la concentrazione minima di gas o di vapori in atmosfera (aria a 20 °C e 1 pascal) da considerarsi pericolosa.

Il caso del gas naturale

Per il metano la tecnologia di rivelazione più idonea è di tipo ad assorbimento d'infrarosso (IR); i sensori richiedono poca manutenzione e risultano poco sensibili ad altri interferenti. La soglia di L.E.L. è pari al 5% del volume e a 15% quella dell'U.E.L. (*Upper Explosion Level*), in italiano L.S.E. (Limite Superiore di Esplosività), oltre il quale il rapporto stechiometrico carente di ossigeno impedisce la combustione.

I criteri di sicurezza necessari per determinare i valori di preallarme e allarme variano secondo i casi, in genere sono pari al 10% del L.E.L. per il preallarme ed al 20÷25% per l'allarme.

Si noti che gli standard ANSI/ISA S12-13 e IEC indicano che il termine *esplosività*, contenuto nelle abbreviazioni L.E.L. (L.I.E.) e U.E.L.(L.S.E.), sia per semplicità da ritenersi sinonimo di infiammabilità.

A titolo di curiosità, aggiungiamo che il limite di concentrazione che l'uomo riesce a rilevare tramite l'olfatto, grazie all'odorizzante (mercaptano) associato al metano in distribuzione, gas naturalmente inodore, è pari a circa un centesimo del LIE (500 p.p.m. di metano).

Queste tecnologie, anche se sempre più affidabili e tecnologicamente avanzate, secondo gli studi degli enti britannici HSE (*Health and Safety Executive*) e UKO-OA (*Offshore Operators Association*), svolti presso grandi installazioni industriali, si rivelano efficaci solo nel 65% dei casi, in quanto risulta difficile rilevare direttamente l'evolversi di un fenomeno dinamico come la dispersione dei gas che dipende dalla diffusione molecolare (fenomeno lento dovuto ai moti delle particelle gassose) o dalla turbolenza dei moti dell'aria.

Ad esempio, il metano, più leggero dell'aria, tende a

dispandersi verso l'alto se non trova ostacoli e ad allontanarsi e a diluirsi in funzione della velocità del vento e della densità dell'aria.

Sistemi a rivelazione di sibilo

Negli ultimi anni sono stati installati sensori di fughe di gas a rivelazione di sibilo, ovvero in grado di rilevare

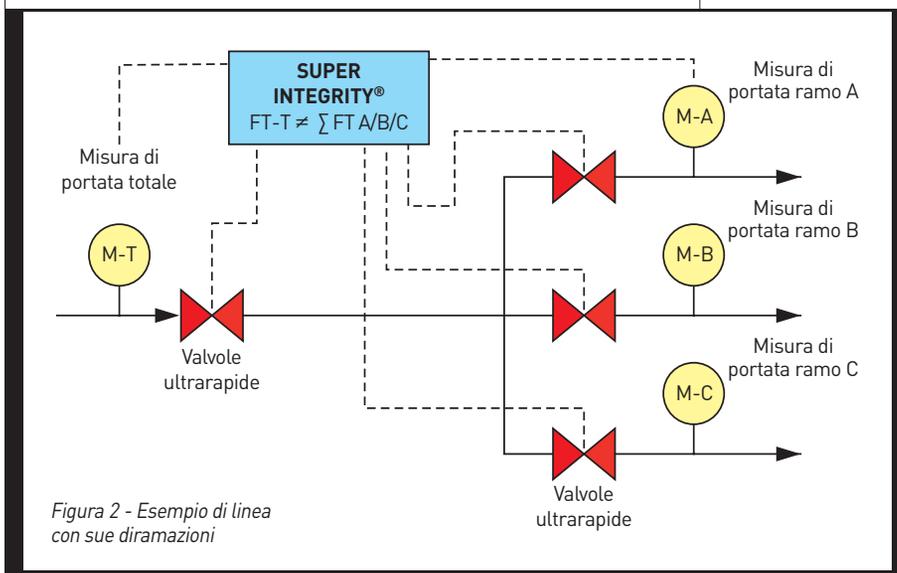
livello di SIL (*Safety Integrity Level*) minimo richiesto. Considerando che i parametri utilizzati sono basati su misuratori che esprimono il loro miglior rendimento sulle portate a regime, che sono dimensionati con ampi campi scala e che sono suscettibili alle variazioni di temperatura, è possibile che l'errore della catena di misura sia, in funzionamento normale, diverso da zero, falsando l'attendibilità dell'allarme per fuga di gas.

Al fine di ottimizzare il sistema di controllo si possono ottenere risultati interessanti aggiungendo successivi ed opportuni algoritmi di calcolo mirati al bilancio delle portate.

Questa tecnica può essere incrociata con quella di rivelazione diretta al fine di aumentarne l'efficienza e limitare così eventuali disservizi causati da falsi riconoscimenti.

Sono già stati realizzati in proposito dei prototipi (*Superintegrity*®), che hanno permesso la raccolta di dati specifici, elaborati successivamente in funzione di modelli matematici, che hanno permesso di realizzare un

modello scalabile applicabile a condotte di ogni classe in diverse configurazioni d'impianto.



l'ultrasuono (onde superiori a 20.000 Hz non udibili dall'uomo) emesso da una fuga di gas.

Questi sensori non sono sensibili alle concentrazioni di gas, ma sono in grado di rivelare fughe molto rapidamente e indipendentemente dalle condizioni ambientali; possono però essere disturbati o mascherati da altri rumori presenti nel fondo ambientale.

Affiancati alle tecniche precedenti sono comunque utili per estendere il campo di efficacia del sistema di rivelazione e coprire una parte del restante 35%.

Un sistema di misura e controllo di tipo avanzato

Una tecnica realmente innovativa consiste nell'applicare un sistema di misura e controllo di tipo avanzato per limitare o ridurre i rischi associati a eventuali perdite dal punto di consegna a quello di utilizzo.

Dotando la linea da proteggere di adeguati sistemi di misura di portata (fig. 2), i dati raccolti possono essere valutati in tempo reale e, nel caso si registrassero anomalie, si provvederebbe in modo automatico all'isolamento o all'inertizzazione del ramo o della linea in cui una sospetta fuga di gas ha registrato l'improvvisa variazione di portata.

L'adozione di un simile sistema può avere un limitato impatto impiantistico perché in grado di utilizzare le misure di portata già presenti in linea e usate per una semplice misura di consumi o per la regolazione.

In tal caso però non potrebbero assumere anche la funzione di sicurezza conforme alla Norma EN-CEI 61511, relativa ad impianti di misura e controllo di processo, che richiede, invece, sempre forzatamente circuiti separati ed indipendenti al fine di raggiungere il



Fonti/Bibliografia

- NORME CEI - API - AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE - RECOMMENDED PRACTICE 521 - HSE - HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE - REPORT FIRE AND EXPLOSION STRATEGY