

Anno XXXV - NUMERO 2
Marzo-Aprile 2023



*i*MPIANTISTICA

italiana

Organo ufficiale dell'Associazione Nazionale di Impiantistica Industriale ANIMP



NUOVE RISORSE
Energia idroelettrica e
transizione: le opportunità
per la filiera impiantistica

ECONOMIA CIRCOLARE
Soluzioni tecnologiche
per trasformare
scarti e rifiuti in bioenergie

INDUSTRIA & SICUREZZA
"ESG in action": il modello
sociale aziendale per
uno sviluppo sostenibile

IMPIANTISTICA ITALIANA ANNO XXXV - NUMERO 2 Marzo-Aprile 2023

Posta elettronica: [Spedizioni in abbonamento postale - DL 359/2003 \(conv. in L. 27/05/2008 n. 145\) art. 1, comma 1, DCB Milano](mailto:Spedizioni in abbonamento postale - DL 359/2003 (conv. in L. 27/05/2008 n. 145) art. 1, comma 1, DCB Milano)



i Focus

Energia e Oil&Gas

Come gestire e controllare le emissioni fuggitive da impianti industriali

Applicazione di un efficace programma LDAR per la protezione ambientale



Nicolai Tasca, Project Manager
VED srl

L'impatto ambientale delle realtà industriali comprendente molteplici aree tra cui la più rilevante è sicuramente l'inquinamento dell'aria, sia per le sue ricadute dirette (sicurezza sul lavoro), sia per gli effetti indiretti sull'ecosistema.

Le valvole giocano un ruolo determinante nell'impatto ambientale delle realtà industriali, in quanto sono tra le principali fonti di emissioni

In quest'ambito, le valvole giocano un ruolo determinante. Queste infatti possono dare origine a due principali tipologie di emissioni, le prime e più importanti sono sicuramente le emissioni fuggitive causate dall'invecchiamento e dall'usura dei componenti costruttivi, e non in ultimo dalla cattiva gestione della manutenzione. In seconda battuta,

le valvole possono dare origine a perdite interne, denominate trafilemanti, causate da fenomeni che ne precludono la perfetta chiusura.

Tra le possibili emissioni fuggitive derivanti dalle valvole, la più comune è sicuramente quella derivante dallo stelo (baderna) che rappresenta il 99% delle emissioni complessive derivanti dalle valvole.

Le emissioni fuggitive dalle valvole e il loro impatto

Negli anni '90, l'agenzia americana per la protezione dell'ambiente (EPA) ha stimato che un impianto tipo (raffineria o chimica) può emettere circa 600 – 700 ton/anno di COV a causa delle emissioni fuggitive dai componenti di impianto, quali valvole, pompe compressori, connettori flange. L'EPA ha inoltre stimato che le valvole e i connettori rappresentano il 90% di queste emissioni.

Oggi, dopo circa 30 anni, sebbene la quantità di emissioni complessive si sia ridotta grazie ai protocolli LDAR, le valvole rimangono ancora le principali fonti di emissione.

I dati raccolti durante le indagini LDAR in Italia mostrano che, per uno stabilimento di medie dimensioni (circa 100.000 fonti di emissione) le valvole contribuiscono per oltre il 70% delle

Impianto	N° Sorgenti emmissive	N° Valvole	% Valvole	Emissioni complessive [ton/year]	Emissioni da valvole [ton/year]	Emissioni relative
Raffineria	99.000	28.000	28%	180	133	74%
Raffineria	224.000	66.000	29%	539	300	56%
Chimico	79.000	21.400	27%	872	548	63%
Chimico	11.200	2.000	18%	88	55	63%
Termoelettrico	1.800	522	29%	1,4	0,86	61%
Termoelettrico	2.400	677	28%	1,77	1,39	79%
TOT	417.400	118.599	28%	1.682	1.038	62%

emissioni complessive. Questo valore si riduce a circa il 60% per gli impianti chimici, e raggiunge punte dell'80% per gli impianti termoelettrici.

I dati confermano che le valvole sono in definitiva le principali responsabili delle emissioni di inquinanti da realtà industriali.

Tra i possibili componenti responsabili delle emissioni fuggitive, le valvole sono, in definitiva, le principali fonti di emissione di inquinanti.

Le emissioni fuggitive di COV contribuiscono alla formazione di ozono al livello del suolo, catalizzando la formazione dello smog, e causando o

incrementando l'insorgere di problemi respiratori soprattutto nei bambini e negli asmatici.

Alcune specie di COV sono anche classificate come VHPAs (inquinanti volativi particolarmente pericolosi). Tra questi troviamo sostanze cancerogene come il benzene, la formaldeide, gli xileni, il cloruro di metilene.

Un altro fenomeno, causato dal rilascio di COV in atmosfera, è l'incremento dell'effetto serra, come indicato dal protocollo GHG, che ha inserito le emissioni fuggitive tra le emissioni di tipo diretto (Scopo1).

In ultima analisi, essendo per lo più infiammabili, i COV possono aumentare significativamente il rischio di esplosione negli ambienti di lavoro dove vengono rilasciati.

Come è noto, il miglior modo per ridurre le emissioni fuggitive è l'applicazione di protocolli LDAR (*leak detection and repair*). L'EPA ha calcolato una riduzione di oltre il 60% delle emissioni applicando correttamente tali programmi.

Come mostrato in **figura 1**, i dati a disposizione (raccolti per un impianto italiano) mostrano riduzioni che possono superare anche il 70% in tre anni, con una riduzione netta di emissioni di circa 433 ton/anno.

Con l'applicazione di programmi LDAR efficienti è possibile incrementare la sicurezza dei lavoratori, ridurre le spese derivanti dagli sprechi di prodotto, ridurre l'esposizione delle comunità circostanti, migliorare le condizioni ambientali globali.

Un efficiente programma LDAR include i seguenti punti (**figura 2**):

Identificazione dei componenti. Etichettare ogni componente con un numero di identificazione unico. Utilizzare un sistema elettronico di gestione dati per le registrazioni LDAR. Effettuare periodicamente un audit sul campo per garantire che il censimento sia adeguato.

Definizione di perdita. Utilizzare una definizione di perdita inferiore a quella richiesta dalla normativa.

Monitoraggio dei componenti. Innanzitutto, scegliere i dispositivi giusti per rilevare le perdite, quindi utilizzare un data logger elettronico per risparmiare tempo e migliorare l'accuratezza. Effettuare audit del programma LDAR per garantire

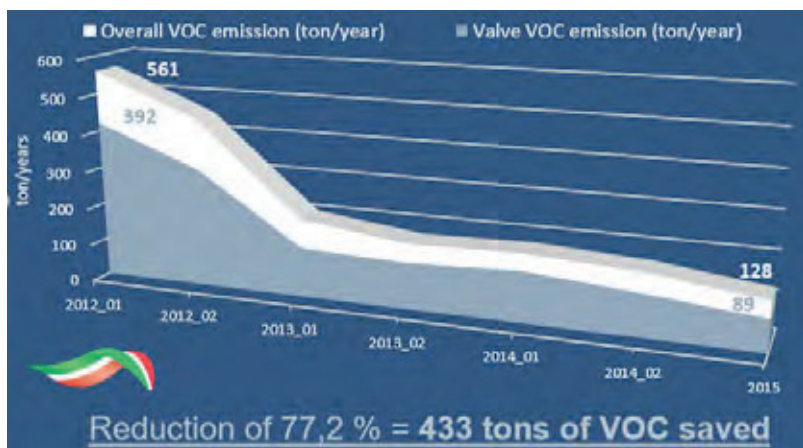


Figura 1



Figura 2

che le procedure del Metodo 21 vengano seguite correttamente.

Riparazione dei componenti. Sviluppare un piano e un calendario per la riparazione dei componenti. Effettuare un primo tentativo di riparazione dopo aver rilevato una perdita. Monitorare i componenti per garantire che la perdita sia stata riparata con successo.

Registrazione. Effettuare audit interni e di terze parti dei dati LDAR per garantire la conformità agli standard nazionali ed internazionali. Monitorare e archiviare elettronicamente i dati LDAR. Effettuare un controllo regolare dei dati.

L'identificazione delle perdite è di gran lunga il punto più importante nell'implementazione del programma LDAR. Esistono molte tecnologie disponibili per rilevare una perdita. Possiamo suddividerle in due categorie principali (per maggiori dettagli link: ldar.fugitive-emission.it

[o il QRCode]



Le tecnologie che rispettano il metodo 21 dell'EPA sono utilizzate per il monitoraggio di sorgenti accessibili e la quantificazione delle perdite. Tuttavia, ci sono altre tecnologie che non rispettano il metodo 21 dell'EPA, ma vengono utilizzate per il monitoraggio delle sorgenti non accessibili.

Nella **prima categoria**, ci sono: rilevatore a fiamma e ionizzazione fotoelettrica, rilevatore di conducibilità termica, rilevatore infrarosso.

Mentre nella **seconda categoria** c'è l'OGI e la telecamera ad ultrasuoni.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei VOC in accordo con il metodo 21 dell'EPA, i principali dispositivi sono FID e PID.

Un rilevatore di ionizzazione fotoelettrica (PID) utilizza una fonte di luce ultravioletta (UV) per ionizzare i prodotti chimici in ioni positivi e negativi che possono essere facilmente conteggiati con un rilevatore.

D'altra parte, un rilevatore a fiamma (FID) utilizza una fiamma a idrogeno per ionizzare i prodotti chimici in ioni positivi e negativi.

FID e PID sono entrambi riportati nel metodo 21 dell'EPA, ma i nostri dati hanno mostrato risultati sostanzialmente diversi utilizzando FID e PID. I test effettuati contemporaneamente, su campioni reali e in condizioni di monitoraggio reali, hanno mostrato che FID è la migliore tecnologia per il monitoraggio delle emissioni fuggitive di VOC. La sua tecnologia di ionizzazione a fiamma è meno influenzata dalle interferenze; il FID può rilevare la presenza di VOC con una maggiore precisione rispetto a PID.

Con il PID, alcuni gas, come il metano, non vengono ionizzati, e altri reagiscono fotochimicamente formando composti che possono rivestire



Figura 3

la superficie della lampada, causando un effetto di barriera che diminuisce l'efficienza e la sensibilità del dispositivo.

L'umidità può introdurre correnti di perdita o rifrangere la luce UV, abbassando la sensibilità strumentale.

Di conseguenza, il PID può essere utilizzato per la misurazione di singoli composti chimici in condizioni di bassa concentrazione e con una maggiore sensibilità rispetto a FID. Ma d'altra parte, il PID è meno efficace in condizioni di alta concentrazione. In sintesi: il PID è influenzato negativamente dalla presenza di polveri e umidità o quando sono presenti altri gas non reattivi, come accade nel monitoraggio delle emissioni fuggitive. Tuttavia, dobbiamo dire che il PID è il miglior rilevatore per alcuni composti inorganici come l'ammoniaca.

Passiamo ora alla tecnologia OGI (Optical Gas Imaging), ampiamente utilizzata per il monitoraggio di sorgenti non accessibili. Utilizzando l'OGI, una perdita appare come un plume, nero o bianco a seconda delle impostazioni della telecamera **figura 3**.

Per visualizzare una perdita con l'OGI, il gas deve avere un picco di assorbimento nell'infrarosso che si sovrappone alla finestra spettrale della fotocamera OGI. Questa finestra si trova di solito tra 3,2 e 3,4 micron.

Per visualizzare una perdita, deve esistere una sufficiente differenza di temperatura tra la nube di gas e lo sfondo. Una differenza di temperatura maggiore (ΔT) porterà a un plume più visibile sul display della fotocamera OGI.

La foto mostra gli effetti del ΔT mentre il gas si muove attraverso sfondi a diverse temperature. La perdita diventa invisibile alla recinzione, dove lo sfondo ha un ΔT scarso.

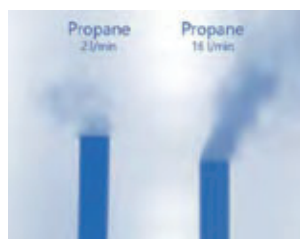
L'ultima fattore è una lunghezza di percorso di concentrazione sufficiente. Questa è la lunghezza in-



Category	Sniffing	Gas Imaging
Applicability	pipng systems are easily accessible. very small leaks must be detected.	many potential leak points are covered by insulation or are not easily accessible.
Detection limit	very low concentrations	1 to 10 g/h for aliphatic hydrocarbons and benzene.
Reliability	false positives (tiny leak with high ppmv) false negatives (large leak with low ppmv).	all leaks above the detection threshold will be consistently detected.
Limitations	Many limitation for accessibility.	No limitation for accessibility (Leaks under insulation are normally detected).
Survey manpower	Up to 1,000 components per days, very labour-intensive.	Up to 2,000 components per day
Emission quantification	Correlations between ppmv measured and kg/h leak rate	Leak/no-leak factors applied to all potential leak points;

Tabella 1

tegrata del percorso di concentrazione del gas, calcolata dal prodotto della concentrazione di gas per la lunghezza del plum. Deve essere presente nell'immagine una quantità di gas maggiore del limite minimo di rilevamento del sistema.



La foto mostra due perdite dello stesso gas, a diverse concentrazioni. Il plume sulla destra è più denso, poiché c'è una concentrazione più elevata del gas.

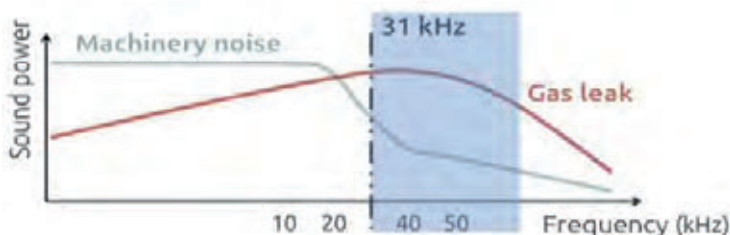
La **tabella 1** mostra il confronto tra le due tecniche. I vantaggi dell'utilizzo della OGI sono l'assenza di limitazioni per l'accessibilità e la minore quantità di manodopera richiesta durante le rilevazioni; per esempio, un tecnico può monitorare fino a 2.000 componenti al giorno rispetto ai soli 1.000 componenti monitorati tramite le tecniche di sniffing. Tuttavia, lo svantaggio della OGI è che il limite di rilevazione spesso non soddisfa i requisiti normativi.

La prossima e più recente tecnica per il monitoraggio delle emissioni fuggitive è il **Passive Ultrasonic Imaging**.

Una telecamera ad ultrasuoni è composta da:

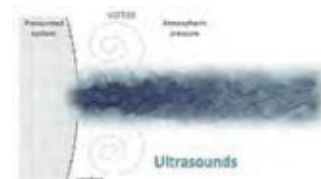
- una matrice di microfoni sensibili agli ultrasuoni;
- una telecamera ottica.

Figura 4



La **figura 4** mostra il range di frequenza utilizzato durante il monitoraggio

In questo intervallo di frequenza, possiamo vedere la maggiore differenza tra il rumore delle macchine e la potenza sonora di una perdita di gas. Questo fornisce le migliori condizioni per il monitoraggio delle perdite di gas.



Le perdite di gas emettono ultrasuoni, che vengono registrati dai microfoni. Le onde ultrasoniche raggiungono ogni singolo microfono in momenti diversi. Dai tempi di arrivo, il software della telecamera ricostruisce e mostra la posizione della sorgente di ultrasuoni.

Il **primo vantaggio** dell'utilizzo dell'Ultrasound Imaging è costituito dalla possibilità di ispezionare le aree 10 volte più velocemente rispetto ad altri metodi. In realtà, questo è il metodo più veloce disponibile sul mercato.

Il **secondo vantaggio** è che è possibile effettuare l'ispezione senza dover installare ponteggi.

L'**ultimo vantaggio** è che l'imaging a ultrasuoni rileva perdite di qualsiasi tipo di gas.

D'altra parte, ci sono alcuni svantaggi come:

- La perdita di gas deve creare ultrasuoni, quindi è necessaria una differenza di pressione minima;
- Deve esserci un percorso diretto tra la perdita e la telecamera, il che significa che non è possibile rilevare perdite sotto l'isolamento e le riflessioni sonore (eco) possono essere rilevate dalla telecamera;

Per riassumere quanto discusso sulla rilevazio-

FEATURE	FID	PID	TCD	OGI	Ultrasound
Price	€€	€	€	€€€€€	€€€
Lower threshold limit	1 ppmv	1 ppbv	50 ppmv	ND	ND
Leak quantification	YES	YES	YES	YES, but with expensive and not expedite method	Limited to few gases and under significant restriction
Inaccessible sources monitoring	NO	NO	NO	YES	YES
Insulated sources monitoring	NO	NO	NO	YES	NO
Meets EPA 21 method requirement	YES	YES	YES	NO	NO
Device weight	5 kg	0,7 kg	0,5 kg	2,5 kg	1,5 kg
Needs auxiliary gases	YES	NO	NO	NO	NO
Adversely affected by humidity, dust, complex composition	NO	YES	NO	NO	NO
Gas type response	almost all VOC	Depends on gas ionization potential (not sensitive to CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈)	No limitations	Limited VOC types	No limitations

Tabella 2

ne delle perdite, la **tabella 2** mostra un confronto tra le tecnologie esaminate.

te e richiedono più manodopera rispetto a OGI o Ultrasuoni.

Gli strumenti di sniffing sono più economici e sono sufficientemente sensibili per soddisfare i requisiti normativi applicati. Il FID è il migliore per il monitoraggio dei VOC e la quantificazione delle perdite.

D'altra parte, gli strumenti di sniffing non possono rilevare perdite per sorgenti non accessibili o isola-

Il modo migliore per proteggere l'ambiente

Le valvole rimangono le principali fonti di emissioni fuggitive di VOC e HPA prodotte dalle imprese industriali. Il modo migliore per proteggere l'ambiente è quindi quello di applicare un efficace programma LDAR a partire dalla corretta scelta degli strumenti di monitoraggio.



Nicolai Tasca

Nicolai Tasca, laureato in Chimica industriale presso l'Università di Catania, nel 2001 inizia l'attività professionale come ricercatore presso l'Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri (CNR) di Catania. Nel 2004 entra in LABSERVICDE ANALYTICA con il ruolo di Product Specialist, maturando un'esperienza nel settore della strumentazione di analisi ambientale. Nel 2013 passa a VED srl, con il ruolo di Project Manager, impegnato a sostenere e sviluppare i servizi di monitoraggio ambientali, fino alla creazione di una nuova Business Unit, GFE, di cui diventa responsabile nel 2015.

Management and control of fugitive emissions from industrial plants

Valves remain the major sources of fugitive VOC and HPA emissions from industrial enterprises. The best way to protect the environment is therefore to apply an effective LDAR program starting with the correct choice of monitoring tools.