

Honeywell

# Il libro dei gas



## Rilevazione di gas Honeywell

# 1 Introduzione

Il libro dei gas rappresenta una guida semplice per tutti coloro che desiderano utilizzare dispositivi fissi e portatili per il rilevamento dei gas. Il suo scopo è presentare in maniera completa ed esauriente l'argomento, dalla descrizione dei principi di base della rilevazione applicati ai vari dispositivi ad informazioni sulle certificazioni e sull'idoneità per determinate applicazioni.

Molte applicazioni e processi diversi richiedono sempre più spesso l'impiego e la lavorazione di sostanze pericolose, quali ad esempio gas infiammabili, tossici e ossigeno. È quindi inevitabile che si verifichino talvolta fughe di gas, che possono mettere a rischio gli impianti, i lavoratori al loro interno e la popolazione residente nelle vicinanze. Queste problematiche vengono costantemente riportate all'attenzione di tutti dagli incidenti che si verificano nel mondo causando asfissie, esplosioni e decessi.

In moltissimi settori uno degli elementi chiave dei piani di sicurezza per la riduzione dei rischi per il personale e lo stabilimento è rappresentato dall'utilizzo di dispositivi di allarme, quali ad esempio i rivelatori di gas. Questi dispositivi avvisano precocemente del pericolo consentendo così di disporre di più tempo per l'adozione di misure correttive o di protezione. Possono anche essere utilizzati come parte di un sistema di monitoraggio e sicurezza integrato globale, che può comprendere vari altri aspetti tra cui il rilevamento di incendi e l'arresto di emergenza. Gli strumenti di rilevamento dei gas possono essere divisi in due categorie separate: i sistemi fissi e quelli portatili. Come suggerisce il nome, gli strumenti di rilevamento fissi rappresentano sistemi statici per gas pericolosi infiammabili, tossici e ossigeno, e sono destinati al monitoraggio di processi e alla protezione di impianti, sistemi e personale in loco.

Gli strumenti portatili sono destinati in particolare a proteggere il personale dai pericoli di gas infiammabili, tossici o ossigeno, sono di piccole dimensioni e vengono indossati dagli operatori per monitorare la zona di respirazione. Molti siti integrano nel proprio concetto di sicurezza sistemi di rilevamento dei gas sia fissi che portatili, ma l'idoneità di ciascuno dipende da vari fattori, ad esempio la frequenza di accesso all'area da parte del personale. ■

# Indice

Sezione	Argomento	Pagina	Sezione	Argomento	Pagina
1	Introduzione	2	18	ATEX	80-81
2	Marchi Honeywell per la rilevazione di gas	4-5		Norme IEC	82-83
3	Cos'è il gas?	6		Marcature delle apparecchiature	84-85
4	Pericoli legati ai gas	7	19	Classificazione delle aree	86-87
5	Pericoli legati ai gas infiammabili	8	20	Progettazione delle apparecchiature	88-89
	Limite di infiammabilità	9	21	Classificazione delle apparecchiature	90-91
	Proprietà dei gas infiammabili	10-11	22	Grado di protezione degli involucri	92-93
	Dati relativi ai gas infiammabili	12-19	23	Livelli di integrità della sicurezza (SIL)	94-95
6	Pericoli legati ai gas tossici	20	24	Sistemi di rilevazione dei gas	96-97
	Limiti di esposizione sul luogo di lavoro	21		Posizionamento dei sensori	98-99
	Limiti di esposizione ai gas tossici	22-25		Opzioni più comuni di montaggio dei sensori	100
	Dati relativi ai gas tossici	26-29		Configurazioni di sistema più diffuse	100-101
7	Pericolo di asfissia (carenza di ossigeno)	30	25	Installazione	102
8	Arricchimento di ossigeno	31	26	Manutenzione e cura continua dei sistemi di rilevazione dei gas	106-109
9	Aree in cui normalmente è necessario la rilevazione dei gas	32-35	27	Glossario	110-113
10	Principi di base della rilevazione	36			
	Sensore per gas combustibili	36			
	Sensore catalitico	36			
	Velocità di risposta	37			
	Uscita del sensore	37			
	Taratura	38			
	Rivelatore di gas a infrarossi	39			
	Rivelatore di gas infiammabili a raggi infrarossi a percorso aperto	40			
	Sensori a cella elettrochimica	41			
	Rilevazione a fotoionizzazione (PID)	42			
	Sensore Chemcassette®	42			
	Confronto fra le diverse tecniche di rilevamento dei gas	43			
11	Selezione dei sistemi di rilevazione dei gas	44-45			
12	Incrementare al massimo tempo ed efficienza	46-47			
13	Protocolli di comunicazione	48-49			
14	Strumenti fissi per la rilevazione di gas Honeywell	50-51			
15	Rivelatori di gas portatili	52			
	Perché i rivelatori portatili di gas sono così importanti?	54			
	Zona di respirazione	55			
	Gas più comuni che richiedono strumenti portatili di rilevazione	55			
	Tipi di rivelatori di gas portatili	56			
	Modalità operative di un rivelatore di gas	56			
	Caratteristiche e funzionalità	57			
	Accessori	58			
	Allarmi e indicazione di stato	59			
	Applicazioni più comuni per i rivelatori portatili di gas	60			
	Spazi ristretti	60-61			
	Settore marittimo	62			
	Trattamento dell'acqua	63			
	Settore militare	64-65			
	Risposta di emergenza				
	HAZMAT (materiali pericolosi)	66			
	Petrolio e gas (terminali offshore e onshore)	67			
	Informazioni sui rivelatori PID	68			
	Misurazioni di vapori di solventi, combustibili e VOC nell'ambiente di lavoro	68-71			
	Manutenzione dei sistemi portatili di rilevamento gas	72			
	Ridurre il costo della verifica dei dispositivi	73			
	Come eseguire un test ad impatto manuale	73			
	Rivelatori portatili di gas Honeywell	74-75			
16	Norme e certificazioni del Nord America per le aree a rischio di esplosione	76			
	Marchio Ex e classificazione delle aree in Nord America	77			
17	Norme e certificazioni europee per le aree a rischio di esplosione	78-79			

2

# Marchi Honeywell per la rilevazione di gas

## Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

Per noi di Honeywell Analytics il cliente viene sempre al primo posto e crediamo che l'evoluzione nel campo della rilevazione dei gas debba essere portata avanti da chi utilizza i nostri strumenti, piuttosto che da tecnici che determinano le esigenze del mercato. Per questo motivo, diamo ascolto ai desideri dei nostri clienti, affiniamo le nostre soluzioni per soddisfare le mutevoli necessità del mercato e cresciamo con loro per avere la certezza di garantire un servizio dal valore aggiunto, in linea con le esigenze dei singoli.

### Lavoriamo in questo settore... dalla nascita della rilevazione dei gas

**C**on 50 anni di esperienza nel settore della rilevazione dei gas, abbiamo contribuito sin dall'inizio ai progressi nelle tecniche di rilevazione. Molti dei nostri prodotti storici hanno fissato nuovi punti di riferimento per la rilevazione dei gas in termini di prestazioni, facilità d'uso e innovazione. Attualmente le nostre linee di prodotti si sono evolute per soddisfare le esigenze di svariati settori e applicazioni, fornendo soluzioni complete progettate per ridurre i costi della rilevazione dei gas e garantendo allo stesso tempo una maggiore sicurezza.

Gli specialisti del nostro centro di assistenza tecnica, quelli addetti alla formazione e all'applicazione dei prodotti, i tecnici impegnati sul campo e il reparto interno di supporto tecnico rappresentano quanto di meglio è possibile offrire in questo settore, potendo vantare oltre 1100 anni di esperienza cumulativa che ci permettono di offrire assistenza a livello locale con il sostegno del bagaglio di competenze dell'intera azienda. ■



### CURIOSITÀ SUI GAS

La parola "gas" è stata coniata nella prima metà del XVII secolo da J. B. van Helmont (1580-1644), un chimico fiammingo, e deriva dalla parola greca caos.

**BW**  
Technologies  
by Honeywell

**B**W Technologies by Honeywell è leader mondiale nel settore della rilevazione dei gas e si impegna costantemente per fornire prodotti portatili affidabili e di elevate prestazioni, oltre che un servizio di assistenza eccezionale in ogni momento.

L'azienda progetta, produce e commercializza soluzioni portatili innovative per il rilevamento di gas in varie applicazioni e in settori diversi, adattabili a tutti i budget e requisiti di monitoraggio di pericoli.

L'ampia gamma offerta include soluzioni che vanno da modelli monogas a manutenzione zero che non richiedono manutenzione, a dispositivi multigas multifunzione che forniscono funzionalità a valore aggiunto supplementari.

L'azienda, grazie all'esperienza di punta nel campo dei rivelatori portatili, organizza corsi di formazione on-site personalizzati per soddisfare esigenze specifiche dei clienti nonché assistenza per la selezione e l'integrazione di soluzioni applicative totalmente su misura.

A livello di assistenza BW Technologies offre inoltre supporto e manutenzione all'avanguardia e con costi contenuti grazie alla rete globale di distributori autorizzati.

### Da 25 anni soluzioni a valore aggiunto a prezzi competitivi

BW Technologies by Honeywell è stata fondata nel 1987 a Calgary, Canada. Negli ultimi 25 anni ha immesso sul mercato soluzioni innovative per la rilevazione di gas che aggiungono valore, aumentano la sicurezza e riducono i costi di esercizio dei rivelatori portatili.

Con sedi in tutto il mondo e un team diversificato e competente sempre presente per l'assistenza ai clienti, l'azienda offre un'ampia infrastruttura internazionale supportata da team locali con una specifica conoscenza del settore, delle applicazioni e delle esigenze a livello regionale. ■

# 3 Cos'è il gas?

La parola gas deriva da "caos". Il gas è un insieme di molecole che si muovono in maniera casuale e caotica, urtando costantemente l'una contro l'altra e con tutto ciò che le circonda. I gas riempiono ogni volume disponibile e, a causa dell'alta velocità con cui si muovono, si mescolano rapidamente con l'atmosfera in cui vengono rilasciati.

Ogni giorno siamo circondati da diversi tipi di gas. L'aria che respiriamo ad esempio è composta da numerosi gas, tra cui l'ossigeno e l'azoto.

## Composizione dell'aria

In tabella è indicata la composizione dell'aria a livello del mare (in percentuale in volume alla temperatura di 15°C e con una pressione di 101325 Pa).

Nome	Simbolo	Percentuale in volume
Azoto	N <sub>2</sub>	78,084%
Ossigeno	O <sub>2</sub>	20,9476%
Argon	Ar	0,934%
Anidride carbonica	CO <sub>2</sub>	0,0314%
Neon	Ne	0,001818%
Metano	CH <sub>4</sub>	0,0002%
Elio	He	0,000524%
Cripton	Kr	0,000114%
Idrogeno	H <sub>2</sub>	0,00005%
Xeno	Xe	0,0000087%

I motori dei veicoli bruciano carburante e ossigeno e producono gas di scarico quali ossidi di azoto, monossido di carbonio e anidride carbonica.

Rispetto all'aria i gas possono essere più leggeri, più pesanti o avere approssimativamente la stessa densità. Inoltre, i gas possono avere un odore oppure esserne privi. Infine, possono avere un colore o meno. Anche se il gas non si vede, non si sente o non si può toccare, non significa che non ci sia.

Il gas naturale (metano) viene utilizzato in molte case per il riscaldamento e per cucinare.

# 4 Pericoli legati ai gas

I rischi legati ai gas sono suddivisi in tre categorie principali:

## Infiammabile

**RISCHIO DI INCENDIO E/O ESPLOSIONE**

ad es. metano, butano, propano



## Tossico

**RISCHIO DI AVVELENAMENTO**

ad es. monossido di carbonio, idrogeno, cloro



## Asfissiante

**RISCHIO DI SOFFOCAMENTO**

ad es. carenza di ossigeno. L'ossigeno può essere consumato o sostituito da un altro gas



# Pericoli legati ai gas infiammabili

La combustione è una reazione chimica molto semplice, in cui l'ossigeno viene combinato rapidamente con un'altra sostanza provocando il rilascio di energia. Questa energia appare principalmente come calore, talvolta sotto forma di fiamme. La sostanza che provoca l'accensione è di solito, ma non sempre, un composto contenente idrocarburi che può essere allo stato solido, liquido, gassoso o di vapore. Nella presente pubblicazione, però, sono trattati unicamente i gas e i vapori.

(N.B.: all'interno della presente pubblicazione i termini "infiammabile", "esplosivo" e "combustibile" sono utilizzati come sinonimi).

## Il triangolo del fuoco

Il processo di combustione può essere rappresentato dal notissimo triangolo del fuoco.

Per generare una combustione sono sempre necessari tre fattori:

- 1 **UNA FONTE DI ACCENSIONE**
- 2 **OSSIGENO**
- 3 **COMBUSTIBILE SOTTO FORMA DI GAS O DI VAPORE**

Pertanto, lo scopo di qualsiasi sistema antincendio è rimuovere almeno uno di questi tre elementi potenzialmente pericolosi.



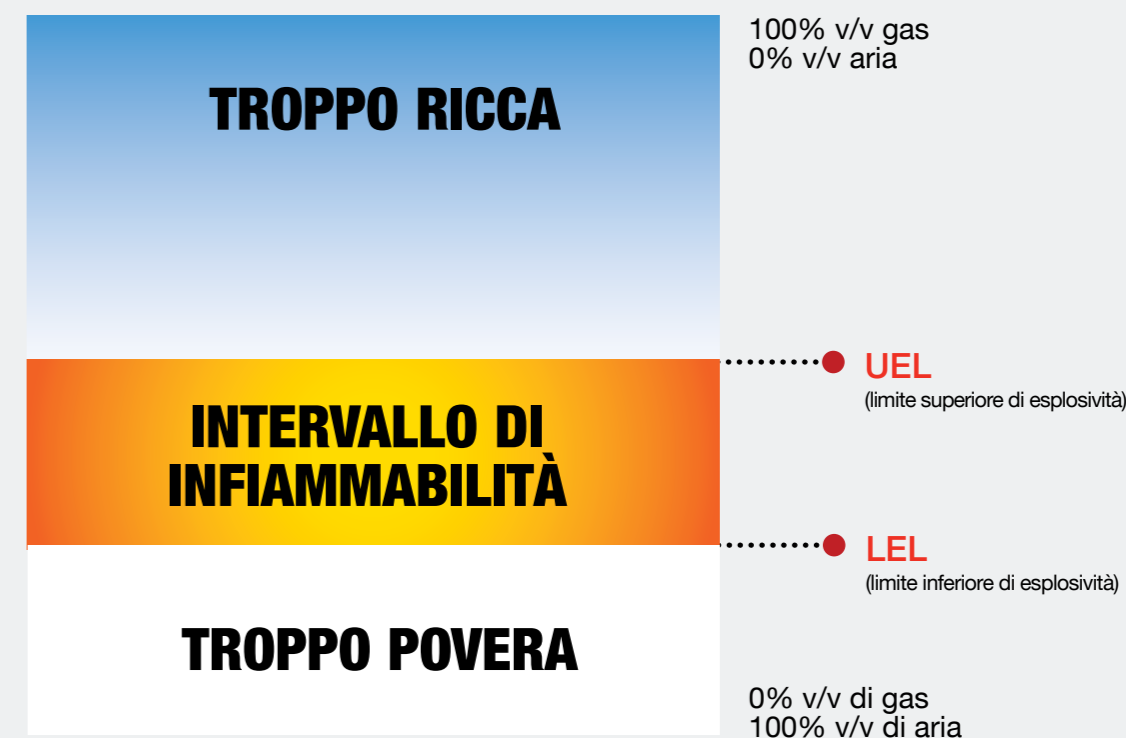
## Limite di infiammabilità

Esiste solamente un intervallo limitato di concentrazione gas/aria in grado di produrre una miscela combustibile. Questo intervallo varia in base al tipo di gas e di vapore ed è delimitato da un livello superiore detto UEL (Upper Explosive Limit) e da uno inferiore detto LEL (Lower Explosive Limit).

### CURIOSITÀ SUI GAS

Livelli elevati di O<sub>2</sub> aumentano l'infiammabilità di materiali e gas. A un livello del 24%, alcuni capi di abbigliamento possono incendiarsi spontaneamente!

## Limiti di infiammabilità



**A**l di sotto del livello LEL la quantità di gas non è sufficiente per produrre un'esplosione (cioè la miscela è troppo "povera"), mentre oltre il livello UEL la miscela non contiene abbastanza ossigeno (cioè è troppo "ricca"). Quindi l'intervallo di infiammabilità per ogni gas o miscela di gas è compreso tra il LEL (limite di esplosione inferiore) e l'UEL (limite di esplosione superiore). Al di fuori di questo intervallo la miscela non può bruciare. I *Dati relativi ai gas infiammabili*, riportati nella sezione 12, indicano i valori limite per alcuni tra i gas combustibili e i composti più noti. I dati si riferiscono a gas e vapori in condizioni normali di pressione e di temperatura.

In genere ad un aumento della pressione, della temperatura o del contenuto di ossigeno corrisponde un ampliamento dell'intervallo di infiammabilità.

Normalmente negli impianti industriali non sono presenti perdite di gas nelle aree circostanti; nella peggiore delle ipotesi saranno presenti solamente bassi livelli di fondo di gas. Pertanto, il sistema di rilevamento e di allarme dovrà evidenziare solo i livelli dallo 0% di gas al limite LEL. Prima che venga raggiunta tale concentrazione, dovranno essere messe in atto le procedure di arresto o di sgombero dell'area. Normalmente questa fase viene eseguita con concentrazioni

inferiori al 50% del LEL per garantire un adeguato margine di sicurezza.

Tuttavia, è necessario ricordare che talvolta in aree chiuse o non ventilate la concentrazione può superare il limite UEL. Poiché l'ingresso di aria dall'esterno può diluire i gas creando una miscela combustibile pericolosa, in fase di ispezione si raccomanda di adoperare la massima attenzione nell'apertura di porte e sportelli. ■

(N.B.: all'interno della presente pubblicazione gli acronimi LEL/LFL e UEL/UFL sono utilizzati come sinonimi).

# Proprietà dei gas infiammabili

## Temperatura di accensione

Per i gas infiammabili esiste anche una temperatura alla quale l'accensione si verifica persino in assenza di una fonte di accensione esterna, quale una scintilla o una fiamma. Tale temperatura è detta "temperatura di accensione". Le apparecchiature utilizzate nelle aree a rischio di esplosione devono avere una temperatura superficiale non superiore a quella di accensione. A tal fine, le apparecchiature riportano l'indicazione della temperatura massima di superficie (T rating).

## PUNTO DI INFIAMMABILITÀ (F.P., FLASH POINT °C)

Il punto di infiammabilità di un liquido infiammabile è la temperatura più bassa a cui la superficie del liquido emette vapore sufficiente per essere acceso da una piccola fiamma. Da non confondersi con la temperatura di accensione, che può essere molto diversa.

Gas/Vapore	Punto di infiammabilità °C	Temp. di accensione °C
Metano	<-188	595
Kerosene	38	210
Bitume	270	310

Per convertire una temperatura dai gradi Celsius ai gradi Fahrenheit:  $T_f = ((9/5) * T_c) + 32$  Ad esempio, per convertire -20 Celsius in gradi Fahrenheit, occorre moltiplicare la temperatura Celsius per nove quinti (il risultato è -36). Quindi, aggiungere 32; il risultato finale è -4°F.

## DENSITÀ DI VAPORE

Aiuta a determinare il posizionamento dei sensori

La densità di un gas/vapore viene confrontata con quella dell'aria considerando l'aria = 1,0:

Con densità di vapore < 1,0 il gas/vapore sale

Con densità di vapore > 1,0 il gas/vapore scende

Gas/Vapore	Densità di vapore
Metano	0,55
Monossido di carbonio	0,97
Acido solfidrico	1,45
Vapore di benzina	3,0 circa

## CURIOSITÀ SUI GAS

I gas non sono le uniche sostanze potenzialmente pericolose: anche la polvere può essere esplosiva! Tra le polveri esplosive si annoverano ad esempio quelle di polistirene, di amido di mais e di ferro.



# Dati relativi ai gas infiammabili

I dati possono variare in base al paese e alla data di riferimento, consultare sempre le normative locali più recenti.

Riferimenti: BS EN 60079-20-1 (sostituisce la 61779) Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases-Part 1: General requirements and test methods. NIST Chemistry Web Book edizione giugno 2005. Aldrich Handbook of Fine Chemicals and Laboratory Equipment 2003-2004.

N.B.: se nella colonna relativa al punto di infiammabilità (F.P. °C) compare l'indicazione "gas" significa che il composto è sempre allo stato gassoso e quindi non ha un FP.

## Limiti di infiammabilità

Nome comune	Numero CAS	Formula	Peso molecolare	Punto di ebollizione °C	Densità di vapore relativa	Punto di infiam. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/l	UFL mg/l	T. di accens. °C
Acetaldeide	75-07-0	CH <sub>3</sub> CHO	44,05	20	1,52	-38	4,00	60,00	74	1.108	204
Acido acetico	64-19-7	CH <sub>3</sub> COOH	60,05	118	2,07	40	4,00	17,00	100	428	464
Anidride acetica	108-24-7	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	102,09	140	3,52	49	2,00	10,30	85	428	334
Acetone	67-64-1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CO	58,08	56	2,00	<-20	2,50	13,00	80	316	535
Acetonitrile	75-05-8	CH <sub>3</sub> CN	41,05	82	1,42	2	3,00	16,00	51	275	523
Cloruro di acetile	75-36-5	CH <sub>3</sub> COCl	78,5	51	2,70	-4	5,00	19,00	157	620	390
Acetilene	74-86-2	CH=CH	26	-84	0,90	gas	2,30	100,00	24	1.092	305
Fluoruro di acetile	557-99-3	CH <sub>3</sub> COF	62,04	20	2,14	<-17	5,60	19,90	142	505	434
Acrilaldeide	107-02-8	CH <sub>2</sub> =CHCHO	56,06	53	1,93	-18	2,80	31,80	65	728	217
Acido acrilico	79-10-7	CH <sub>2</sub> =CHCOOH	72,06	139	2,48	56	2,90		85		406
Acrilonitrile	107-13-1	CH <sub>2</sub> =CHCN	53,1	77	1,83	-5	2,80	28,00	64	620	480
Acroile cloruro	814-68-6	CH <sub>2</sub> CHCOCl	90,51	72	3,12	-8	2,68	18,00	220	662	463
Acetato di allile	591-87-7	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> OOCCCH <sub>3</sub>	100,12	103	3,45	13	1,70	10,10	69	420	348
Alcol allilico	107-18-6	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	58,08	96	2,00	21	2,50	18,00	61	438	378
Cloruro di allile	107-05-1	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> Cl	76,52	45	2,64	-32	2,90	11,20	92	357	390
Ammoniaca	7664-41-7	NH <sub>3</sub>	17	-33	0,59	gas	15,00	33,60	107	240	630
Anilina	62-53-3	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93,1	184	3,22	75	1,20	11,00	47	425	630
Benzaldeide	100-52-7	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO	106,12	179	3,66	64	1,40		62		192
Benzene	71-43-2	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,1	80	2,70	-11	1,20	8,60	39	280	560
1-bromobutano	109-65-9	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Br	137,02	102	4,72	13	2,50	6,60	143	380	265
Bromoetano	74-96-4	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Br	108,97	38	3,75	<-20	6,70	11,30	306	517	511
1,3 butadiene	106-99-0	CH <sub>2</sub> =CHCH=CH <sub>2</sub>	54,09	-4,5	1,87	gas	1,40	16,30	31	365	430
Butano	106-97-8	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,1	-1	2,05	gas	1,40	9,30	33	225	372
Isobutano	75-28-5	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>3</sub>	58,12	-12	2,00	gas	1,30	9,80	31	236	460
1-butano	71-36-3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH	74,12	116	2,55	29	1,40	12,00	52	372	359
Butanone	78-93-3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	72,1	80	2,48	-9	1,50	13,40	45	402	404
1-butene	106-98-9	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	56,11	-6,3	1,95	gas	1,40	10,00	38	235	440
2-butene (isomero non indicato)	107-01-7	CH <sub>3</sub> CH=CHCH <sub>3</sub>	56,11	1	1,94	gas	1,60	10,00	40	228	325
Butilacetato	123-86-4	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	116,2	127	4,01	22	1,20	8,50	58	408	370
n-butilacrilato	141-32-2	CH <sub>2</sub> =CHCOOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	128,17	145	4,41	38	1,20	9,90	63	425	268
Butilammina	109-73-9	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	73,14	78	2,52	-12	1,70	9,80	49	286	312
Isobutilammina	78-81-9	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	73,14	64	2,52	-20	1,47	10,80	44	330	374
Isobutirrato di isobutile	97-85-8	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCOOCH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	144,21	145	4,93	34	0,80		47		424
Butilmetacrilato	97-88-1	CH <sub>2</sub> =C(CH <sub>3</sub> )COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	142,2	160	4,90	53	1,00	6,80	58	395	289
Metil terbutil etere	1634-04-4	CH <sub>3</sub> OC(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	88,15	55	3,03	-27	1,50	8,40	54	310	385
n-butil propionato	590-01-2	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	130,18	145	4,48	40	1,00	7,70	53	409	389
Butirraldeide	123-72-8	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHO	72,1	75	2,48	-16	1,80	12,50	54	378	191
Isobutirraldeide	78-84-2	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCHO	72,11	63	2,48	-22	1,60	11,00	47	320	176
Disolfuro di carbonio	75-15-0	CS <sub>2</sub>	76,1	46	2,64	-30	0,60	60,00	19	1.900	95
Monossido di carbonio	630-08-0	CO	28	-191	0,97	gas	10,90	74,00	126	870	805
Solfuro di carbonile	463-58-1	COS	60,08	-50	2,07	gas	6,50	28,50	100	700	209
Clorobenzene	108-90-7	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	112,6	132	3,88	28	1,30	11,00	60	520	637
1-clorobutano	109-69-3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Cl	92,57	78	3,20	-12	1,80	10,00	69	386	250
2-clorobutano	78-86-4	CH <sub>3</sub> CHClC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	92,57	68	3,19	<-18	2,00	8,80	77	339	368
1-cloro-2,3-epossipropano	106-89-8	OCH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> Cl	92,52	115	3,30	28	2,30	34,40	86	1.325	385
Cloroetano	75-00-3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl	64,5	12	2,22	gas	3,60	15,40	95	413	510
2-cloroetanolo	107-07-3	CH <sub>2</sub> ClCH <sub>2</sub> OH	80,51	129	2,78	55	4,90	16,00	160	540	425
Cloroetilene	75-01-4	CH <sub>2</sub> =CHCl	62,3	-15	2,15	gas	3,60	33,00	94	610	415
Clorometano	74-87-3	CH <sub>3</sub> Cl	50,5	-24	1,78	gas	7,60	19,00	160	410	625
1-cloro-2-metilpropano	513-36-0	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> Cl	92,57	68	3,19	<-14	2,00	8,80	75	340	416
3-cloro-2-metilprop-1-ene	563-47-3	CH <sub>2</sub> =C(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> Cl	90,55	71	3,12	-16	2,10		77		478
5-cloropentan-2-one	5891-21-4	CH <sub>3</sub> CO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> Cl	120,58	71	4,16	61	2,00		98		440
1-cloropropano	540-54-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl	78,54	37	2,70	-32	2,40	11,10	78	365	520
2-cloropropano	75-29-6	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCl	78,54	47	2,70	<-20	2,80	10,70	92	350	590
Clorotrifluoroetilene	79-38-9	CF <sub>2</sub> =CFCl	116,47	-28,4	4,01	gas	4,60	84,30	220	3.117	607
Clorotoluene	100-44-7	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> Cl	126,58		4,36	60	1,10		55		585

## Dati relativi ai gas infiammabili (continua)

Limiti di infiammabilità

Nome comune	Numero CAS	Formula	Peso molecolare	Punto di ebollizione °C	Densità di vapore relativa	Punto di infiam. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/l	UFL mg/l	T. di accens. °C
Cresoli (isomeri misti)	1319-77-3	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> OH	108,14	191	3,73	81	1,10		50		555
Crotonaldeide	123-73-9	CH <sub>3</sub> CH=CHCHO	70,09	102	2,41	13	2,10	16,00	82	470	280
Cumene	98-82-8	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	120,19	152	4,13	31	0,80	6,50	40	328	424
Ciclobutano	287-23-0	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	56,1	13	1,93	gas	1,80		42		
Cicloeptano	291-64-5	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>2</sub>	98,19	118,5	3,39	<10	1,10	6,70	44	275	
Cicloesano	110-82-7	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub>	84,2	81	2,90	-18	1,00	8,00	35	290	259
Cicloesanololo	108-93-0	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CHOH	100,16	161	3,45	61	1,20	11,10	50	460	300
Cicloesanone	108-94-1	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CO	98,1	156	3,38	43	1,30	8,40	53	386	419
Cicloesene	110-83-8	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH=CH	82,14	83	2,83	-17	1,10	8,30	37		244
Cicloesilammina	108-91-8	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CHNH <sub>2</sub>	99,17	134	3,42	32	1,10	9,40	47	372	293
Ciclopentano	287-92-3	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	70,13	50	2,40	-37	1,40		41		320
Ciclopentene	142-29-0	CH=CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH	68,12	44	2,30	<-22	1,48		41		309
Ciclopropano	75-19-4	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	42,1	-33	1,45	gas	2,40	10,40	42	183	498
Ciclopropil metil chetone	765-43-5	CH <sub>3</sub> COCHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	84,12	114	2,90	15	1,70		58		452
p-cimene	99-87-6	CH <sub>3</sub> CH <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	134,22	176	4,62	47	0,70	5,60	39	366	436
Trans-decaidronaftalene	493-02-7	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CHCH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	138,25	185	4,76	54	0,70	4,90	40	284	288
Decano (isomeri misti)	124-18-5	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	142,28	173	4,90	46	0,70	5,60	41	332	201
Etere dibutilico	142-96-1	(CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	130,2	141	4,48	25	0,90	8,50	48	460	198
Diclorobenzene (isomero non indicato)	106-46-7	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	147	179	5,07	86	2,20	9,20	134	564	648
Dicloro dietile silano	1719-53-5	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> SiCl <sub>2</sub>	157,11	128		24	3,40		223		
1,1-dicloroetano	75-34-3	CH <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub>	99	57	3,42	-10	5,60	16,00	230	660	440
1,2-dicloroetano	107-06-2	CH <sub>2</sub> ClCH <sub>2</sub> Cl	99	84	3,42	13	6,20	16,00	255	654	438
Dicloroetilene	540-59-0	ClCH=CHCl	96,94	37	3,55	-10	9,70	12,80	391	516	440
1,2-dicloropropano	78-87-5	CH <sub>3</sub> CHClCH <sub>2</sub> Cl	113	96	3,90	15	3,40	14,50	160	682	557
Diciclopentadiene	77-73-6	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub>	132,2	170	4,55	36	0,80		43		455
Dietilammina	109-89-7	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	73,14	55	2,53	-23	1,70	10,00	50	306	312
Dietilcarbonato	105-58-8	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> CO	118,13	126	4,07	24	1,40	11,70	69	570	450
Etere dietilico	60-29-7	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O	74,1	34	2,55	-45	1,70	36,00	60	1.118	160
1,1-difluoroetilene	75-38-7	CH <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>	64,03	-83	2,21	gas	3,90	25,10	102	665	380
Diisobutilammina	110-96-3	((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> NH	129,24	137	4,45	26	0,80	3,60	42	190	256
Diisobutilcarbinolo	108-82-7	((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	144,25	178	4,97	75	0,70	6,10	42	370	290
Etere diisopentilico	544-01-4	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	158,28	170	5,45	44	1,27		104		185
Diisopropilammina	108-18-9	((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH) <sub>2</sub> NH	101,19	84	3,48	-20	1,20	8,50	49	358	285
Etere diisopropilico	108-20-3	((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH) <sub>2</sub> O	102,17	69	3,52	-28	1,00	21,00	45	900	405
Dimetilammina	124-40-3	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	45,08	7	1,55	gas	2,80	14,40	53	272	400
Dimetossimetano	109-87-5	CH <sub>2</sub> (OCH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	76,09	41	2,60	-21	2,20	19,90	71	630	247
3-(dimetilammino)propionitrile	1738-25-6	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CN	98,15	171	3,38	50	1,57		62		317
Etere dimetilico	115-10-6	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	46,1	-25	1,59	gas	2,70	32,00	51	610	240
N,N-dimetilformamide	68-12-2	HCON(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	73,1	152	2,51	58	1,80	16,00	55	500	440
3,4-dimetilesano	583-48-2	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	114,23	119	3,87	2	0,80	6,50	38	310	305
N,N-dimetilidrazina	57-14-7	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NNH <sub>2</sub>	60,1	62	2,07	-18	2,40	20	60	490	240
1,4-diossano	123-91-1	OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	88,1	101	3,03	11	1,40	22,50	51	813	379
1,3-diossolano	646-06-0	OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub>	74,08	74	2,55	-5	2,30	30,50	70	935	245
Dipropilammina	142-84-7	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> NH	101,19	105	3,48	4	1,20	9,10	50	376	280
Etano	74-84-0	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	30,1	-87	1,04	gas	2,50	15,50	31	194	515
Etanetiolo	75-08-1	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> SH	62,1	35	2,11	<-20	2,80	18,00	73	466	295
Etanolo	64-17-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	46,1	78	1,59	12	3,10	19,00	59	359	363
2-etossietanolo	110-80-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	90,12	135	3,10	40	1,70	15,70	68	593	235
2-Etossietilacetato	111-15-9	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	132,16	156	4,72	47	1,20	12,70	65	642	380
Etilacetato	141-78-6	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	88,1	77	3,04	-4	2,00	2,80	73	470	460
Etil acetoacetato	141-97-9	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	130,14	181	4,50	65	1,00	9,50	54	519	350
Etilacrilato	140-88-5	CH <sub>2</sub> =CHCOOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	100,1	100	3,45	9	1,40	14,00	59	588	350
Etilammina	75-04-7	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	45,08	16,6	1,50	<-20	3,50	14,00	49	260	425
Etilbenzene	100-41-4	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	106,2	135	3,66	23	0,80	7,80	44	340	431
Etilbutirato	105-54-4	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	116,16	120	4,00	21	1,40		66		435
Etilciclobutano	4806-61-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	84,16		2,90	<-16	1,20	7,70	42	272	212
Etilcicloesano	1678-91-7	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub>	112,2	131	3,87	<24	0,80	6,60	42	310	238
Etilciclopentano	1640-89-7	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	98,2	103	3,40	<5	1,05	6,80	42	280	262
Etilene	74-85-1	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	28,1	-104	0,97		2,30	36,00	26	423	425

Honeywell

IGNITION OF HAZARDOUS  
CONNECT CIRCUITS  
KEEP COVER CLOSED  
CIRCUITS ARE ENERGIZED



## Dati relativi ai gas infiammabili (continua)

Limiti di infiammabilità

Nome comune	Numero CAS	Formula	Peso molecolare	Punto di ebollizione °C	Densità di vapore relativa	Punto di infiam. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/l	UFL mg/l	T. di accens. °C
Etilendiamina	107-15-3	NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	60,1	118	2,07	34	2,50	18,00	64	396	403
Ossido di etilene	75-21-8	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O	44	11	1,52	<-18	2,60	100,00	47	1.848	435
Etilformato	109-94-4	HCOOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	74,08	52	2,65	-20	2,70	16,50	87	497	440
Isobutirato di etile	97-62-1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCOOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	116,16	112	4,00	10	1,60		75		438
Metacrilato di etile	97-63-2	CH <sub>2</sub> =CCH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	114,14	118	3,90	20	1,50		70		
Etilmetiletero	540-67-0	CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	60,1	8	2,10	gas	2,00	10,10	50	255	190
Nitrito di etile	109-95-5	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ONO	75,07		2,60	-35	3,00	50,00	94	1.555	95
Formaldeide	50-00-0	HCHO	30	-19	1,03	60	7,00	73,00	88	920	424
Acido formico	64-18-6	HCOOH	46,03	101	1,60	42	18,00	57,00	190	1.049	520
2-furaldeide	98-01-1	OCH=CHCH=CHCHO	96,08	162	3,30	60	2,10	19,30	85	768	316
Furano	110-00-9	CH=CHCH=CHO	68,07	32	2,30	<-20	2,30	14,30	66	408	390
Alcol furfurilico	98-00-0	OC(CH <sub>2</sub> OH)CHCHCH	98,1	170	3,38	61	1,80	16,30	70	670	370
1,2,3-Trimetilbenzene	526-73-8	CHCHCHC(CH <sub>3</sub> )C(CH <sub>3</sub> )C(CH <sub>3</sub> )	120,19	175	4,15	51	0,80	7,00			470
Eptano (isomeri misti)	142-82-5	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	100,2	98	3,46	-4	0,85	6,70	35	281	215
Esano (isomeri misti)	110-54-3	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	86,2	69	2,97	-21	1,00	8,90	35	319	233
1-esanolo	111-27-3	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> OH	102,17	156	3,50	63	1,10		47		293
Esan-2-one	591-78-6	CH <sub>3</sub> CO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	100,16	127	3,46	23	1,20	9,40	50	392	533
Idrogeno	1333-74-0	H <sub>2</sub>	2	-253	0,07	gas	4,00	77,00	3,4	63	560
Acido cianidrico	74-90-8	HCN	27	26	0,90	<-20	5,40	46,00	60	520	538
Acido solfidrico	7783-06-4	H <sub>2</sub> S	34,1	-60	1,19	gas	4,00	45,50	57	650	270
4-idrossi-4-metil-pentan-2-one	123-42-2	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> OH	116,16	166	4,00	58	1,80	6,90	88	336	680
Kerosene	8008-20-6			150		38	0,70	5,00			210
1,3,5-trimetilbenzene	108-67-8	CHC(CH <sub>3</sub> )CHC(CH <sub>3</sub> )CHC(CH <sub>3</sub> )	120,19	163	4,15	44	0,80	7,30	40	365	499
Cloruro di metacrilato	920-46-7	CH <sub>2</sub> CCH <sub>3</sub> COCl	104,53	95	3,60	17	2,50		106		510
Metano (grisou)	74-82-8	CH <sub>4</sub>	16	-161	0,55	<-188	4,40	17,00	29	113	537
Metanolo	67-56-1	CH <sub>3</sub> OH	32	65	1,11	11	6,00	36,00	73	665	386
Metanetolo	74-93-1	CH <sub>3</sub> SH	48,11	6	1,60	4,10	4,10	21,00	80	420	
2-metossietanolo	109-86-4	CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	76,1	124	2,63	39	1,80	20,60	76	650	285
Metilacetato	79-20-9	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	74,1	57	2,56	-10	3,10	16,00	95	475	502
Metil acetoacetato	105-45-3	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	116,12	169	4,00	62	1,30	14,20	62	685	280
Metilacrilato	96-33-3	CH <sub>2</sub> =CHCOOCH <sub>3</sub>	86,1	80	3,00	-3	1,95	16,30	71	581	415
Metilammina	74-89-5	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	31,1	-6	1,00	gas	4,20	20,70	55	270	430
2-metilbutano	78-78-4	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	72,15	30	2,50	-56	1,30	8,30	38	242	420
2-metilbutan-2-olo	75-85-4	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C(OH)(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	88,15	102	3,03	16	1,40	10,20	50	374	392
3-metilbutan-1-olo	123-51-3	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> OH	88,15	130	3,03	42	1,30	10,50	47	385	339
2-metilbut-2-ene	513-35-9	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CHCH <sub>3</sub>	70,13	35	2,40	-53	1,30	6,60	37	189	290
Metilcloroformiato	79-22-1	CH <sub>3</sub> OCCl	94,5	70	3,30	10	7,50	26	293	1.020	475
Metilcicloesano	108-87-2	CH <sub>3</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub>	98,2	101	3,38	-4	1,00	6,70	41	275	258
Metilciclopentadieni (isomero non indicato)	26519-91-5	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	80,13		2,76	<-18	1,30	7,60	43	249	432
Metilciclopentano	96-37-7	CH <sub>3</sub> CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub>	84,16	72	2,90	<-10	1,00	8,40	35	296	258
Metilenciclobutano	1120-56-5	C(=CH <sub>2</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	68,12		2,35	<0	1,25	8,60	35	239	352
2-metil-1-buten-3-ino	78-80-8	HC=CC(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub>	66,1	32	2,28	-54	1,40		38		272
Metilformato	107-31-3	HCOOCH <sub>3</sub>	60,05	32	2,07	-20	5,00	23,00	125	580	450
2-metilfurano	534-22-5	OC(CH <sub>3</sub> )CHCHCH	82,1	63	2,83	<-16	1,40	9,70	47	325	318
Metilisocianato	624-83-9	CH <sub>3</sub> NCO	57,05	37	1,98	-7	5,30	26,00	123	605	517
Metacrilato di metile	80-62-6	CH <sub>3</sub> =CCH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	100,12	100	3,45	10	1,70	12,50	71	520	430
4-metilpentan-2-olo	108-11-2	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CHOHCH <sub>3</sub>	102,17	132	3,50	37	1,14	5,50	47	235	334
4-metilpentan-2-one	108-10-1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	100,16	117	3,45	16	1,20	8,00	50	336	475
2-metilpent-2-ene	623-36-9	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHC(CH <sub>3</sub> )COH	98,14	137	3,78	30	1,46		58		206
4-metilpent-3-an-2-one	141-79-7	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C(CH <sub>3</sub> CO)CH <sub>3</sub>	98,14	129	3,78	24	1,60	7,20	64	289	306
2-metil-1-propanolo	78-83-1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> OH	74,12	108	2,55	28	1,40	11,00	43	340	408
2-metilprop-1-ene	115-11-7	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub>	56,11	-6,9	1,93	gas	1,60	10	37	235	483
2-metilpiridina	109-06-8	NCH(CH <sub>3</sub> )CHCHCHCH	93,13	128	3,21	27	1,20		45		533
3-metilpiridina	108-99-6	NCHCH(CH <sub>3</sub> )CHCHCH	93,13	144	3,21	43	1,40	8,10	53	308	537
4-metilpiridina	108-89-4	NCHCHCH(CH <sub>3</sub> )CHCH	93,13	145	3,21	43	1,10	7,80	42	296	534
α-metilstirene	98-83-9	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> C(CH <sub>3</sub> )=CH <sub>2</sub>	118,18	165	4,08	40	0,80	11,00	44	330	445
Ter-pentil metil etere	994-05-8	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C(OCH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	102,17	85	3,50	<-14	1,50		62		345
2-metiltofene	554-14-3	SC(CH <sub>3</sub> )CHCHCH	98,17	113	3,40	-1	1,30	6,50	52	261	433
Morfolina	110-91-8	OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NHCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	87,12	129	3,00	31	1,40	15,20	65	550	230



## Dati relativi ai gas infiammabili (continua)

Limiti di infiammabilità

Nome comune	Numero CAS	Formula	Peso molecolare	Punto di ebollizione °C	Densità di vapore relativa	Punto di infiam. °C	LFL % v/v	UFL % v/v	LFL mg/l	UFL mg/l	T. di accens. °C
Nafta				35	2,50	<-18	0,90	6,00			290
Naftalene	91-20-3	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128,17	218	4,42	77	0,60	5,90	29	317	528
Nitrobenzene	98-95-3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	123,1	211	4,25	88	1,40	40,00	72	2.067	480
Nitroetano	79-24-3	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	75,07	114	2,58	27	3,40		107		410
Nitrometano	75-52-5	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	61,04	102,2	2,11	36	7,30	63,00	187	1.613	415
1-nitropropano	108-03-2	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>	89,09	131	3,10	36	2,20		82		420
Nonano	111-84-2	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub>	128,3	151	4,43	30	0,70	5,60	37	301	205
Ottano	111-65-9	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>	114,2	126	3,93	13	0,80	6,50	38	311	206
1-ottanolo	111-87-5	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>2</sub> OH	130,23	196	4,50	81	0,90	7,00	49	385	270
1,3-pentadiene	504-60-9	CH <sub>2</sub> =CH-CH=CH-CH <sub>3</sub>	68,12	42	2,34	<-31	1,20	9,40	35	261	361
Pentani (isomeri misti)	109-66-0	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	72,2	36	2,48	-40	1,40	7,80	42	261	258
2,4-pentanodione	123-54-6	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	100,1	140	3,50	34	1,70		71		340
1-pentanololo	71-41-0	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	88,15	136	3,03	38	1,06	10,50	36	385	298
Pentan-3-one	96-22-0	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	86,13	101,5	3,00	12	1,60		58		445
Acetato di pentile	628-63-7	CH <sub>3</sub> COO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub>	130,18	147	4,48	25	1,00	7,10	55	387	360
Petrolio					2,80	<-20	1,20	8,00			560
Fenolo	108-95-2	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	94,11	182	3,24	75	1,30	9,50	50	370	595
Propano	74-98-6	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	44,1	-42	1,56	gas	1,70	10,90	31	200	470
Propan-1-olo	71-23-8	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	60,1	97	2,07	22	2,10	17,50	52	353	405
Propan-2-olo	67-63-0	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	60,1	83	2,07	12	2,00	12,70	50	320	425
Propene	115-07-1	CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>3</sub>	42,1	-48		gas	2,00	11,10	35	194	455
Acido propionico	79-09-4	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	74,08	141	2,55	52	2,10	12,00	64	370	435
Aldeide propionica	123-38-6	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CHO	58,08	46	2,00	<-26	2,00		47		188
Acetato di propile	109-60-4	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	102,13	102	3,60	10	1,70	8,00	70	343	430
Acetato di isopropile	108-21-4	CH <sub>3</sub> COOCH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	102,13	85	3,51	4	1,70	8,10	75	340	467
Propilammina	107-10-8	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	59,11	48	2,04	-37	2,00	10,40	49	258	318
Isopropilammina	75-31-0	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHNH <sub>2</sub>	59,11	33	2,03	<-24	2,30	8,60	55	208	340
Isopropil cloroacetato	105-48-6	ClCH <sub>2</sub> COOCH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	136,58	149	4,71	42	1,60		89		426
2-isopropil-5-metile-2-enale	35158-25-9	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-C(CHO)CHCH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	154,25	189	5,31	41	3,05		192		188
Nitrato di isopropile	1712-64-7	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHONO <sub>2</sub>	105,09	101		11	2,00	100,00	75	3.738	175
Propino	74-99-7	CH <sub>3</sub> C≡CH	40,06	-23,2	1,38	gas	1,70	16,8	28	280	340
Prop-2-in-1-olo	107-19-7	HC≡CCH <sub>2</sub> OH	56,06	114	1,89	33	2,40		55		346
Piridina	110-86-1	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N	79,1	115	2,73	17	1,70	12,40	56	398	550
Stirene	100-42-5	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH=CH <sub>2</sub>	104,2	145	3,60	30	1,00	8,00	42	350	490
Tetrafluoroetilene	116-14-3	CF <sub>2</sub> =CF <sub>2</sub>	100,02		3,40	gas	10,00	59,00	420	2.245	255
2,2,3,3 Tetrafluoropropilacrilato	7383-71-3	CH <sub>2</sub> =CHCOOCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> H	186,1	132	6,41	45	2,40		182		357
2,2,3,3 Tetrafluoropropilmetacrilato	45102-52-1	CH <sub>2</sub> =C(CH <sub>3</sub> )COOCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> H	200,13	124	6,90	46	1,90		155		389
Tetraidrofuranolo	109-99-9	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> O	72,1	64	2,49	-20	1,50	12,40	46	370	224
Alcol tetraidrofurfurilico	97-99-4	OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	102,13	178	3,52	70	1,50	9,70	64	416	280
Tetraidrotiofene	110-01-0	CH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> S	88,17	119	3,04	13	1,00	12,30	42	450	200
N,N,N',N' Tetrametildiaminometano	51-80-9	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub> N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	102,18	85	3,50	<-13	1,61		67		180
Tiofene	110-02-1	CH=CHCH=CHS	84,14	84	2,90	-9	1,50	12,50	50	420	395
Toluene	108-88-3	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	92,1	111	3,20	4	1,10	7,80	39	300	535
Trietilammina	121-44-8	(CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> N	101,2	89	3,50	-7	1,20	8,00	51	339	
1,1,1-Trifluoroetano	420-46-2	CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	84,04		2,90		6,80	17,60	234	605	714
2,2,2-Trifluoroetanolo	75-89-8	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	100,04	77	3,45	30	8,40	28,80	350	1.195	463
Trifluoroetilene	359-11-5	CF <sub>2</sub> =CFH	82,02		2,83		27,00	502	904	319	
3,3,3-trifluoroprop-1-ene	677-21-4	CF <sub>3</sub> CH=CH <sub>2</sub>	96,05	-16	3,31		4,70		184		490
Trimetilammina	75-50-3	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	59,1	3	2,04	gas	2,00	12,00	50	297	190
2,2,4-Trimetilpentano	540-84-1	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	114,23	98	3,90	-12	0,70	6,00	34	284	411
2,4,6-trimetil-1,3,5-triossano	123-63-7	OCH(CH <sub>3</sub> )OCH(CH <sub>3</sub> )OCH(CH <sub>3</sub> )	132,16	123	4,56	27	1,30		72		235
1,3,5-triossano	110-88-3	OCH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub>	90,1	115	3,11	45	3,20	29,00	121	1.096	410
Trementina		C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>		149		35	0,80				254
Isovaleraldeide	590-86-3	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CHO	86,13	90	2,97	-12	1,30	13,00	60		207
Acetato di vinile	108-05-4	CH <sub>3</sub> COOCH=CH <sub>2</sub>	86,09	72	3,00	-8	2,60	13,40	93	478	425
Vinilcicloesene (isomero non indicato)	100-40-3	CH <sub>2</sub> CHC <sub>6</sub> H <sub>9</sub>	108,18	126	3,72	15	0,80		35		257
Cloruro di vinilidene	75-35-4	CH <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub>	96,94	30	3,40	-18	6,50	16,00	260	645	440
2-vinilpiridina	100-69-6	NC(CH <sub>2</sub> =CH)CHCHCH <sub>3</sub>	105,14	79	3,62	35	1,20		51		482
4-vinilpiridina	100-43-6	NCHCHC(CH <sub>2</sub> =CH)CH <sub>3</sub>	105,14	62	3,62	43	1,10		47		501
Xileni	1330-20-7	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	106,2	144	3,66	30	1,00	7,60	44	335	464

# Pericoli legati ai gas tossici

Alcuni gas sono velenosi e possono mettere a rischio la sopravvivenza anche a concentrazioni molto basse. Alcuni gas tossici hanno odori intensi: ad esempio l'acido solfidrico ( $H_2S$ ) presenta un caratteristico odore di uova marce. Le unità di misura utilizzate più comunemente per la concentrazione dei gas tossici sono ppm (parti per milione) e ppb (parti per miliardo). Ad esempio, 1 ppm corrisponde a una stanza contenente un milione di palline, di cui una è rossa. La pallina rossa rappresenta una parte per milione.

Il numero di decessi per esposizione a gas tossici è superiore a quello dei decessi dovuti all'incendio di gas infiammabili. Bisogna tuttavia sottolineare che esiste un nutrito gruppo di gas che sono sia combustibili che tossici, pertanto anche i rivelatori di gas tossici talvolta devono essere omologati per l'utilizzo in aree a rischio di esplosione. Il motivo principale per cui i gas infiammabili e quelli tossici

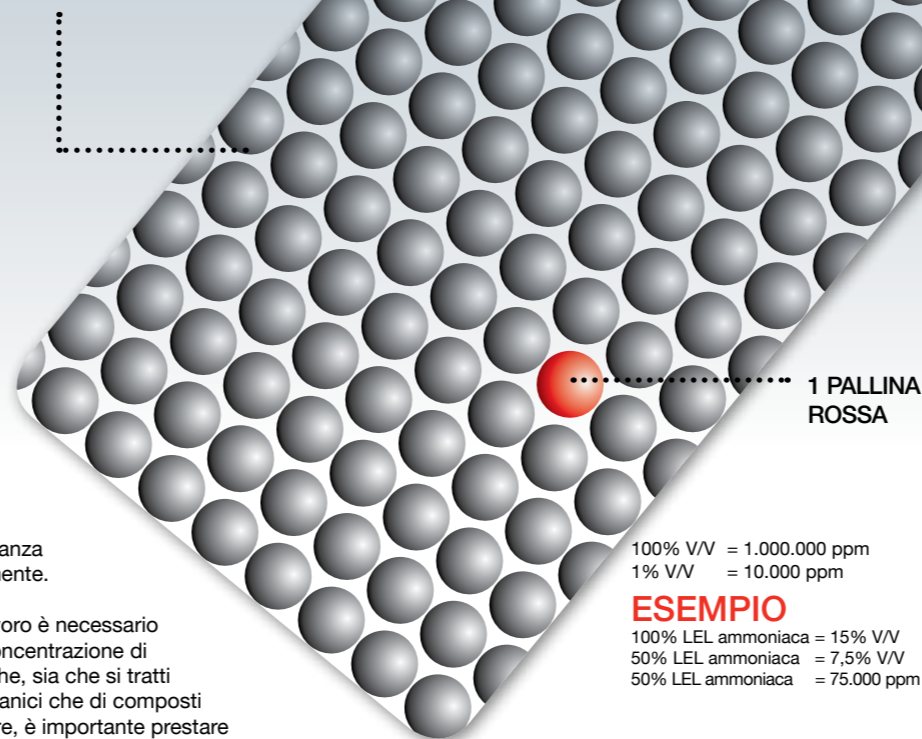
sono trattati separatamente è che i pericoli e le normative coinvolte sono diversi, così come i sensori richiesti.

Per le sostanze tossiche, a parte le ovvie problematiche ambientali, la preoccupazione principale riguarda gli effetti sui lavoratori dell'esposizione a concentrazioni anche minime, che potrebbero essere inalate, ingerite o assorbite attraverso la pelle. Poiché gli effetti nocivi spesso sono legati ad una esposizione prolungata è importante misurare non solo la concentrazione di gas ma anche la durata totale dell'esposizione. Sono inoltre noti alcuni casi di sinergismo, in cui l'interazione di sostanze diverse può produrre effetti peggiori rispetto

a ciascuna sostanza presa singolarmente.

Nei luoghi di lavoro è necessario controllare la concentrazione di sostanze tossiche, sia che si tratti di composti organici che di composti inorganici. Inoltre, è importante prestare attenzione agli effetti che tali sostanze potrebbero avere sulla salute e sulla sicurezza dei dipendenti, alla possibile contaminazione dei prodotti finiti o delle apparecchiature utilizzate per la produzione e alla conseguente interruzione delle normali attività lavorative. ■

1 MILIONE DI PALLINE



1 PALLINA ROSSA

100% V/V = 1.000.000 ppm  
1% V/V = 10.000 ppm

### ESEMPIO

100% LEL ammoniaca = 15% V/V  
50% LEL ammoniaca = 7,5% V/V  
50% LEL ammoniaca = 75.000 ppm

## Luogo di lavoro Esposizione Limiti

Generalmente si utilizzano i termini "limiti di esposizione sul luogo di lavoro" o "monitoraggio dei pericoli occupazionali" con riferimento al monitoraggio della salute in ambito industriale per quanto riguarda l'esposizione dei dipendenti a condizioni di pericolo legate a gas, polvere, rumore, eccetera. In altre parole, si tratta di garantire che i livelli di tali fattori nel luogo di lavoro non superino i limiti prescritti dalla legge.

Questo concetto prevede sia ricognizioni dell'area interessata (identificazione delle possibili esposizioni), sia monitoraggi individuali, eseguiti facendo indossare ai lavoratori appositi strumenti e prelevando campioni il più possibile vicino alla zona di respirazione. Ciò garantisce che il livello di contaminazione misurato sia veramente rappresentativo di quanto viene inalato dal lavoratore.

È utile ricordare che questi due tipi di monitoraggio, individuale e del luogo di lavoro, devono essere considerati ugualmente rilevanti nell'ambito di un piano di sicurezza generale integrato. Il loro scopo è fornire le necessarie informazioni sulle condizioni dell'atmosfera. Ciò consentirà successivamente di mettere in atto le misure necessarie per il rispetto delle norme relative alla sicurezza e ai siti industriali. Qualunque sia il metodo

scelto, è importante tenere conto della natura della tossicità di tutti i gas coinvolti. Ad esempio strumenti che misurano solamente una media ponderata nel tempo o che si limitano a raccogliere campioni destinati ad una successiva analisi in laboratorio non proteggono i lavoratori da brevi esposizioni a una dose letale di una sostanza altamente tossica. D'altro canto può essere normale superare per brevi periodi i livelli medi a lungo termine (LTEL) in alcune aree dello stabilimento, e tale situazione non deve essere indicata come condizione di allarme. Pertanto, il sistema di strumentazioni ottimale deve essere in grado di monitorare i livelli di esposizione sia a breve che a lungo termine nonché i livelli di allarme istantanei. ■

# Limiti di esposizione ai gas tossici

## Limiti europei di esposizione professionale

I valori degli OEL (Occupational Exposure Limits, ovvero limiti di esposizione professionale) sono stabiliti dalle autorità nazionali competenti o da altri enti preposti a livello nazionale e concernono i limiti relativi alle concentrazioni nell'aria dei composti pericolosi nei luoghi di lavoro. I limiti OEL relativi alle sostanze pericolose rappresentano uno strumento importante per la valutazione e la gestione del rischio e forniscono informazioni importanti per le attività relative alla sicurezza nei luoghi di lavoro e alla salute.

I limiti di esposizione professionale possono riguardare sia i prodotti commercializzati che i rifiuti e i sottoprodotti derivanti dai processi produttivi. Essi proteggono i lavoratori da effetti nocivi per la salute, ma non prevengono altri rischi quale quello di esplosione. Poiché tali limiti vengono modificati frequentemente e possono variare da un paese all'altro, è necessario rivolgersi agli enti preposti nel proprio paese per ottenere informazioni aggiornate.

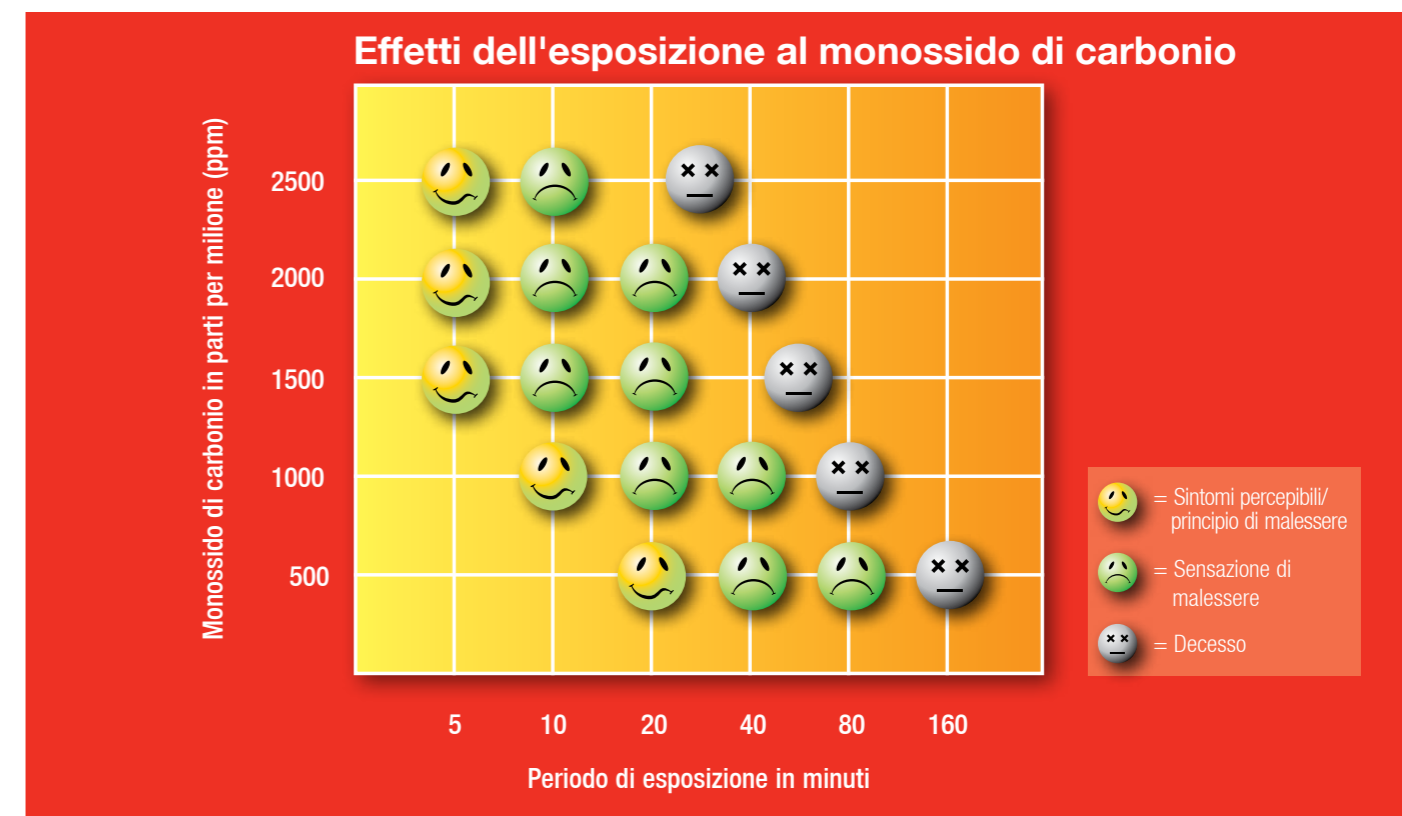
Nel Regno Unito i limiti di esposizione professionale sono regolamentati dalle normative COSHH (Control of Substances Hazardous to Health Regulations). Tali normative prescrivono che i datori di lavoro evitino l'esposizione dei lavoratori a sostanze pericolose e, ove ciò non sia possibile, che tale esposizione sia adeguatamente controllata.

A far data dal 6 aprile 2005 è stato introdotto un nuovo sistema semplificato di OEL. Le norme in vigore relative all'applicazione di buone pratiche sono state unificate mediante l'introduzione di otto principi nel testo denominato "Control of Substances Hazardous to Health (Amendment) Regulations 2004".

Un unico limite relativo all'esposizione nel luogo di lavoro, il WEL (Workplace Exposure Limit), ha sostituito i due esistenti, il MEL (Maximum Exposure Limits, riguardante l'esposizione massima) e gli OES (Occupational Exposure Standards, ovvero i livelli di esposizione professionale). Tutti i limiti MEL e la maggior parte di quelli OES sono in fase di trasposizione all'interno del nuovo sistema come WEL, mantenendo gli stessi valori numerici. Sono stati cancellati gli OES di circa 100 sostanze poiché si tratta di sostanze attualmente proibite o poco utilizzate, oppure per le quali vi è la prova che gli effetti nocivi per la salute si verificano a livelli vicini a quelli del vecchio limite. L'elenco dei limiti di esposizione è denominato EH40 e può essere richiesto allo UK Health and Safety Executive. Tutti i limiti WEL stabiliti per legge nel Regno Unito sono relativi all'aria. La massima concentrazione ammissibile o accettata varia

in relazione alla tossicità di ciascuna sostanza. I tempi di esposizione sono calcolati in media su un periodo di 8 ore (TWA per 8 ore) e 15 minuti (limite STEL per l'esposizione a breve termine). L'esposizione anche breve ad alcune sostanze viene considerata talmente pericolosa che per esse esiste solo lo STEL, limite che non deve essere superato nemmeno per un tempo più breve. La capacità di

penetrazione attraverso la pelle viene riportata nell'elenco WEL alla voce "Pelle". Durante la preparazione di una proposta di OEL vengono presi in considerazione la cancerogenicità, la tossicità per la riproduzione nonché il potenziale di irritazione e sensibilizzazione sulla base delle attuali conoscenze scientifiche. ■



# Limiti statunitensi di esposizione professionale

**N**egli Stati Uniti i sistemi relativi alla sicurezza sul luogo di lavoro variano da stato a stato. Il presente documento fornisce informazioni sulle tre principali autorità statunitensi che si occupano dei limiti di esposizione professionale: ACGIH, OSHA e NIOSH.

L'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) pubblica i MAC (Maximum Allowable Concentrations, relativi alle massime concentrazioni ammesse), successivamente rinominati TLV (Threshold Limit Values), ossia valori soglia.

I TLV sono definiti come un limite di esposizione "al quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere esposti ogni giorno per tutta la durata della vita lavorativa senza effetti nocivi". L'ACGIH è un'organizzazione professionale di igienisti del lavoro operanti in università o enti governativi. Gli igienisti del lavoro del settore privato possono aderire all'associazione come membri associati. Una volta all'anno i vari comitati propongono nuovi valori soglia o guide sulle migliori pratiche in ambito lavorativo. La lista dei TLV comprende oltre 700 sostanze chimiche ed agenti fisici, oltre a decine di indici biologici di esposizione (BEI) per prodotti chimici selezionati.

L'ACGIH definisce i diversi tipi di TLV come segue:

**TLV-TWA (valore soglia - media ponderata nel tempo):** concentrazione media ponderata nel tempo per una normale giornata lavorativa di 8 ore e una settimana lavorativa di 40 ore, a cui si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere esposti ripetutamente, giorno dopo giorno, senza effetti nocivi.

**TLV-STEL (valore soglia - limite di esposizione a breve termine):** concentrazione a cui si ritiene che i lavoratori possano essere esposti continuamente per un breve periodo di tempo senza subire irritazioni, danni cronici o irreversibili ai tessuti oppure narcosi. Lo STEL viene definito come un'esposizione TWA di 15 minuti, che in nessun caso devono essere superati durante una giornata lavorativa.

**TLV-C (valore soglia - massimo):** concentrazione che non deve mai essere superata in nessun momento dell'esposizione lavorativa.

Per i TLV-TWA che non hanno gli STEL viene fornita una raccomandazione generale sul limite di escursione. Le escursioni nei livelli di



## Tabella di comparazione dei limiti di esposizione professionale

ACGIM	OSHA	NIOSH	EH40	Significato
Valori soglia (TLV)	Limiti ammissibili di esposizione (PEL)	Livelli di esposizione raccomandati (REL)	Limiti di esposizione sul luogo di lavoro (WEL)	Definizione del limite
TLV-TWA	TWA	TWA	TWA	Limite di esposizione a lungo termine (periodo di riferimento TWA 8 ore)
TLV-STEL	STEL	STEL	STEL	Limite di esposizione a breve termine (periodo di esposizione 15 minuti)
TLV-C	Massimo	Massimo	-	Concentrazione che non deve mai essere superata in nessun momento dell'esposizione lavorativa
Limite di escursione	Limite di escursione	-	-	Limite valido se non sono definiti gli STEL
-	BEI	BEI	-	Indici di esposizione biologica

esposizione dei lavoratori possono superare per tre volte il TLV-TWA per un periodo complessivo non superiore a 30 minuti durante una giornata lavorativa e non devono in nessun caso superare 5 volte il TLV-TWA.

I TLV della ACGIH non hanno valore legale negli Stati Uniti e costituiscono quindi soltanto raccomandazioni. L'OSHA definisce limiti legali. Tuttavia, sia negli Stati Uniti che in molti altri paesi i TLV vengono normalmente elaborati sulla base dei TLV e dei documenti che definiscono i criteri della ACGIH. In molti casi i limiti di esposizione della ACGIH sono più restrittivi di quelli dell'OSHA. Molte aziende statunitensi utilizzano i livelli definiti attualmente dalla ACGIH o limiti ancora inferiori.

L'OSHA (Occupational Safety and Health Administration), che fa capo al Dipartimento del Lavoro statunitense, pubblica i PEL

(Permissible Exposure Limits, ossia limiti ammissibili di esposizione). I PEL sono limiti legali relativi alla quantità o alla concentrazione di una sostanza nell'aria, e sono applicabili. Il primo elenco di limiti risalente al 1971 si basava sui TLV della ACGIH. L'OSHA ha attualmente in vigore 500 PEL per le diverse forme di circa 300 sostanze chimiche, molte delle quali vengono utilizzate comunemente negli ambienti industriali. I PEL attualmente in vigore sono riportati in un documento denominato "29 CFR 1910.1000", la norma inerente ai contaminanti dell'aria. L'OSHA utilizza i seguenti tipi di OEL in maniera simile alla ACGIH: TWA, livelli di azione, limiti massimi, STEL, limiti di escursione e in alcuni casi i BEI (Biological Exposure Indices, indici di esposizione biologica).

Il NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) ha la responsabilità legale di raccomandare livelli di esposizione che proteggano la salute dei lavoratori.

Esso ha identificato i LEL (Recommended Exposure Levels, livelli di esposizione raccomandati) per circa 700 sostanze pericolose. Tali limiti non hanno valore legale. Il NIOSH propone i propri limiti presentando i documenti relativi ai criteri da adottare all'OSHA e ad altri enti che stabiliscono gli OEL. Il TWA, lo STEL, i limiti massimi e i BEI sono tipi di REL. Le raccomandazioni e i criteri sono pubblicati in vari tipi di documenti, come ad esempio Current Intelligent Bulletins (CIB), Alerts, Special Hazard Reviews, Occupational Hazard Assessments e Technical Guidelines. ■

# Dati relativi ai gas tossici

I gas tossici elencati di seguito possono essere rilevati utilizzando le apparecchiature fornite da Honeywell. I dati sui gas sono forniti nei casi in cui questi sono noti. Poiché sviluppiamo continuamente nuovi prodotti, contattateci direttamente se il gas che cercate non è compreso nell'elenco. I dati possono variare in base al paese e alla data di riferimento, consultare sempre le normative locali più recenti.

Rif.: EH40/2005 Workplace Exposure Limits, norma OSHA 29 CFR 1910.1000 tabelle Z-1 e Z-2 e ACGIH Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices Book 2005.

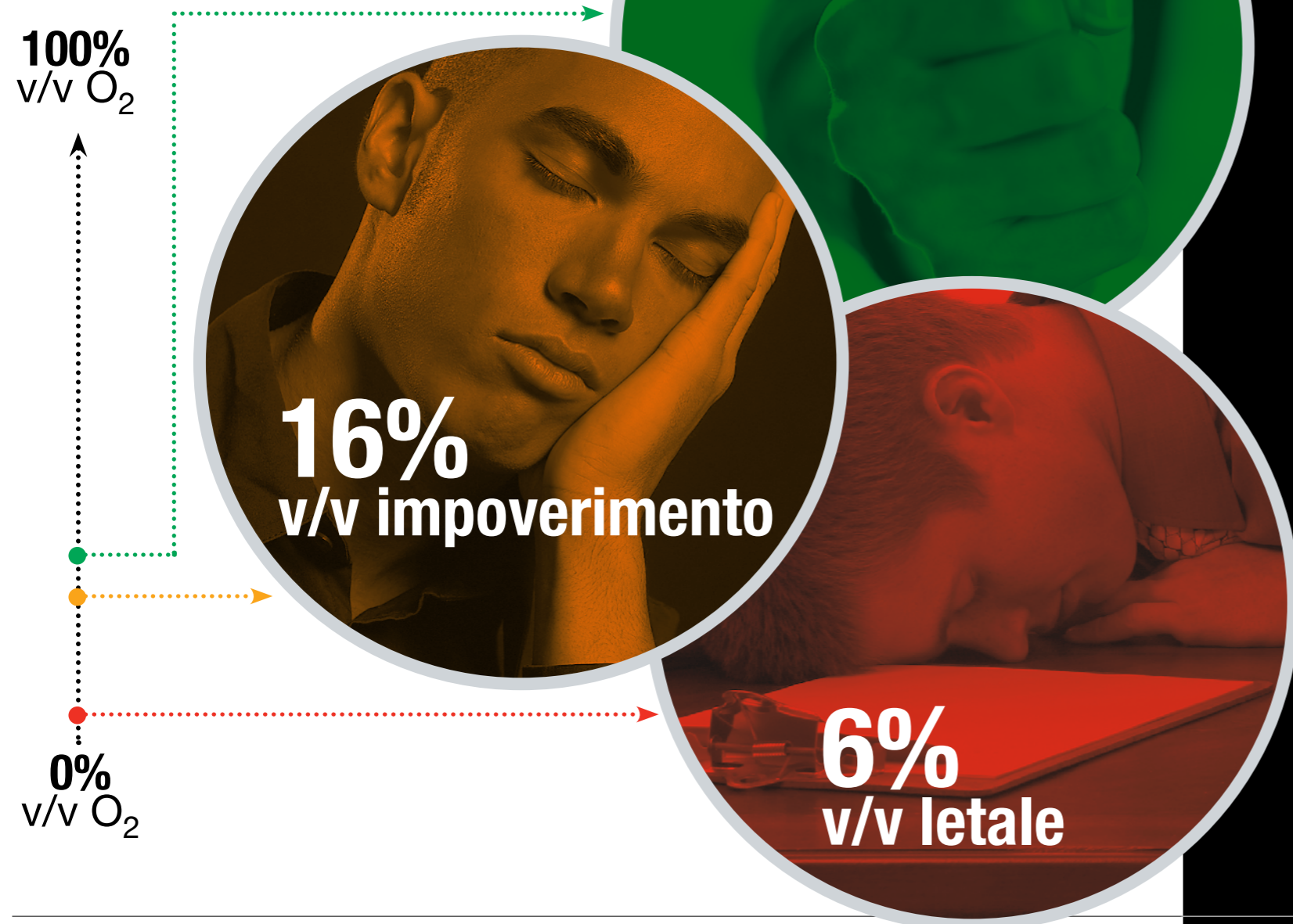
Nome comune	Numero CAS	Formula	Limite di esposizione sul luogo di lavoro (WEL) EH40				Limiti ammissibili di esposizione (PEL) OSHA	
			Limite di esposizione a lungo termine (periodo di riferimento TWA 8 ore)		Limite di esposizione a breve termine (periodo di riferimento 15 minuti)		Limite di esposizione a lungo termine (periodo di riferimento TWA 8 ore)	
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
Ammoniaca	7664-41-7	NH <sub>3</sub>	25	18	35	25	50	35
Arsina	7784-42-1	AsH <sub>3</sub>	0,05	0,16			0,05	0,2
Tricloruro di boro	10294-34-5	BCl <sub>3</sub>						
Trifluoruro di boro	7637-07-2	BF <sub>3</sub>					1 (massimo)	3 (massimo)
Bromo	7726-95-6	Br <sub>2</sub>	0,1	0,66	0,2	1,3	0,1	0,7
Monossido di carbonio	630-08-0	CO	30	35	200	232	50	55
Cloro	7782-50-5	Cl <sub>2</sub>			0,5	1,5	1 (massimo)	3 (massimo)
Biossido di cloro	10049-04-4	ClO <sub>2</sub>	0,1	0,28	0,3	0,84	0,1	0,3
1,4 cicloesano diisocianato		CHDI						
Diborano	19287-45-7	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>					0,1	0,1
Diclorosilano (DCS)	4109-96-0	H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> Si						
Dimetilammina (DMA)	124-40-3	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N	2	3,8	6	11	10	18
Dimetilidrazina (UDMH)	57-14-7	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>						
Disilano	1590-87-0	Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub>						
Ossido di etilene	75-21-8	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	5	9,2			1,5	
Fluoro	7782-41-4	F <sub>2</sub>	1	1,6	1	1,6	0,1	0,2
Germano	7782-65-2	GeH <sub>4</sub>	0,2	0,64	0,6	1,9		
Diisocianato di esametilene (HDI)	822-06-0	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Idrazina	302-01-2	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,02	0,03	0,1	0,13	1	1,3
Idrogeno	1333-74-0	H <sub>2</sub>						
Acido bromidrico	10035-10-6	HBr			3	10	3	10
Acido cloridrico	7647-01-0	HCl	1	2	5	8	5 (massimo)	7 (massimo)
Acido cianidrico	74-90-8	HCN			10	11	10	11
Acido fluoridrico	7664-39-3	HF	1,8	1,5	3	2,5		2
Ioduro di idrogeno	10034-85-2	HI						
Perossido di idrogeno	7722-84-1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1	1,4	2	2,8	1	1,4
Acido selenidrico	7783-07-5	H <sub>2</sub> Se					0,05	0,2
Acido solfidrico	7783-06-4	H <sub>2</sub> S	5	7	10	14	2	10
Metilene bisfenil isocianato idrogenato (HMDI)								
Isocianatoetilmetacrilato (IEM)		C <sub>7</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>						
Diisocianato di isoforone (IPDI)		C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Fluoruro di metile (R41)	593-53-3	CH <sub>3</sub> F						
Metilene bisfenil isocianato (MDI)	101-68-8	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Metilene bisfenil isocianato-2 (MDI-2)	101-68-8	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Metilendianilina (MDA)	101-77-9	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>	0,01	0,08				
Monometilidrazina (MMH)	60-34-4	CH <sub>6</sub> N <sub>2</sub>						
Diisocianato di naftalene (NDI)	3173-72-6	C <sub>12</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Acido nitrico	7697-37-2	HNO <sub>3</sub>			1	2,6	2	5

## ■ Dati relativi ai gas tossici (continua)

Nome comune	Numero CAS	Formula	Limite di esposizione sul luogo di lavoro (WEL) EH40				Limiti ammissibili di esposizione (PEL) OSHA	
			Limite di esposizione a lungo termine (periodo di riferimento TWA 8 ore)		Limite di esposizione a breve termine (periodo di riferimento 15 minuti)		Limite di esposizione a lungo termine (periodo di riferimento TWA 8 ore)	
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
Ossido di azoto	10102-43-9	NO					25	30
Biossido di azoto	10102-44-0	NO <sub>2</sub>					5 (massimo)	9 (massimo)
Trifluoruro di azoto	7783-54-2	NF <sub>3</sub>					10	29
n-butilammina (N-BA)	109-73-9	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> N					5 (massimo)	15 (massimo)
Ozono	10028-15-6	O <sub>3</sub>			0,2	0,4	0,1	0,2
Fosgene	75-44-5	COCl <sub>2</sub>	0,02	0,08	0,06	0,25	0,1	0,4
Fosfina	7803-51-2	PH <sub>3</sub>	0,1	0,14	0,2	0,28	0,3	0,4
Ossido di propilene	75-56-9	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	5	12			100	240
p-fenilendiammina (PPD)	106-50-3	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>		0,1				0,1
p-fenilene diisocianato (PPDI)	104-49-4	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Silano	7803-62-5	SiH <sub>4</sub>	0,5	0,67	1	1,3		
Stibina	7803-52-3	SbH <sub>3</sub>					0,1	0,5
Biossido di zolfo	7446-09-5	SO <sub>2</sub>					5	13
Acido solforico	7664-93-9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						1
Terziari-butilarsina (TBA)								
Terziari-butilfosfina (TBP)	2501-94-2	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> P						
Tetraetilortosilicato (TEOS)	78-10-4	C <sub>8</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub> Si						
Tetrachis (dimetilammino) titanio (TDMAT)	3275-24-9	C <sub>8</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> Ti						
Tetrametililene diisocianato (TMXDI)		C <sub>14</sub> H <sub>16</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Toluene diamina (TDA)	95-80-7	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub>	50	191	150	574		
Toluene diisocianato (TDI)	584-84-9	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>			0,02 (massimo)	0,14 (massimo)		
Trietilammina (TEA)	121-44-8	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> N	2	8	4	17	2,5	100
Diisocianato di trimetilesametilene (TMDI)		C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>						
Dimetilidrazina asimmetrica (UDMH)	57-14-7	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>						

# 7 Pericolo di asfissia (Carenza di ossigeno)

Noi tutti, per vivere, dobbiamo respirare l'ossigeno ( $O_2$ ) contenuto nell'aria. L'aria è composta da numerosi gas, tra cui l'ossigeno. La normale aria ambiente contiene una concentrazione di ossigeno pari al 20,9% v/v. Quando tale livello scende al di sotto del 19,5% v/v l'aria viene considerata carente di ossigeno. Concentrazioni di ossigeno inferiori al 16% sono ritenute pericolose per gli esseri umani.




L'IMPOVERIMENTO DI OSSIGENO PUÒ ESSERE CAUSATO DA:

- Spostamento
- Combustione
- Ossidazione
- Reazione chimica
- Azione batterica

# 8 Arricchimento di ossigeno

**CURIOSITÀ SUI GAS**

Con un peso atomico di 222 unità di massa atomica, il radon è il gas più pesante conosciuto dall'uomo ed è 220 volte più pesante dell'idrogeno, il gas più leggero.



Spesso si dimentica che anche l'arricchimento di ossigeno può creare rischi. Infatti aumentando i livelli di  $O_2$  anche l'infiammabilità dei materiali e dei gas aumenta. A livelli del 24%, articoli quali i capi di vestiario possono subire una combustione spontanea.

Le apparecchiature per la saldatura ossiacetilenica combinano l'ossigeno e l'acetilene per produrre una temperatura estremamente alta. Altre aree in cui le atmosfere arricchite di ossigeno possono risultare pericolose sono quelle in cui vengono prodotti o stoccati sistemi di propulsione a razzo, prodotti utilizzati per la decolorazione nell'industria cartaria e impianti per il trattamento delle acque chiare.

I sensori devono essere specificamente certificati per l'utilizzo in atmosfere arricchite di  $O_2$ .

# Aree in cui normalmente è necessario il rilevamento dei gas

I sistemi di rilevamento dei gas fissi e portatili trovano applicazione in numerosi settori. I processi industriali richiedono l'impiego e la lavorazione di quantità crescenti di sostanze pericolose, quali ad esempio gas tossici e combustibili. È quindi inevitabile che si verifichino talvolta fughe di gas, che possono mettere a rischio gli impianti, i lavoratori al loro interno e la popolazione che risiede nelle vicinanze. Queste problematiche vengono costantemente riportate all'attenzione di tutti dagli incidenti che si verificano nel mondo causando asfissie, esplosioni e decessi.



## Trivellazione e produzione di petrolio e gas

Il settore petrolifero e del gas comprende numerose attività a monte, che vanno dall'esplorazione onshore e offshore e produzione di petrolio e gas al trasporto e stoccaggio. I gas idrocarburici coinvolti costituiscono un serio rischio di esplosione e spesso sono inoltre presenti gas tossici come acido solfidrico.

### Applicazioni più comuni:

- Impianti di trivellazione
- Piattaforme di produzione
- Terminal di petrolio e gas onshore
- Riparazione/arresto
- Aree di stoccaggio di GPL
- Torri di trivellazione e manutenzione offshore e onshore
- Piattaforme di produzione offshore
- Dispositivi di protezione individuale (DPI)

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari gas idrocarburici tra cui metano

**Tossici:** acido solfidrico, monossido di carbonio

**Ossigeno:** carenza



## Raffinerie e stabilimenti petrolchimici

Le raffinerie convertono il petrolio grezzo in varie miscele di idrocarburi da utilizzare in numerosi prodotti derivati.

### Applicazioni più comuni:

- Flange e guarnizioni per pompe per il rilevamento di idrocarburi
- Monitoraggio del processo di cracking catalitico
- Stoccaggio di prodotti sfusi
- Scarichi idraulici, pozzetti di scolo e fossati
- Accesso a spazi confinati
- Zone di carico
- Sistemi di ventilazione
- Monitoraggio di aree perimetrali o recinzioni
- Manutenzione programmata e arresto o modifica di impianti

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari gas idrocarburici tra cui etilene, cherosene, propano e metano

**Tossici:** acido solfidrico e biossido di zolfo

**Ossigeno:** carenza



## Stabilimenti chimici

Negli impianti chimici vengono prodotte varie sostanze e materie prime. La natura e la diversità delle sostanze chimiche utilizzate e prodotte in loco rappresentano un pericolo notevole per le persone e le cose. Nei processi produttivi vengono utilizzati numerosi gas sia infiammabili che tossici.

### Applicazioni più comuni:

- Stoccaggio di materie prime
- Aree di lavorazione
- Laboratori
- Linee di pompe
- Stazioni di compressione
- Aree di carico e scarico

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari idrocarburi tra cui petrolio e resine

**Tossici:** vari gas tra cui acido solfidrico, acido fluoridrico e ammoniacca



## Produzione di energia (con fonti tradizionali e rinnovabili)

In passato sono stati utilizzati per la produzione di elettricità combustibili fossili quasi carbone, petrolio e gas naturale. Le energie rinnovabili hanno assunto oggi un ruolo chiave nella produzione di energia, con la prevalenza sempre maggiore dell'eolico e del biogas.

### Applicazioni più comuni:

- In prossimità di tubature delle caldaie e bruciatori
- All'interno e in prossimità di gruppi di turbine
- Operazioni in prossimità di tubazioni di biogas
- Monitoraggio delle emissioni superficiali nelle discariche
- Produzione di pale eoliche e saldatura di componenti in acciaio (settore eolico)
- Spazi ristretti (torre e navicella di una turbina eolica)
- Operazioni in prossimità di pozze di percolato e di pozzi perimetrali

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** gas naturale, idrogeno

**Tossici:** monossido di carbonio, ossido di zolfo, ossido di azoto, acido solfidrico, VOC

**Ossigeno:** carenza



## Trattamento dell'acqua

Quello del trattamento dell'acqua è un settore molto vasto che comprende numerosi processi e aspetti, dalla produzione e distribuzione di acqua pulita alla raccolta, trattamento e smaltimento di acque reflue.

### Applicazioni più comuni:

- Monitoraggio di impianti di purificazione
- Digestori di liquami
- Pozzetti di impianti
- Ingressi e paratie a scorrimento degli impianti
- Monitoraggio della produzione di energia
- Gorgogliatori per acido solfidrico

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari idrocarburi tra cui metano

**Tossici:** acido solfidrico, anidride carbonica, cloro biossido di zolfo e ozono

**Ossigeno:** carenza



## Settore marittimo

I pericoli dei gas nel settore marittimo sono numerosi. Gas liquido, carburanti, sostanze chimiche e altri combustibili fossili sono potenzialmente esplosivi. Lo spostamento dell'ossigeno durante l'inertizzazione con azoto o altri gas può causare asfissia. Anche i gas tossici come l'acido solfidrico creano rischi notevoli.

### Applicazioni più comuni:

- Misurazione di spazi liberi in serbatoi e vani di carico
- Ispezioni nelle stive
- Accesso alle navi/sotto coperta
- Spazi ristretti (ad es. sale motori elettrici, stive e spazi interbarriera)
- Inertizzazione e spurgo
- Rilevamento di perdite
- Camere di compensazione
- Cappe di sfiato per bruciatori
- Tubazioni di alimentazione di gas per sale motori

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari idrocarburi tra cui gas naturale liquido e metano

**Tossici:** acido solfidrico e monossido di carbonio

**Ossigeno:** carenza



## Esercito e sicurezza nazionale

Il settore militare utilizza sistemi di monitoraggio dei gas e, dati i frequenti spostamenti di truppe e convogli, i rivelatori portatili sono elementi fondamentali per la protezione dai gas pericolosi.

### Applicazioni più comuni:

- Serbatoi di stoccaggio per carburanti (inclusa l'ispezione)
- Trasporto (in particolare di carburanti)
- Rifornimento di veicoli
- Ispezioni dei serbatoi dei velivoli
- Fosse settiche dei sottomarini e accumulo di idrogeno
- Monitoraggio di sale motori di navi e fosse settiche
- Manutenzione di attrezzature e veicoli

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** varie miscele di cherosene per aviazione, gasolio e benzina

**Tossici:** monossido di carbonio, anidride carbonica, acido solfidrico e composti organici volatili (VOC)

**Ossigeno:** carenza



## Produzione di carta

Questo vasto settore include processi di lavorazione meccanica e chimica che trasformano il legno in vari prodotti a base di carta. Gli sbiancanti contengono gas tossici pericolosi, mentre i carburanti utilizzati per i motori dei macchinari sono infiammabili.

### Applicazioni più comuni:

- Digestori (nei processi chimici)
- Cloro durante la sbianca
- Monitoraggio dei carburanti durante i processi meccanici

### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** cloro, biossido di cloro e ozono

**Ossigeno:** carenza

La nostra ricca biblioteca di documenti tecnici relativi ad applicazioni di rilevamento di gas è disponibile sul sito [www.honeywellanalytics.com](http://www.honeywellanalytics.com) per le applicazioni di rilevamento fisso, e [www.gasmonitors.com](http://www.gasmonitors.com) per il rilevamento con strumenti portatili.

## ■ Aree in cui normalmente è necessario il rilevamento dei gas (continua)



### Stampa

A seconda dei materiali stampati, i processi in questo settore utilizzano vari solventi, inchiostri e prodotti chimici pericolosi, che spesso vengono fatti asciugare in forni molto caldi, con la conseguente necessità di un accurato rilevamento di gas per garantire la sicurezza.

#### Applicazioni più comuni:

- Stoccaggio di inchiostri e vernici sfusi
- Essiccatoi e forni
- Monitoraggio degli scarichi

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** vari idrocarburi tra cui solventi e metano



### Tunnel e parcheggi

Nei parcheggi e nei tunnel possono accumularsi fumi di scarico che contengono gas tossici. I sistemi di rilevamento vengono utilizzati per monitorare l'accumulo di gas quali monossido di carbonio e metano e per controllare inoltre gli impianti di ventilazione.

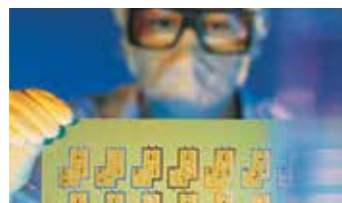
#### Applicazioni più comuni:

- Tunnel per automobili
- Parcheggi chiusi e sotterranei
- Controllo della ventilazione
- Tunnel di accesso

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano, GPL e vapori di benzina

**Tossici:** monossido di carbonio e biossido di azoto



### Semiconduttori

La produzione di materiali semiconduttori comporta l'utilizzo di gas infiammabili e tossici. Il fosforo, l'arsenico, il tricloruro di boro e il gallio vengono utilizzati comunemente come agenti droganti. L'idrogeno viene utilizzato sia come reagente che come gas vettore per la riduzione atmosferica. Tra i gas per incisione e pulizia possiamo citare l'ammoniaca e altri composti perfluorati.

#### Applicazioni più comuni:

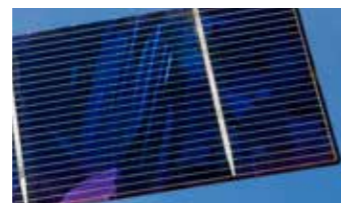
- Reattori per wafer
- Essiccatoi per wafer
- Armadietti gas
- Deposizione di vapori chimici

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** idrogeno, propano, silano e metano

**Tossici:** acido cloridrico, arsina, tricloruro di boro, fosfina, monossido di carbonio, acido fluoridrico, ozono, diclorosilano, tetraetilortosilicato, 1,3-esafuorobutadiene, ottafluorociclopentene, germano, ammoniaca e biossido di azoto

**Ossigeno:** carenza



### Settore fotovoltaico

Con l'aumentare dell'interesse verso le energie rinnovabili, il settore fotovoltaico (FV) sta vivendo una crescita notevole. Le applicazioni FV utilizzano l'effetto fotovoltaico dei materiali semiconduttori per convertire i raggi solari in corrente continua, usando di fatto un processo per la produzione di semiconduttori.

#### Applicazioni più comuni:

- Reattori per wafer
- Essiccatoi per wafer
- Armadietti gas
- Deposizione di vapori chimici

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** idrogeno, propano, silano e metano

**Tossici:** acido cloridrico, arsina, tricloruro di boro, fosfina, monossido di carbonio, acido fluoridrico, ozono, diclorosilano, tetraetilortosilicato, 1,3-esafuorobutadiene, ottafluorociclopentene, germano, ammoniaca e biossido di azoto

**Ossigeno:** carenza



### Spazi ristretti

Rappresentano una delle applicazioni chiave per i rivelatori portatili di gas, dato il possibile accumulo di gas pericolosi (vedere *Spazi ristretti* a pagina 60 per informazioni dettagliate).

#### Applicazioni più comuni:

- Pozzi
- Fossati
- Fogne e chiusini
- Fosse
- Caldaie
- Tunnel
- Serbatoi
- Piattaforme petrolifere (incluse navi cisterna)
- Condotte
- Container

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** monossido di carbonio e acido solfidrico

**Ossigeno:** carenza



### Edilizia e costruzioni

Durante le opere di costruzione vengono utilizzate diverse sostanze chimiche pericolose; inoltre, data la mobilità dei lavoratori in queste applicazioni, i sistemi di rilevamento di gas portatili sono parte integrante dei dispositivi di protezione individuale (DPI).

#### Applicazioni più comuni:

- Opere di fondazione e puntellamento

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** monossido di carbonio e acido solfidrico

**Ossigeno:** carenza

## ■ Aree in cui normalmente è necessario il rilevamento dei gas (continua)



### Refrigerazione con ammoniacca

Molti settori utilizzano la refrigerazione nei loro processi, dalla produzione di alimenti e bevande alla liquefazione di gas e produzione chimica, fino alla criogenia e alle spedizioni di GNL (gas naturale liquido). Per evitare atmosfere potenzialmente esplosive è essenziale garantire che non si accumulino ammoniacca.

#### Applicazioni più comuni:

- Aree di stoccaggio di ammoniacca
- Valvole, raccordi e guarnizioni in locali tecnici
- Monitoraggio di raffreddatori di energia
- Impianti di condizionamento dell'aria

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** ammoniacca

**Tossici:** ammoniacca



### Laboratori e settore medico

I laboratori e i centri medici come gli ospedali utilizzano molte sostanze tossiche e infiammabili di diverso tipo. I centri molto grandi possono disporre di una fornitura in loco delle utenze e di centrali elettriche per l'alimentazione di emergenza.

#### Applicazioni più comuni:

- Laboratori
- Criogenia e refrigerazione
- Sale caldaie

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano e idrogeno

**Tossici:** monossido di carbonio, cloro, ammoniacca e ossido di etilene

**Ossigeno:** carenza/eccesso



### Acciaierie

Il numero elevato di forni e processi in cui i metalli vengono sottoposti a temperature estreme rende il rilevamento di monossido di carbonio indispensabile in tutto lo stabilimento.

#### Applicazioni più comuni:

- Monitoraggio di forni
- Monitoraggio di forni

#### Gas più comuni:

**Tossici:** monossido di carbonio



### Monitoraggio di discariche e generazione di biogas

Le discariche sono concepite per favorire ed accelerare la decomposizione di materiale organico e possono anche contenere aree di cernita e stoccaggio di materiale inorganico. Il gas delle discariche (noto come biogas) viene spesso raccolto in questi siti ed occorre quindi particolare attenzione quando il personale si trova in prossimità di potenziali fonti di biogas.

#### Applicazioni più comuni:

- Lavori in prossimità di pozze di percolato
- Lavori in prossimità di pozzi perimetrali
- Lavori in prossimità di tubazioni di biogas
- Monitoraggio di emissioni superficiali
- Lavori in prossimità di pesa a ponte
- Movimentazione di rifiuti

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** anidride carbonica, acido solfidrico, benzene e toluene

**Ossigeno:** carenza



### Agricoltura e allevamento

Per quanto riguarda l'allevamento del bestiame, nelle stalle si possono accumulare metano e ammoniacca a livelli pericolosi. Anche i magazzini in cui vengono conservate le scorte di fertilizzanti e pesticidi per uso agricolo possono costituire un ulteriore pericolo di esplosione.

#### Applicazioni più comuni:

- Monitoraggio delle stalle
- Magazzini di fertilizzanti e prodotti chimici per uso agricolo



### Miniere

Le miniere per l'estrazione di minerali e combustibili fossili sono numerose in tutto il mondo e il personale che vi lavora è a rischio per i pericolosi accumuli di gas negli spazi ristretti dei pozzi. L'impiego di strumenti di rilevamento portatili risulta quindi essenziale in termini di sicurezza.

#### Applicazioni più comuni:

- Scavi
- Monitoraggio continuo durante i lavori all'interno di pozzi

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** monossido di carbonio

**Ossigeno:** carenza



### Edifici commerciali e servizi pubblici

Le strutture commerciali e pubbliche quali piscine, centri commerciali e scuole utilizzano sistemi di sicurezza integrati che possono includere rivelatori di gas. Le folle di visitatori possono aumentare il rischio di accumulo di anidride carbonica e può essere necessario controllare eventuali perdite di gas infiammabili dagli impianti di riscaldamento.

#### Applicazioni più comuni:

- Sale macchine
- Piscine
- Scuole
- Monitoraggio di tubazioni di riscaldamento
- Monitoraggio della qualità dell'aria in ambienti chiusi

#### Gas più comuni:

**Infiammabili:** metano

**Tossici:** anidride carbonica, monossido di carbonio, cloro

**Ossigeno:** carenza



### Cambiamenti, spegnimenti di impianti e modifiche pianificate

Indipendentemente dal settore e dall'applicazione, gli spegnimenti e gli interventi di manutenzione programmati creano ulteriori rischi poiché divergono dai processi standard.

Per limitare questi rischi durante la modifica di aspetti o processi dell'impianto occorre sempre utilizzare soluzioni di monitoraggio portatili per la rilevazione di gas.

# Principi di base della rilevazione

## Sensori di gas combustibili

Probabilmente sono in molti ad aver visto una lampada di sicurezza antifiamma e a conoscerne l'utilizzo come rivelatore di grisou (gas presenti nelle miniere di carbone, noti anche come "gas di miniera") nelle miniere di carbone e nelle fogne sotterranee. Benché in origine queste lampade fossero utilizzate per l'illuminazione, potevano anche essere sfruttate per stimare il livello di gas combustibili, con una precisione del 25-50%, a seconda dell'esperienza, della competenza, dell'età e della percezione del colore dell'utente.

I moderni rivelatori di gas combustibili devono assicurare risultati molto più precisi, affidabili e ripetibili: nonostante i tentativi di superare la soggettività delle misurazioni delle lampade di sicurezza utilizzando ad esempio un sensore di temperatura della fiamma, attualmente questi dispositivi sono stati quasi totalmente sostituiti da apparecchi elettronici più moderni.

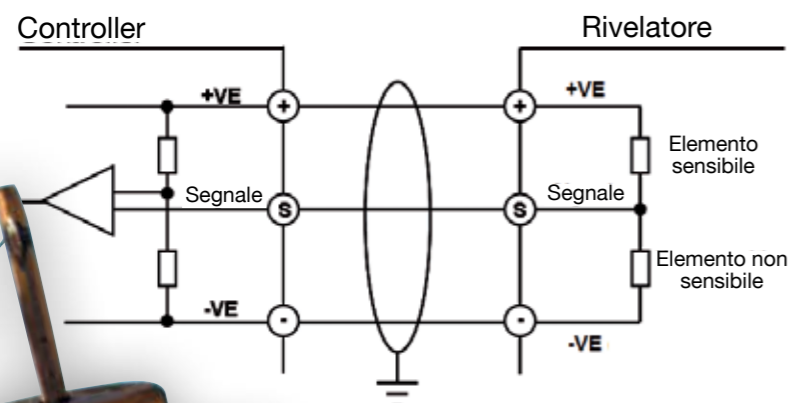
Tuttavia, il dispositivo attualmente più utilizzato, il rivelatore catalitico, costituisce per certi aspetti un'evoluzione delle prime lampade di sicurezza antifiamma, in quanto il suo funzionamento si basa anche sulla combustione di un gas e sulla sua conversione in anidride carbonica e acqua. ■



## Sensore catalitico

Quasi tutti i moderni sensori a basso costo per il rilevamento dei gas combustibili sono del tipo elettrocatalitico. Sono formati da un piccolissimo elemento di rilevazione chiamato "bead", oppure "Pellistor" o "Siegestor" (gli ultimi due sono marchi registrati di dispositivi in commercio). Sono costituiti da una bobina di filo di platino riscaldata elettricamente, ricoperta da una base ceramica (come l'allumina) e da un secondo strato esterno di catalizzatore di palladio o rodio disperso in un substrato di ossido di torio.

Il funzionamento di questo tipo di sensori si basa sul principio per cui quando una miscela di aria e gas combustibile passa sulla superficie catalizzatrice calda si verifica la combustione e il calore sprigionato aumenta la temperatura del cosiddetto "bead". A sua volta ciò altera la resistenza della bobina di platino e può essere misurato utilizzando la bobina come termometro all'interno di un normale circuito elettrico a ponte. Questa modifica della resistenza viene quindi collegata direttamente alla concentrazione del gas nell'atmosfera circostante e può essere visualizzata con un misuratore o un dispositivo simile. ■

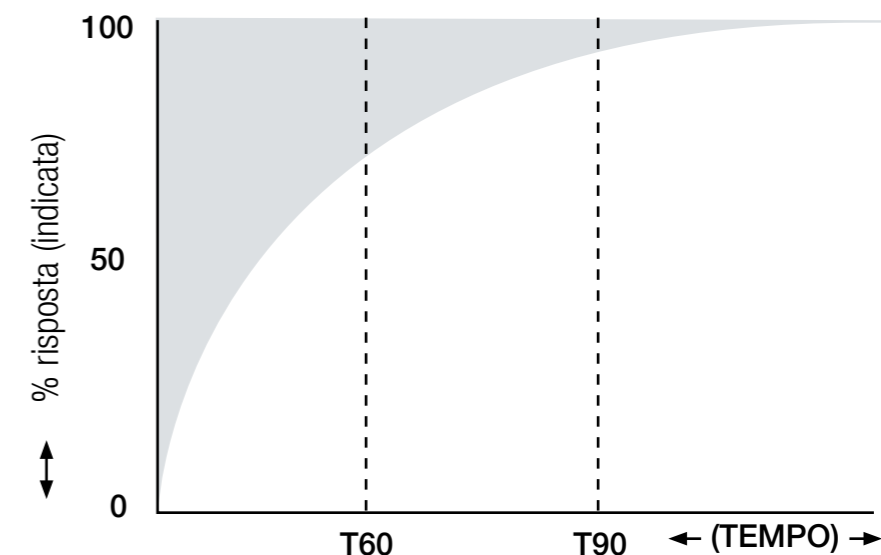


■ Circuito a ponte mV a 3 fili

## Velocità di risposta

Per ottenere il livello di sicurezza necessario, i sensori di tipo catalitico devono essere montati all'interno di un alloggiamento in metallo molto resistente, dietro un parafiamma. Ciò consente alla miscela di aria e gas di diffondersi nell'alloggiamento e sopra all'elemento sensore caldo, ma impedisce la propagazione di eventuali fiamme nell'atmosfera esterna. Il parafiamma riduce leggermente la velocità di risposta del sensore, ma nella maggior parte dei casi l'uscita elettrica fornisce un valore pochi secondi dopo il rilevamento del gas. Tuttavia, poiché la curva di risposta risulta notevolmente appiattita quando si avvicina alla lettura finale, il tempo di risposta viene solitamente indicato come il tempo necessario per raggiungere il 90% della lettura finale ed è pertanto detto valore "T90". I valori T90 dei sensori catalitici in genere sono compresi fra i 20 e i 30 secondi.

(N.B.: negli Stati Uniti e in alcuni altri paesi questo valore viene spesso definito come la lettura T60 più bassa, pertanto è necessario prestare molta attenzione in fase di raffronto fra le prestazioni di sensori diversi). ■



## Uscita del sensore

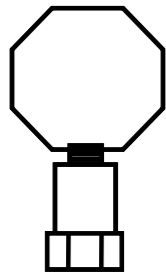
Per garantire la stabilità della temperatura con condizioni ambientali variabili, i migliori sensori catalitici utilizzano "bead" con adeguate caratteristiche termiche. Sono posizionati nei bracci opposti di un circuito elettrico a ponte di Wheatstone, in cui il sensore "sensibile" (solitamente denominato sensore "s") reagisce ad ogni gas combustibile presente, mentre l'altro sensore di bilanciamento, "inattivo" o "non sensibile" (n-s) non reagisce. Tale inattività viene ottenuta rivestendo il bead con una pellicola di vetro o disattivando il catalizzatore in modo tale che questo funzioni solo come compensatore di ogni cambiamento della temperatura o dell'umidità esterna.

Un ulteriore miglioramento in condizioni stabili di funzionamento può essere ottenuto mediante l'impiego di sensori resistenti alla contaminazione. Si tratta di sensori più resistenti alla degradazione causata da sostanze come silicani e composti di zolfo e piombo che possono rapidamente disattivare (o "avvelenare") altri tipi di sensori catalitici. ■

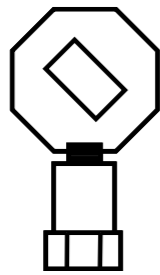


## Principi di base della rilevazione (continua)

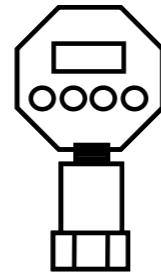
### Tipi più comuni di sensori di gas e trasmettitori



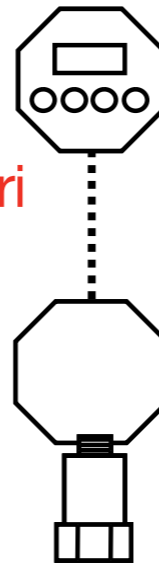
Sensore avvitato alla scatola di derivazione: taratura eseguita da due persone



Sensore avvitato al trasmettitore con taratura intrusiva eseguita da una persona



Sensore avvitato al trasmettitore con taratura non intrusiva eseguita da una persona



Trasmettitore con sensore remoto: taratura non intrusiva eseguita da una persona

## Taratura

La causa più comune di anomalie dei sensori catalitici è legata alla degradazione delle prestazioni provocata dall'esposizione a certi contaminanti. Pertanto è fondamentale che qualsiasi sistema di monitoraggio dei gas sia non solo tarato al momento dell'installazione, ma anche controllato regolarmente e tarato nuovamente se necessario. I controlli devono essere eseguiti utilizzando una miscela di gas standard attentamente calibrata, in modo da poter impostare correttamente i valori dello zero e di "span" sul controller.

I codici di procedura come la norma EN 60079-29-2 descrivono i requisiti di legge per la taratura dei rivelatori di gas infiammabili (% LEL) e forniscono anche indicazioni sulla taratura dei rivelatori di gas tossici (nota: in futuro, i rivelatori di gas tossici saranno soggetti a requisiti legali in relazione alla taratura). Normalmente i controlli devono essere eseguiti ad intervalli settimanali per il primo periodo; successivamente la frequenza può essere ridotta via via che aumenta l'esperienza degli operatori. Nei casi in cui sono necessari due livelli di allarme, in genere il livello più basso viene impostato in corrispondenza del 20-25% del LEL e quello più alto in corrispondenza del 50-55% del LEL.

I sistemi più vecchi (e più economici) richiedono la presenza di due persone per i controlli e la taratura: una per esporre il sensore a un flusso di gas e un'altra per controllare il valore indicato sulla scala dell'unità di controllo. Quindi vengono eseguite le regolazioni agendo sui potenziometri di zero e span del controller finché il valore indicato non corrisponde perfettamente alla concentrazione della miscela di gas.

È necessario ricordare che per eseguire regolazioni all'interno di un involucro antideflagrante si dovrà scollegare preventivamente l'alimentazione elettrica e ottenere l'autorizzazione ad aprire l'involucro stesso. Oggi esistono numerosi sistemi che richiedono la presenza di una sola persona per la taratura e consentono di eseguire tale procedura direttamente sul sensore. Ciò riduce considerevolmente i tempi e i costi della manutenzione, soprattutto quando i sensori si trovano in posizioni difficili da raggiungere, come ad esempio nel caso delle piattaforme petrolifere offshore. In alternativa, attualmente sono disponibili sensori a



sicurezza intrinseca (IS) che consentono di eseguire la taratura in remoto, ad esempio in un deposito utilizzato per la manutenzione. Dal momento che questi sensori sono a sicurezza intrinseca, possono essere utilizzati per rimpiazzare i sensori che devono essere sostituiti in loco, senza necessità di arrestare preventivamente il sistema.

Pertanto è possibile eseguire la manutenzione "a caldo" del sistema, con un notevole risparmio di tempo e denaro rispetto ai sistemi convenzionali. ■

## Principi di base della rilevazione (continua)



## Rivelatore di gas a infrarossi

Molti gas combustibili presentano una banda di assorbimento nella regione degli infrarossi dello spettro elettromagnetico della luce e il principio dell'assorbimento degli infrarossi (IR) è stato utilizzato per molti anni come strumento di analisi in laboratorio. Tuttavia i progressi compiuti a partire dagli anni ottanta nel campo dell'elettronica e dell'ottica hanno reso possibile la progettazione di apparecchiature con potenza e dimensioni sufficientemente ridotte da permettere l'utilizzo di questa tecnica anche per i prodotti di rilevazione dei gas per il settore industriale.

Questi sensori offrono una serie di importanti vantaggi rispetto a quelli di tipo catalitico. Ad esempio, presentano un'elevata velocità di risposta (normalmente inferiore ai 10 secondi), manutenzione ridotta e controlli estremamente semplificati grazie alla funzione di autotest delle moderne apparecchiature comandate da microprocessori. Inoltre, possono essere progettati in maniera tale da non risultare contaminabili, sono a prova d'errore (eventuali anomalie che si verificano nel dispositivo non possono determinare situazioni critiche per la sicurezza) e funzionano correttamente in atmosfere inerti e in presenza di una vasta gamma di condizioni diverse in termini di temperatura ambiente, pressione e umidità.

Questa metodica si basa sul principio dell'assorbimento di IR con doppia lunghezza d'onda, in base al quale la luce passa attraverso la miscela campione con due diverse lunghezze d'onda, una delle quali è impostata in corrispondenza del picco di assorbimento del gas da rilevare, mentre l'altra

ha una impostazione diversa. Le due fonti luminose vengono pulsate alternativamente e guidate lungo un percorso ottico comune per poi riemergere prima da una "finestra" ignifuga e poi attraverso il gas campione. I fasci vengono poi riflessi da un retroriflettore e passano nuovamente attraverso il campione e all'interno dell'unità. Quindi un rivelatore confronta le potenze dei segnali dei fasci campione e di riferimento e mediante sottrazione è in grado di fornire la misurazione della concentrazione del gas.

Questo tipo di rivelatore non permette di rilevare molecole di gas biatomici ed è quindi inadatto al rilevamento dell'idrogeno. ■



**CURIOSITÀ SUI GAS**  
La temperatura di autoaccensione di un gas infiammabile è la temperatura a cui inizia la combustione, anche in assenza di fiamme o scintille esterne.

## Principi di base della rilevazione (continua)

### Rivelatore di gas infiammabili a raggi infrarossi a percorso aperto

Il metodo tradizionale per la rilevazione delle perdite di gas consiste nel rilevamento a punto fisso, tramite una serie di sensori singoli posizionati in maniera da coprire un'area o un perimetro. Recentemente sono stati introdotti strumenti che utilizzano la tecnologia laser e a infrarossi sotto forma di un fascio largo (o percorso aperto) che è in grado di coprire una distanza di diverse centinaia di metri. I primi dispositivi a percorso aperto venivano utilizzati in genere per completare il rilevamento a punto fisso, tuttavia gli strumenti di ultima generazione oggi vengono spesso utilizzati come metodo principale della rilevazione. Tra le applicazioni per cui sono maggiormente utilizzati figurano il settore dei sistemi di produzione e stoccaggio galleggianti (FPSO), terminali di carico e scarico, oleodotti, monitoraggio perimetrale, piattaforme offshore e aree di stoccaggio per GNL (Gas Naturale Liquido).

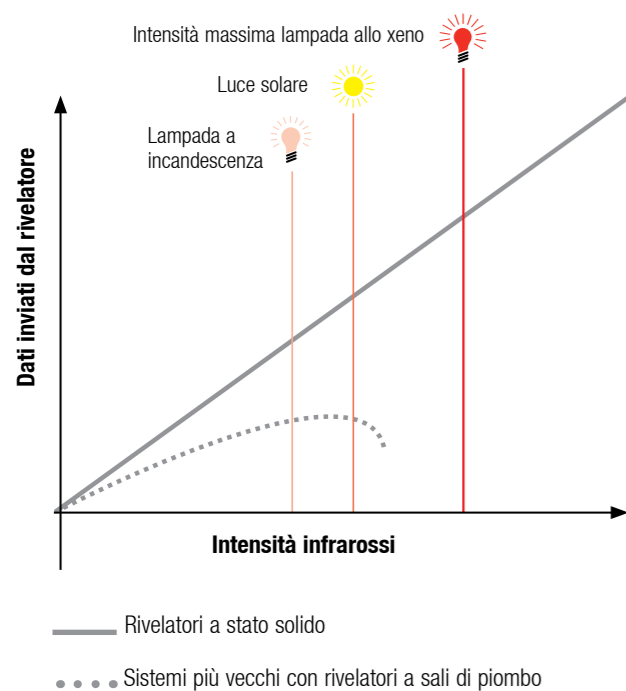
I tipi più datati utilizzano fasci con doppia lunghezza d'onda: il primo corrisponde al picco della banda di assorbimento del gas target mentre il secondo è il fascio di riferimento che si trova vicino, in un'area priva di assorbimento.

Lo strumento confronta costantemente i due segnali che vengono trasmessi attraverso l'atmosfera utilizzando la radiazione retrodiffusa da un retroriflettore oppure un trasmettitore e un ricevitore separati, soluzione più comune nei modelli più recenti. Qualsiasi variazione nel rapporto fra i due segnali viene misurata come gas. Tuttavia questi modelli possono subire delle interferenze a causa della nebbia: infatti i diversi tipi di nebbia possono influenzare positivamente o negativamente il rapporto fra i segnali creando le condizioni per un'errata indicazione di un valore superiore (allarme) o inferiore (errore) di gas. I modelli più nuovi, quelli di ultima generazione, utilizzano un doppio filtro passa-banda con due lunghezze d'onda di riferimento (una per ogni lato del campione) in grado di compensare totalmente le interferenze di ogni tipo di nebbia e pioggia. Altri problemi dei modelli precedenti sono stati superati utilizzando soluzioni ottiche coassiali per eliminare i falsi allarmi causati dal parziale oscuramento del fascio.

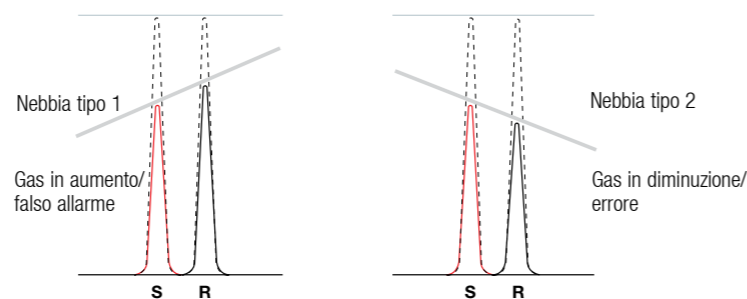


L'utilizzo di lampade a intermittenza allo xeno e rivelatori a stato solido rende lo strumento totalmente immune dalle interferenze della luce solare e di altre fonti di radiazioni quali bruciatori a torcia, saldatura ad arco o illuminazione.

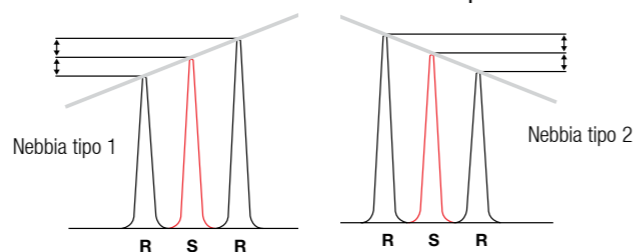
Di fatto, i rivelatori a percorso aperto misurano il numero totale delle molecole di gas (cioè la quantità di gas) all'interno del fascio. Si tratta di un valore differente rispetto a quello della concentrazione di gas fornito per un singolo punto e pertanto viene espresso in termini di metri LEL. ■



#### Modello con un solo riferimento - interferenza causata dalla nebbia



#### Modello con due riferimenti - compensazione totale



## Principi di base della rilevazione (continua)

### Sensori a cella elettrochimica

Per la rilevazione dei più comuni gas tossici possono essere utilizzati sensori elettrochimici per specifici tipi di gas, tra cui CO, H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ecc. per una vasta gamma di applicazioni di sicurezza.

I sensori elettrochimici sono compatti, richiedono una potenza minima, offrono una linearità e una ripetibilità eccezionali e in genere presentano una durata notevole, compresa di norma fra uno e tre anni. I tempi di risposta, indicati con T90 (il tempo necessario per raggiungere il 90% della risposta finale), sono generalmente di 30-60 secondi e i limiti minimi di rilevamento variano da 0,02 a 50 ppm, a seconda del tipo di gas target.

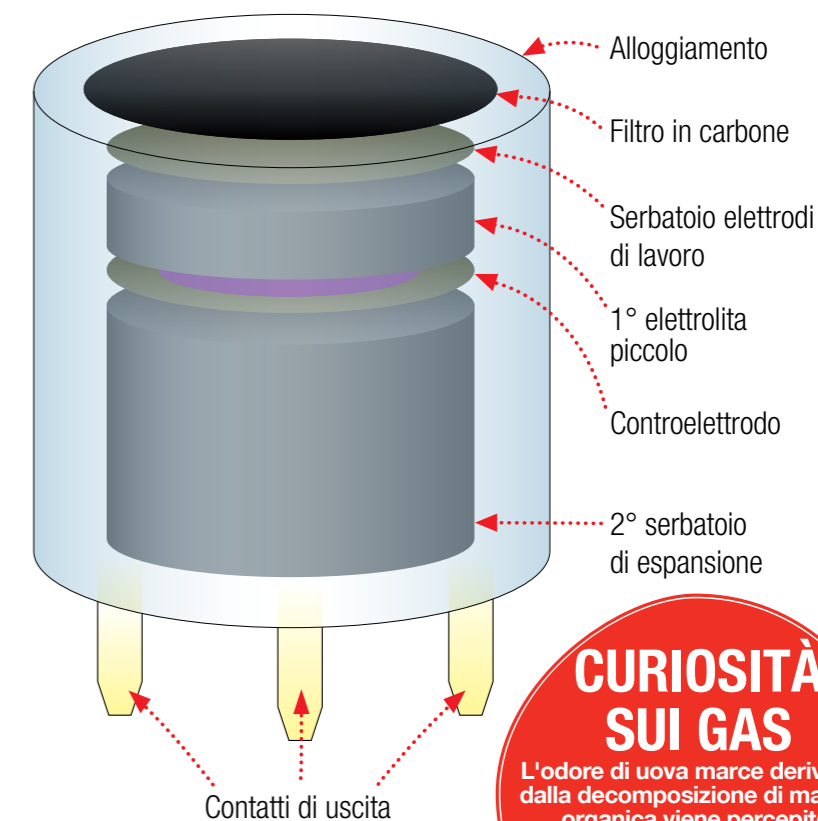
In commercio esistono numerosi modelli di celle elettrochimiche, ma molti hanno in comune le seguenti caratteristiche:

Tre elettrodi a diffusione attiva di gas sono immersi in un elettrolita comune, spesso una soluzione concentrata acquosa acida o salina, per garantire una conduzione efficiente degli ioni tra gli elettrodi di lavoro e i contro-elettrodi.

A seconda del tipo di cella, il gas target viene ossidato o ridotto sulla superficie dell'elettrodo di lavoro. Questa reazione altera il potenziale dell'elettrodo di lavoro relativamente all'elettrodo di riferimento. La principale funzione del circuito elettronico di comando collegato alla cella è minimizzare la differenza di potenziale facendo passare la corrente tra gli elettrodi di lavoro e i contro-elettrodi, con la corrente misurata proporzionale alla concentrazione del gas target. Il gas entra nella cella mediante una barriera di diffusione esterna che è porosa per i gas, ma impermeabile ai liquidi. Molti modelli includono una barriera di diffusione capillare per limitare la quantità di gas che entra in contatto con l'elettrodo di lavoro, mantenendo così il funzionamento "amperometrico" della cella.

Per il corretto funzionamento di tutte le celle elettrochimiche è necessaria una minima concentrazione di ossigeno; quindi, tali dispositivi risultano inappropriati per alcune applicazioni di monitoraggio dei processi. Benché l'elettrolita contenga una certa quantità di ossigeno disciolto, che consente il rilevamento a breve termine (minuti) del gas target in un ambiente privo di ossigeno, è fortemente consigliabile che il gas di taratura contenga aria come componente principale o diluente.

#### Modello Surecell™ brevettato con due serbatoi



#### CURIOSITÀ SUI GAS

L'odore di uova marce derivante dalla decomposizione di materia organica viene percepito dall'olfatto umano in presenza di solo 1 ppm di acido solfidrico nell'aria. 1000 ppm di H<sub>2</sub>S sono sufficienti per uccidere una persona.

La specificità rispetto al gas target si ottiene mediante l'ottimizzazione dell'elettrochimica (cioè della scelta del catalizzatore e dell'elettrolita), oppure inserendo nella cella filtri che assorbano fisicamente certe molecole del gas target interferente o che reagiscano chimicamente con esse in modo da aumentare la specificità rispetto al gas target. È importante consultare il manuale del prodotto per comprendere gli effetti dei potenziali gas interferenti sulla risposta della cella.

Poiché nelle celle elettrochimiche è necessario inserire elettroliti acquosi, il prodotto ottenuto sarà sensibile alle condizioni ambientali sia in termini di temperatura che di umidità. Per risolvere tale problema il sistema Surecell™ comprende due serbatoi di elettrolita che consentono di compensare gli incrementi

e le perdite di elettrolita che si verificano in ambienti con temperatura elevata e alto tasso di umidità o temperatura ridotta e basso tasso di umidità.

Normalmente la durata di un sensore a cella elettrochimica è garantita per 2 anni, ma in generale la vita utile effettiva risulta più lunga. Fanno eccezione i sensori per ossigeno, ammoniaca e acido cianidrico, in cui i componenti della cella vengono consumati per poter far funzionare il meccanismo di reazione necessario per il rilevamento. ■

## Principi di base della rilevazione (continua)

### Rilevazione a fotoionizzazione (PID)

Questo tipo di rilevazione viene spesso utilizzato in soluzioni portatili ed offre un monitoraggio estremamente sensibile di composti organici volatili (VOC) o altri gas che devono essere rilevati in piccolissime quantità, come ad esempio gli idrocarburi clorurati.

Un sensore PID ha una capacità di rilevamento fino a parti per miliardo (ppb), necessaria nel caso dei VOC che possono essere altamente tossici in quantità davvero minime.

Questo tipo di rilevazione utilizza fotoni ad alta energia, che di norma si trovano nello spettro dell'ultravioletto (UV), per dividere le molecole del gas in ioni a carica positiva. La luce UV, incontrando le molecole di gas, viene assorbita ionizzando le molecole. Ciò accade poiché la luce UV eccita le molecole, che perdono temporaneamente gli elettroni, con conseguente formazione di ioni a carica positiva. Questo processo fa sì che il gas si carichi elettricamente e la corrente che deriva dagli ioni caricati positivamente funge da segnale di uscita del rivelatore di gas. In altre

parole, quanto maggiore è la corrente elettrica tanto maggiore sarà la concentrazione del gas nell'ambiente, poiché una maggiore quantità di gas si lega a un maggior numero di ioni a carica positiva prodotti.

I rivelatori di gas PID sono molto diffusi grazie all'efficienza, alle funzioni di rilevamento di bassi tenori di gas e al costo contenuto (rispetto ad altri sistemi di rilevazione). Vedere *Rivelatori portatili di gas* a pagina 52 per informazioni più dettagliate sull'idoneità del rilevamento con sensori PID. ■

### Chemcassette®

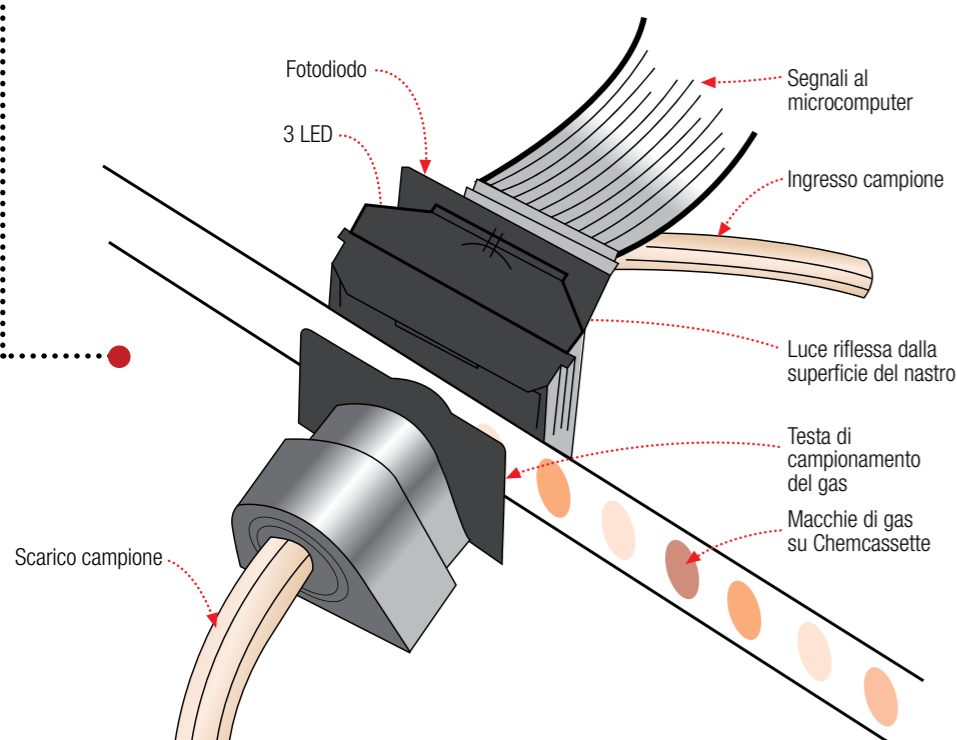
Chemcassette® si basa sull'utilizzo di una striscia assorbente di carta filtrante che funge da substrato di reazione secco. Questo substrato agisce come mezzo sia di raccolta che di analisi del gas e può essere utilizzato in modalità di funzionamento continuo. Il sistema si basa su tecniche di colorimetria classiche e presenta limiti di rilevazione estremamente bassi per ciascun gas. Può essere utilizzato

con ottimi risultati per una vasta gamma di sostanze altamente tossiche, compresi diisocianati, fosgene, cloro, fluoro e numerosi idruri gassosi utilizzati nella produzione di semiconduttori.

L'intensità della macchia viene misurata con un sistema elettro-ottico che riflette la luce dalla superficie del substrato alla fotocellula posizionata obliquamente rispetto

alla fonte luminosa. Quindi, via via che la macchia si sviluppa, la luce riflessa si attenua e la riduzione di intensità viene rilevata dal fotorivelatore sotto forma di segnale analogico. A questo punto, il segnale viene convertito in formato digitale e presentato come concentrazione di gas utilizzando una curva di taratura generata internamente e un libreria software appropriata. Le formulazioni di Chemcassette® costituiscono un sistema di rilevamento particolare che non è solo rapido, sensibile e specifico: si tratta infatti del solo sistema in grado di lasciare una traccia fisica (la macchia sul nastro della cassetta) della fuga o del rilascio di gas.

La specificità e la sensibilità di rilevamento si ottengono mediante l'impiego di reagenti chimici con formulazione speciale, che reagiscono unicamente con il/i gas campione. Le molecole del gas campione, quando vengono fatte passare attraverso la Chemcassette® con una pompa del vuoto, reagiscono con i reagenti chimici secchi e formano una macchia colorata specifica per quel determinato gas. L'intensità della macchia è proporzionale alla concentrazione del gas reagente: maggiore è la concentrazione del gas, più scura sarà la macchia. Regolando attentamente l'intervallo di campionamento e la portata con cui il campione viene a contatto con la Chemcassette® si possono raggiungere rapidamente livelli di rilevamento misurabili in parti per miliardo (cioè 10<sup>-9</sup>). ■



## Principi di base della rilevazione (continua)

### Confronto fra le diverse tecniche di rilevazione dei gas

Principio di rilevamento	Catalitico	ECC	IR puntuale	A percorso aperto	PID	Semiconduttori	Nastro di carta
Lavora in atmosfere inerti	No (richiede la presenza di ossigeno)	No (richiede la presenza di ossigeno)	Sì	Sì	Sì	No (richiede la presenza di ossigeno)	No (richiede la presenza di ossigeno)
Resistente all'avvelenamento	Soggetto all'azione di contaminanti come composti contenenti piombo e zolfo, vapori di silicene e fosfati	Sì	Sì	Sì	Sì	Soggetto all'azione di contaminanti come composti di alogenuri, vapori di silicene, liquidi acidi e caustici e vapori concentrati	Sì
Rileva idrogeno	Sì	Sì	No	No	No	No	No
Lavora con il 100% di umidità	Sì	Sì	Sì	Sì	No	Sì	No
Lavora in condizioni di pressione tipiche	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Lavora a tutte le temperature	Sì	No (alcuni modelli possono risultare instabili a basse e alte temperature)	Sì	Sì	Sì	No (alcuni modelli possono risultare compromessi sotto -40°C e sopra 90°C)	No (alcuni modelli possono risultare compromessi sotto 10°C e sopra 40°C)
Insensibile a polvere/sporcizia	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con custodia meteorologica e protezione parapolvere adeguate	Sì, con filtro e protezione parapolvere adeguati
Insensibile alla luce solare	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	No (deterioramento del nastro)
Lavora in atmosfera arricchita con O <sub>2</sub>	Sì	No (possibile alterazione di letture e risposta)	Sì	Sì	Sì	No (possibile alterazione di letture e risposta)	No (rilevamento di acidi minerali compromesso in atmosfere arricchite con ossigeno)
Insensibile alle interferenze umane	No	No	No	No (ad es. cattivo allineamento)	No	No	No
Velocità di risposta	<20 sec	<30 sec (tipica)	<6,5 sec	<3-5 sec	<5 sec	<60 sec	<10-30 sec
Requisiti di manutenzione	Elevati	Elevati	Bassi	Bassi	Elevati	Elevati	Elevati

# 11 Selezione dei sistemi di rilevazione dei gas

**Molti rivelatori di gas presenti sul mercato sembrano uguali tra loro, ma guardandone più attentamente le specifiche tecniche, le funzioni e le caratteristiche è possibile scoprire grandi differenze nelle loro capacità e nei potenziali vantaggi che sono in grado di offrire. Analogamente, anche le specifiche applicazioni sono uniche a livello di design, esigenze e processi svolti.**

## Conoscere i rischi del sito

**P**rima di iniziare a prendere in esame le apparecchiature di rilevazione dei gas occorre eseguire una valutazione dei rischi. Tutte le società in cui opera personale sono obbligate ad eseguire valutazioni dei rischi per identificare potenziali pericoli, tra cui gas, vapori o carenza di ossigeno. In caso di identificazione di pericoli di questo tipo è consigliabile applicare un metodo per ridurre i rischi con l'impiego di rivelatori di gas.

## Individuare l'obiettivo principale

A seconda delle lavorazioni svolte e dei gas da rilevare, la gestione della documentazione in materia di salute e sicurezza può anche richiedere la notifica allarmi a distanza o in altra sede, e la registrazione/rendicontazione dei dati di eventi. Anche la conformità normativa o le condizioni di una polizza assicurativa possono richiedere funzioni di rendicontazione più complete e approfondite.

Conoscere l'obiettivo principale e i motivi che spingono all'acquisto di questi strumenti è il primo passo verso la scelta della soluzione migliore.

## Porre le domande giuste

Dopo aver individuato l'obiettivo principale, per scegliere lo strumento adatto è necessario porre alcune domande chiave, che si possono dividere in tre ampie categorie:

- Gas da rilevare e loro provenienza
- Luogo e condizioni ambientali in cui deve avvenire la rilevazione
- Semplicità d'uso per operatori e addetti alla manutenzione di routine

Le risposte a queste domande influiranno direttamente sulla soluzione proposta e sui costi da sostenere per la fornitura e la manutenzione delle apparecchiature.

## Gas da rilevare e loro provenienza

I gas da rilevare vengono individuati con la valutazione dei rischi, anche se spesso gli esperti nella produzione di rivelatori di gas e i distributori autorizzati possono offrire un valido aiuto in questa fase, grazie alla loro esperienza in applicazioni simili. È tuttavia importante sottolineare che l'individuazione dei potenziali rischi ricade sotto la responsabilità dell'utente finale.

Chi vende rivelatori di gas usa dati documentati per distinguere tra gas infiammabili, tossici o asfissianti e per individuarne i livelli di rischio. Una soluzione di rilevazione gas ideale deve tendere a segnalare l'allarme prima che la concentrazione della sostanza raggiunga livelli pericolosi. Dagli stessi dati documentati è possibile sapere se un gas o un vapore è più leggero o pesante dell'aria, per scegliere di conseguenza la miglior collocazione dei sensori nei punti di rilevamento.

È altrettanto essenziale individuare le potenziali sorgenti di fughe di gas, per determinare la quantità e la posizione dei rivelatori necessari a formare un sistema di rilevamento fisso.

Quando la sorgente della fuoriuscita di gas è nota, i rivelatori portatili per uso personale rappresentano senz'altro la scelta più idonea.

Alcune tra le sorgenti di gas più comuni:

- Sorgenti naturali (ad es. metano e acido solfidrico provenienti dalla decomposizione dei rifiuti)
- Fughe da condotte di alimentazione o serbatoi di stoccaggio (ad es. condotte per la fornitura di gas naturale)
- Emissioni da processi di combustione (ad es. monossido di carbonio emesso da auto o canne fumarie)
- Emissioni da processi produttivi (ad es. solventi utilizzati in tipografia e verniciatura)
- Emissioni da impianti di produzione (ad es. ammoniaca da impianti di refrigerazione o azoto da impianti di alimentazione di azoto)



## Tenere conto delle condizioni ambientali

Le condizioni ambientali influiscono sulle prestazioni, la precisione e l'affidabilità di qualsiasi rivelatore di gas. Temperatura, umidità e livelli di pressione concorrono ad orientare la scelta dell'apparecchiatura più idonea al sito di installazione. Anche altri fattori, come le potenziali variazioni che derivano dal processo di produzione stesso, dalle differenze tra giorno e notte e dai mutamenti stagionali possono contribuire a guidare l'utente nella scelta dello strumento più adatto. La struttura del dispositivo può variare notevolmente a seconda che si preveda di usarlo al chiuso o all'aperto. Ad esempio, un'installazione all'aperto in una zona esposta a vento, pioggia e nebbia salina richiede strumenti che possano resistere ad atmosfere corrosive di questo tipo. Anche se di solito gli ambienti chiusi richiedono custodie meno resistenti, occorre prestare particolare attenzione nelle zone sottoposte a lavaggi frequenti. In presenza di acqua, umidità, polvere e sporco abbondanti è importante che il dispositivo sia protetto dall'ingresso di acqua e sporcizia. Vedere *Grado di protezione degli involucri* a pagina 92 per informazioni più dettagliate.

Oltre che dalle condizioni naturali, come quelle atmosferiche, l'ambiente può essere caratterizzato da altre sostanze che possono influire sul tipo di apparecchiatura scelto. Ad esempio alcuni elementi come l'acido solfidrico hanno proprietà corrosive, mentre altri composti sospesi in aria possono

interferire con il corretto funzionamento di alcune tecnologie di rilevamento, ad esempio il silicene avvelena gli strumenti a filamento catalitico.

Altrettanto importante è l'idoneità di un dispositivo all'impiego in zone pericolose specifiche. Le aree pericolose sono classificate in base alla probabilità percepita della presenza di gas. È fondamentale che un dispositivo non sia in grado di incendiare una nuvola di gas presente. Sulla base di queste considerazioni sono stati progettati dispositivi a sicurezza intrinseca (Ex ia/Ex ib) o antideflagranti (Ex d), che offrono maggiore sicurezza. Vedere *Classificazione delle aree* a pagina 86 per informazioni più dettagliate.

Un fornitore competente dispone di svariate tecnologie di rilevamento in funzione dell'applicazione prevista. Inoltre, le condizioni ambientali sono il punto di partenza per individuare la migliore configurazione meccanica della soluzione da proporre.

## Funzionalità del prodotto

In seguito occorre considerare le funzioni accessorie del prodotto. Aspetti quali la configurazione dei cablaggi sono importanti soprattutto quando il rivelatore si deve integrare in un'applicazione già esistente. Se il dispositivo deve far parte di un sistema di sicurezza separato possono essere necessari protocolli di comunicazione come HART®, Lonworks o Modbus®. Vedere *Protocolli di comunicazione* a pagina 48 per informazioni più dettagliate.

Occorre anche valutare in aggiunta le esigenze di visualizzazione sui trasmettitori e la configurazione locale dei display per unità e gas.

L'approccio alla funzionalità di un dispositivo deve essere di tipo olistico. I prodotti presentano numerose varianti e, come prevedibile, all'aumentare delle funzionalità salgono di conseguenza i costi. Anche in questo caso la collaborazione con uno specialista in rivelatori di gas può contribuire ad identificare le caratteristiche tecniche aggiuntive eventualmente utili. Elementi come i display locali, le interfacce locali, la compatibilità software, il numero di relè o uscite, la possibilità di montare i sensori a distanza, la diagnostica on-board, la possibilità di sostituire le cartucce a caldo e le funzioni di registrazione eventi offrono all'utente ulteriori vantaggi e rendono un prodotto più adatto di un altro.

## Semplicità d'uso per operatori e addetti alla manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria è un altro elemento importante. Alcuni gas e vapori si possono rilevare con diverse tecnologie (ad es. gas idrocarburici con filamenti catalitici o infrarosso non dispersivo (NDIR)). I filamenti catalitici non garantiscono un funzionamento intrinsecamente sicuro (Fail Safe), e per questo richiedono frequenti interventi di manutenzione ordinaria; le soluzioni NDIR, invece, hanno un costo iniziale più elevato ma richiedono meno manutenzione. Occorre individuare le risorse interne da dedicare alle attività di manutenzione ordinaria; in mancanza di tali risorse, per la scelta dei dispositivi più idonei è essenziale calcolare i costi legati ad eventuali contratti di manutenzione con fornitori esterni.

L'impossibilità di usare il sistema di rilevamento durante la sostituzione ordinaria dei sensori può portare a perdite di produzione. Nei casi in cui questa eventualità rappresenta un problema è opportuno adottare soluzioni in grado di offrire un metodo di sostituzione rapido, semplice e sicuro, che non richieda di spegnere il sistema o l'impianto.

Un buon fornitore di strumenti per il rilevamento dei gas deve offrire un ampio ventaglio di servizi di manutenzione. Vedere *Manutenzione e cura continua dei sistemi di rilevamento dei gas* a pagina 106 per informazioni dettagliate su questo argomento. ■



# Incrementare al massimo tempo ed efficienza

**Il concetto di funzionalità "intelligente" può avere significati diversi a seconda del destinatario e include molto più delle sole caratteristiche e dell'intelligenza integrata nel dispositivo. Le soluzioni più intelligenti sono quelle che creano efficienza e risparmi per l'intera vita del prodotto.**

I dispositivi dotati di firmware vengono spesso considerati "più intelligenti" dei tradizionali sistemi analogici poiché sono in grado di effettuare autodiagnosi, migliorare l'accuratezza ed eventualmente ridurre il tempo necessario per la taratura o la manutenzione del dispositivo. Oggi più che mai le aziende sono preoccupate di ridurre i costi e incrementare al massimo l'efficienza: la scelta di una soluzione intelligente può determinare risparmi notevoli sull'intera vita di un prodotto.

Non necessariamente però un dispositivo può far risparmiare solo se è dotato di intelligenza integrata. La valutazione di prodotti è corretta solo se eseguita nel contesto dell'impiego che ne verrà fatto e nel luogo in cui verranno collocati. In altre parole, l'applicazione stessa,

fattori ambientali ed altri elementi con cui il dispositivo potrebbe venire a contatto determineranno se un dispositivo costituisce davvero una scelta "intelligente". In alcuni casi, per una certa applicazione potrebbe essere meglio scegliere dispositivi non intelligenti, come evidenziato dalla linea netta che divide il settore petrolchimico mondiale, dove regioni diverse adottano tecnologie diverse.

La funzionalità non deve essere necessariamente intelligente per servire davvero. I dispositivi della gamma Sensepoint XCD di Honeywell Analytics sono dotati di un display a tre colori che indica immediatamente lo stato dell'unità anche a distanza. Il verde segnala condizioni di funzionamento normali, il

giallo uno stato di guasto e il rosso un allarme. Sebbene siano molti i modelli sul mercato che offrono display LCD a tre colori, gli strumenti della gamma Sensepoint XCD hanno uno schermo a colori luminoso, facile da leggere anche a distanza. Un esempio del risparmio in cui si potrebbe tradurre questa funzionalità è il seguente: prendiamo in esame un impianto in cui siano installati dispositivi per il monitoraggio dei pericoli legati ai gas che trasmettono informazioni a un PLC. In caso di pericolo, il tecnico preposto alla manutenzione deve accedere all'area e individuare il sensore che sta emettendo il segnale di allarme o di guasto. Se l'impianto è grande ed è dotato di numerosi punti di rilevamento, questa operazione potrebbe richiedere del tempo.



Con Sensepoint XCD il dispositivo in stato di allarme o guasto è chiaramente visibile sullo schermo luminoso e il tecnico può accedere immediatamente all'unità, mentre la semplicità del codice a colori consente di visualizzare lo stato del dispositivo con una sola occhiata.

Aspetti come il display a tre colori di Sensepoint XCD non sono "intelligenti" di per sé, ma, come dimostra l'esempio, possono avere un impatto in termini di risparmio di tempi e costi che li rende "più intelligenti" di altre soluzioni analoghe. Inoltre il display rende superflua l'esigenza di installare spie di stato, riducendo ulteriormente i costi.

## Risparmiare tempo per risparmiare denaro

I sistemi più convenienti sono quelli che consentono un utilizzo semplice e rapido del dispositivo con un addestramento minimo. Anche una piccola diminuzione del tempo necessario per ogni dispositivo - basta qualche minuto - può significare risparmi notevoli, come dimostra il seguente esempio ipotetico: prendiamo un impianto con 100 dispositivi a filamento catalitico; se per ciascuna unità occorrono 10 minuti per controllo e taratura con una soluzione e 6 minuti con un'altra, 4 minuti in meno per dispositivo consentono di ottenere un risparmio del 37% sui costi di manodopera.

Prodotti come il Sensepoint XCD e il trasmettitore universale XNX di Honeywell Analytics offrono soluzioni di monitoraggio complete per gas infiammabili, tossici e ossigeno e sono inoltre dotati della stessa interfaccia e degli stessi metodi di taratura. Gli operatori non necessitano quindi di formazione specifica e separata per ciascun modello. Questo aspetto è particolarmente importante, poiché gli impianti si evolvono e i processi cambiano, richiedendo nuove soluzioni di rilevamento. L'impiego di questo tipo di dispositivi riduce al minimo l'addestramento e, considerando i costi di formazione, le spese di trasferta ed eventuali altri oneri derivanti da personale aggiuntivo necessario durante il periodo dei corsi, si possono ottenere risparmi davvero considerevoli.

Qualsiasi riduzione al minimo delle perdite produttive consente un risparmio di denaro. Prendiamo in esame un impianto che utilizzi un rivelatore a distanza di gas infiammabili Sensepoint XCD RFD per monitorare la presenza di gas metano in un ambiente potenzialmente pericoloso. La capacità del dispositivo di avvisare della necessità di manutenzione può contribuire a ridurre fastidiosi allarmi.

## Sensore intelligente e filosofie di taratura

Anche la facilità delle operazioni di taratura e sostituzione dei sensori può contribuire al risparmio, come dimostrano gli strumenti Apex di Honeywell Analytics, che utilizzano sensori intelligenti prearati plug & play con funzione di riconoscimento automatico. Questi sensori possono essere sostituiti on-site in appena un minuto.

Per sostituire 100 sensori Apex occorrerebbero quindi poco meno di due ore, mentre i sensori standard potrebbero richiedere fino a 20-30 minuti ciascuno per la sostituzione e la nuova taratura (equivalenti a 3,5 giorni di lavoro in più).

## Riflettere per risparmiare

Il modo di dire "tanto paghi, tanto ottieni" è spesso vero, nel senso che i dispositivi più intelligenti e quelli che offrono funzioni avanzate solitamente hanno un prezzo di vendita più alto. Tuttavia, tale investimento spesso viene recuperato ampiamente, come dimostrano i risparmi che la registrazione di dati automatica consente di ottenere sui costi di manodopera. Un'unità di controllo per gas e incendi con regolare registrazione automatica dei dati può costare, diciamo, 500 dollari in più rispetto ad un'unità priva di questa funzionalità. Tuttavia, se occorre registrare i dati ogni ora, nei siti in cui non è disponibile una funzione automatizzata sarà necessario assumere un tecnico che svolga manualmente questa mansione. Se per completare ogni verifica del registro dati sono necessari 15 minuti, questo significa che in una giornata di 16 ore (pari a due turni da otto ore) saranno necessarie 4 ore per svolgere i controlli necessari. Dopo un anno di utilizzo del dispositivo, l'acquirente avrà risparmiato circa 208 ore di lavoro.

Possiamo dire lo stesso di aspetti quali le piattaforme di comunicazione intelligenti come HART®, Modbus® e LonWorks®, che ottimizzano la comunicazione a due vie tra il dispositivo e il sistema di controllo. Una funzione di questo tipo offre potenzialmente numerosi vantaggi, come l'assistenza alle attività di manutenzione programmate, consentendo agli operatori di pianificare la manutenzione e migliorare l'efficienza garantendo i massimi tempi di attività delle apparecchiature. Per impianti che utilizzano un'infrastruttura a 4-20 mA, il protocollo HART® offre comunicazioni potenziate senza bisogno di cavi supplementari e, considerato che i cavi rappresentano la voce di costo più elevata, parliamo di un risparmio notevole. Vedere *Protocolli di comunicazione* a pagina 48 per informazioni più dettagliate.

È anche possibile ridurre il tempo sul campo dal momento che i dispositivi inibiti per consentire lo svolgimento delle operazioni non devono essere rimessi on line da un secondo dipendente nella sala di controllo, poiché possono essere impostati in modo da tornare on line automaticamente. Questa funzione è anche in grado di limitare i fastidiosi falsi allarmi che possono ripercuotersi negativamente sulla produzione di uno stabilimento.

## Il valore del design condiviso

Oggi i dispositivi vengono realizzati pensando non solo alla funzionalità, ma anche ad un approccio più intelligente al design; aspetti come strumenti e ricambi condivisi consentono alle aziende di ridurre il magazzino. In media il 2-5% degli ordini totali sono per scorte di magazzino supplementari. Le scorte di magazzino possono essere ridotte anche utilizzando dispositivi con design condiviso come il trasmettitore universale XNX. Grazie a questo tipo di strumenti il valore globale dei costi di sistema attribuibili alle scorte di magazzino può essere ridotto a un terzo di quello di un sistema convenzionale in cui vengono utilizzati trasmettitori di diverso tipo. Il risparmio nasce dal fatto che non è più necessario avere in carico ricambi diversi per i vari trasmettitori da installare.

Un altro aspetto vantaggioso dei dispositivi con design condiviso e interfacce utente intuitive è che riducono la possibilità di errori di configurazione o taratura, che potrebbero causare fastidiosi allarmi. Un solo allarme che causa l'arresto del processo per 60-90 minuti in un impianto che produce 1.000 barili di petrolio all'ora può significare una perdita produttiva di 1.500 barili.

## Un approccio caso per caso

I fattori locali e la configurazione dei singoli impianti avranno un peso consistente nel determinare se un dispositivo è più adatto di un altro in termini di risparmio di risorse. È importante scegliere un fornitore in grado di offrire più tecnologie e specifiche, che possa consigliare in maniera imparziale la scelta di una soluzione realmente adatta alle proprie esigenze, in base alle variabili individuali. ■

# Protocolli di comunicazione

La comunicazione è essenziale in tutti gli aspetti della vita e la rilevazione di gas non fa eccezione. L'applicazione di funzionalità di comunicazione ai dispositivi di campo intelligenti e alle tecnologie di monitoraggio dei processi può infatti incrementare la sicurezza nei luoghi di lavoro.

I sistemi di controllo della sicurezza hanno di norma un'organizzazione gerarchica su tre livelli principali hardware e software. Il livello più elevato è l'interfaccia uomo-macchina (HMI, Human Machine Interface), che è spesso una soluzione basata su PC. Grazie a questa interfaccia un operatore può interagire con il sistema e monitorarlo, utilizzando password protette che consentono la conferma e/o la modifica a seconda dei casi. Il secondo livello andando verso il basso è costituito dai controllori logici programmabili (PLC, Programmable Logic Controller). Questi permettono l'interfacciamento con l'HMI dei segnali analogici, digitali e bus. Il terzo livello è costituito dai dispositivi quali rivelatori di gas a infrarossi (IR), sensori di gas tossici, sensori di pressione e temperatura e dispositivi di campo per la misurazione della portata.

Il tipo di protocollo di comunicazione utilizzato dal sistema per l'interfacciamento tra il PLC e i dispositivi di campo determinerà il tipo di dati ottenibili da un dispositivo e la frequenza con cui questi dati possono essere trasmessi o ricevuti. Molti PLC usano un ingresso da 4-20 mA.

## Tipi di protocolli di comunicazione

Il concetto di associare il rilevamento dei gas a funzioni di comunicazione non è nuovo; fin dagli anni '80 infatti i rivelatori di gas utilizzano protocolli quali Foundation Fieldbus™, Modbus®, Profibus® e Highway Addressable Remote Transducer (HART®).

Dalla nascita dei protocolli di comunicazione sono emerse numerose varianti, tra cui Modbus®, il primo protocollo ad essere sviluppato nel 1979. Foundation Fieldbus™ è stato lanciato negli anni '80 e si è notevolmente diffuso negli USA. Profibus® è nato subito dopo come alternativa a Foundation Fieldbus™ e si è diffuso in Europa.

## HART® COMMUNICATION PROTOCOL

Oggi Foundation Fieldbus™ coesiste con Modbus®, Profibus® e Industrial Ethernet (una variante di Ethernet che offre funzioni potenziate di controllo dati e stabilità).

La varietà di opzioni disponibili è legata ai continui cambiamenti a livello di esigenze di comunicazione. Alcuni protocolli offrono una comunicazione peer to peer (come Foundation Fieldbus™), cioè il PLC riceve costantemente flussi di dati e può richiedere informazioni al dispositivo. Altri (come HART®) operano con un principio master-slave in cui i dati non vengono trasmessi in continuo e il PLC (che agisce da master) richiede le informazioni al dispositivo slave, che a sua volta invia i dati al PLC.

HART® opera in effetti con due funzioni master: un master primario (come un PLC o un DCS, sistema di controllo distribuito) e un master secondario (come un dispositivo portatile abilitato HART®). In questo modo l'utente ottiene maggiori vantaggi: ad esempio un operatore può uscire sul campo con un terminale portatile abilitato HART®, oppure può utilizzare un PLC/DCS ubicato in una sala di controllo o in un'altra area.

Modbus® RTU si è molto diffuso negli ultimi 20 anni grazie alla velocità di trasmissione dati e al meccanismo di verifica degli errori di cui è dotato, che garantisce l'affidabilità dei dati inviati e ricevuti, e continua ad essere molto utilizzato grazie al protocollo Modbus® TCP/IP over Ethernet.

Honeywell Analytics ha lanciato nel 1985 il proprio sistema digitale di controllo e acquisizione dati, chiamato GDACS (Gas Data Acquisition and Control System), che utilizza un protocollo di proprietà esclusiva. Il sistema è stato creato per offrire sensibilità e maggior interazione agli utenti e il suo valore ha superato la prova del tempo. Infatti, oggi Honeywell Analytics offre ancora assistenza ai clienti con questo protocollo.

## Valore dei protocolli di comunicazione

I protocolli di comunicazione offrono numerosi vantaggi, migliorando la sicurezza, semplificando la manutenzione e riducendo i costi di esercizio:

- Consentono all'utente di accedere a informazioni dal dispositivo di campo intelligente (come letture di gas, livello di segnale, letture di valori grezzi del sensore e temperatura)
- Consentono all'utente di modificare la taratura e la configurazione del dispositivo
- Facilitano la manutenzione programmata e proattiva rispetto a quella e veicoli
- Riducono i costi di esercizio poiché la manutenzione proattiva è meno costosa di quella reattiva
- Riducono i costi di progettazione poiché grazie alla comunicazione con i dispositivi è possibile "conoscere prima di partire", ossia un tecnico può prepararsi in vista del lavoro da eseguire sul campo.



## Tendenze e diffusione di HART®

I protocolli di comunicazione operano in maniera leggermente diversa e per questo motivo offrono vantaggi e svantaggi gli uni rispetto agli altri. I protocolli di comunicazione peer to peer come Foundation Fieldbus™ richiedono più energia a causa della maggior quantità di dati costantemente trasmessi dal dispositivo al PLC, ma al contempo offrono il vantaggio supplementare di una comunicazione costante dal dispositivo di campo al PLC, essenziale per molti processi regolamentati.

HART® sta acquisendo sempre più popolarità come protocollo di comunicazione, grazie al fatto che comunica con una topologia di cablaggio analogico a 4-20 mA ben nota; il segnale HART® si sovrappone al segnale da 4-20 mA esistente e consente una comunicazione bidirezionale con la quale l'operatore ha la flessibilità necessaria per apportare modifiche al dispositivo con il segnale HART®. I costi infrastrutturali come il cablaggio sono tra gli aspetti più costosi di un impianto: questa capacità rende quindi HART® estremamente vantaggioso per molti stabilimenti. La sua crescente diffusione sottolinea l'ampia base di installato globale del cablaggio a 4-20 mA. Oggi è uno dei protocolli di comunicazione maggiormente adottati, infatti è utilizzato da circa 30 milioni di dispositivi in tutto il mondo.

Con HART® un PLC invia tre tipi di comandi: un comando universale per i dati, cui rispondono tutti i dispositivi di campo HART®, un comando di procedura comune, che molti dispositivi utilizzeranno, e un comando specifico e univoco per ogni dispositivo. Il costruttore di un dispositivo di campo abilitato HART® produce un file Device Description (DD) che consente all'utente di interagire direttamente con un dispositivo, ad esempio Searchpoint Optima Plus di Honeywell Analytics. In questo modo l'utente può interrogare il dispositivo per ottenere informazioni e procedure specifiche in un qualsiasi punto del circuito, utilizzando un sistema portatile abilitato HART® che include il file DD di Honeywell Analytics.

Il valore reale di HART® si manifesta nel contesto di un prodotto specifico come Searchpoint Optima Plus. In sostanza, sono due le aree principali per cui un sito può trarre vantaggio da HART®: messa in servizio/configurazione e manutenzione periodica/efficienza di esercizio.

## HART® e i dispositivi universali: una combinazione vincente

L'avvento dei dispositivi universali come il trasmettitore XNX di Honeywell Analytics è assolutamente in linea con le esigenze del mercato: l'obiettivo per la maggior parte degli utenti finali è infatti un dispositivo universale in grado di interfacciarsi con le varie tecnologie di rilevamento di gas on-site, fornendo una soluzione semplice e duratura ad esigenze in continuo cambiamento. In questo modo si riducono i costi e si semplificano notevolmente le operazioni.

Il trasmettitore universale XNX rappresenta una soluzione estremamente flessibile, configurabile per comunicare con l'intera gamma di tecnologie di rilevamento di gas di Honeywell Analytics (IR a percorso aperto, IR puntuale, sensori alta temperatura, cella elettrochimica e mV), fornendo un'unica soluzione di interfacciamento per il monitoraggio di sostanze infiammabili, tossiche e gas on-site. Il dispositivo offre inoltre numerosi segnali di uscita tra cui HART®, Foundation Fieldbus™, Modbus®, 4-20 mA e relè, con la flessibilità adatta a rispondere alle esigenze di svariati settori e applicazioni come piattaforme petrolifere e di estrazione di gas onshore e offshore, centrali elettriche ed impianti chimici e petrolchimici.

Combinando questo valore con i vantaggi apportati da HART® si possono ridurre ulteriormente i costi di esercizio della rilevazione dei gas. I dispositivi di campo universali abilitati HART®, come il trasmettitore universale XNX, avranno sicuramente una diffusione sempre maggiore grazie alle funzionalità e al potenziale di risparmio che li caratterizzano. ■

## CURIOSITÀ SUI GAS

L'atmosfera terrestre contiene diciassette gas diversi. Solo ossigeno e azoto sono presenti a concentrazioni elevate, rispettivamente 20,9476% e 78,084%.

# Strumenti fissi per il rilevamento di gas da Honeywell

Honeywell Analytics produce un'ampia gamma di rivelatori per gas infiammabili, tossici e ossigeno adatti a qualsiasi applicazione industriale: dalle versioni a basso costo per garantire la conformità alle normative fino alle soluzioni avanzate studiate per ridurre al minimo la manutenzione e portare i tempi di operatività ai massimi livelli.

## Honeywell Analytics Experts in Gas Detection

### Rivelatori di gas fissi (infiammabili e tossici)

#### Trasmittitore universale XNX



Trasmittitore universale compatibile con tutte le tecnologie di rilevamento di gas Honeywell Analytics

#### Serie 3000 MkII e MkIII



Rivelatori di gas tossici e ossigeno alimentati da circuito bipolare per atmosfere potenzialmente esplosive

#### Sensepoint XCD RFD



Trasmittitore per gas infiammabili da utilizzare con sensori per gas infiammabili montati a distanza

#### Sensepoint XCD RTD



Trasmittitore di gas per sensori di gas tossici e ossigeno a montaggio diretto o a distanza

#### Sensepoint XCD



Trasmittitore di gas infiammabili, tossici e ossigeno e sensore dotato di display a tre colori per visualizzare lo stato a distanza

#### Searchline Excel



Rivelatore IR a percorso aperto di fama mondiale dotato di monitoraggio dinamico con un range di 200 metri

#### Apex



Rivelatore di gas tossici e infiammabili ad alte prestazioni, con la possibilità di selezionare le piattaforme di comunicazione

#### Searchpoint Optima Plus



Rivelatore puntuale IR leader del mercato compatibile con 100 gas. Uscita opzionale a 4-20 mA per la comunicazione HART®

#### Gamma Signalpoint



Rivelatori economici per gas infiammabili, tossici e ossigeno

#### Signalpoint Pro



Gamma economica di rivelatori di gas infiammabili, tossici e ossigeno con display integrato per la lettura della concentrazione

#### Gamma Sensepoint



Rivelatori di gas infiammabili, tossici e ossigeno convenienti e certificati ATEX

#### Sensore per alta temperatura Sensepoint



Ideale per gas combustibili in aree a temperatura elevata

### Rivelatori di gas fissi (gas tossici)

#### Vertex M



Sistema di rilevamento di gas tossici a 8-24 punti con evidenza fisica delle dispersioni. Ottimo rapporto qualità/prezzo

#### Vertex™



Dispositivo flessibile in grado di monitorare in continuo fino a 72 punti

#### Midas®



Sistema di rilevamento sensibile che utilizza cartucce sensore intelligenti e protocollo Power over Ethernet (PoE)

#### Chemcassette®



Rilevamento di gas tossici senza taratura con prova fisica delle fughe di gas

#### Satellite XT



Rivelatore di gas piccolo e compatto con un'ampia gamma di sensori

#### Sat-Ex



Monitoraggio completo dei gas corrosivi, combustibili e tossici in atmosfere potenzialmente esplosive

#### Rivelatore a punto singolo SPM



Dispositivo a risposta rapida che rivela la presenza di gas tossici nell'ordine delle ppb, fornendo la prova fisica delle dispersioni

#### ACM 150 FT-IR



Sistema versatile e sensibile con fino a 40 punti di rilevamento per molti gas

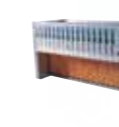
#### CM4



Monitoraggio continuo in quattro punti di rilevamento, a basso costo e con minime esigenze di manutenzione

### Controller

#### System 57



Controller ad alta precisione per segnali generati da gas tossici, infiammabili, ossigeno, fiamme, fumo e calore

#### Touchpoint 1



Controller per gas infiammabili, tossici e ossigeno, da utilizzare con i rivelatori di gas Sensepoint

#### Touchpoint 4



Controller per gas infiammabili, tossici e ossigeno, adatto alla gamma Sensepoint, con 4 punti di rilevamento

#### Unipoint



Controller montato su guida DIN che offre grande flessibilità a costi ridotti

# 15 Rivelatori di gas portatili

In genere sono disponibili due tipi di rivelatori di gas infiammabili e tossici: portatili, cioè che effettuano una lettura sul posto, e fissi, cioè posizionati in un luogo in modo permanente. Quale dei due tipi sia più adeguato per una determinata applicazione dipende da diversi fattori, tra cui la frequenza di accesso all'area da parte del personale, le condizioni del sito, la permanenza o transitorietà del pericolo, la frequenza con cui è necessario eseguire i test e infine la disponibilità economica.

**G**li strumenti portatili costituiscono probabilmente quasi la metà dei moderni rivelatori elettronici di gas attualmente in uso.

Nella maggior parte dei paesi le leggi ne prescrivono l'utilizzo a chiunque lavori in spazi ristretti come le fognature e i condotti telefonici ed elettrici sotterranei. Normalmente i rivelatori di gas portatili hanno dimensioni ridotte, sono resistenti, impermeabili e leggeri; inoltre, possono essere trasportati o attaccati a capi di vestiario in maniera estremamente semplice.

I rivelatori di gas portatili sono disponibili in versioni monogas o multigas. Quelli monogas contengono un sensore per la rilevazione di un gas specifico, mentre quelli multigas contengono fino a 6 diversi sensori (in genere per ossigeno, gas infiammabili, monossido di carbonio e acido solfidrico).

I prodotti vanno da semplici unità monouso dotate unicamente di funzioni di allarme a strumenti totalmente configurabili e revisionabili dotati di funzioni quali la registrazione dei dati, il campionamento mediante pompa interna, le procedure automatiche di taratura e la possibilità di collegamento ad altre unità.

I modelli più recenti di rivelatori di gas sono caratterizzati:

- dall'impiego di materiali più leggeri e robusti per la realizzazione
- dall'impiego di microprocessori a elevata potenza, con funzionalità avanzate come la registrazione di dati, l'auto-diagnosi ecc.
- dall'impiego di design modulari che semplificano la manutenzione di routine
- da nuovi tipi di batterie con tempi di esercizio più lunghi tra le ricariche e ingombri ridotti. ■

## CURIOSITÀ SUI GAS

Circa 250 milioni di anni fa, bolle di acido solfidrico liberatesi dal mare potrebbero aver causato un'estinzione globale di flora e fauna.



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Perché i rivelatori portatili di gas sono così importanti?

I rivelatori di gas portatili sono classificati come dispositivi di protezione individuale (DPI) per garantire la sicurezza del personale rispetto a gas pericolosi ed eseguire test in movimento di determinate aree prima di accedervi.

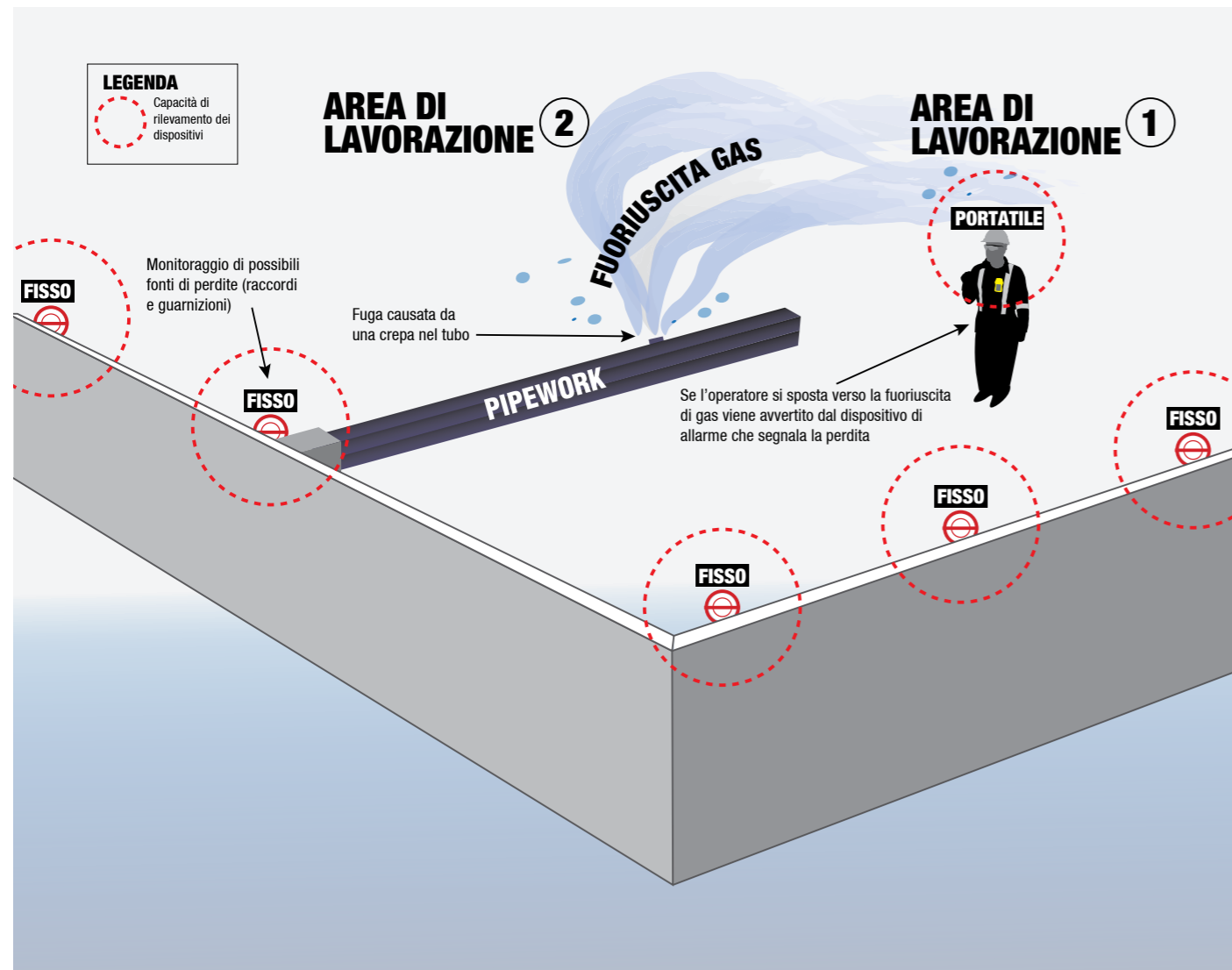
Questi dispositivi di piccole dimensioni sono fondamentali in molte aree in cui possono essere presenti gas pericolosi: sono infatti gli unici mezzi per monitorare in maniera continua la zona di respirazione di un operatore, sia fermo che in movimento.

Gli strumenti fissi, pur svolgendo una funzione di protezione, non possono spostarsi insieme all'operatore, che potrebbe quindi entrare in un'area esterna al perimetro di rilevamento del dispositivo fisso.

Molti impianti utilizzano dispositivi di rilevazione dei gas sia fissi che portatili, ma talvolta vengono impiegati solo quelli portatili.

Questa scelta può essere dettata dai seguenti motivi:

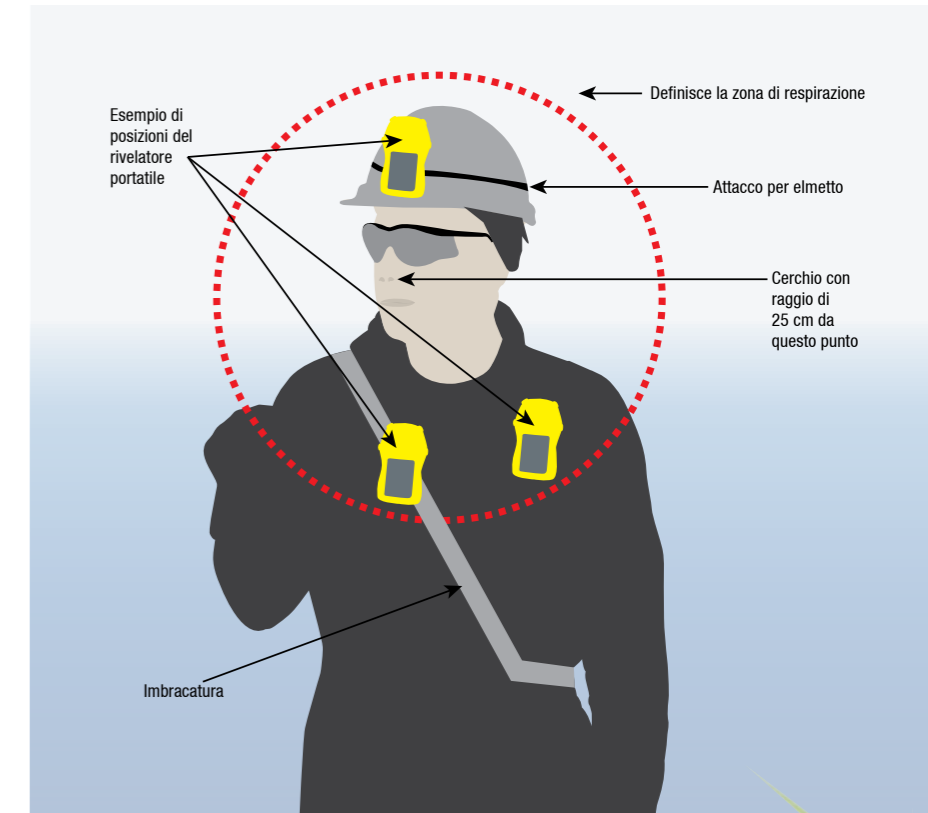
- Il personale non accede spesso all'area, quindi l'impiego di strumenti di rilevazione fissi sarebbe antieconomico
- L'area può essere di dimensioni ridotte o difficile da raggiungere, quindi non è possibile installare strumenti fissi
- L'applicazione per cui occorre la rilevazione può non essere fissa. Ad esempio, durante le operazioni di scarico di una nave cisterna contenente GNL, la banchina è fissa mentre la nave cisterna si sposta a causa del moto ondoso



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Zona di respirazione

La zona di respirazione viene definita come il cerchio con raggio di 25 cm intorno a naso e bocca di un operatore. Un dispositivo portatile può essere fissato in vari punti entro la zona di respirazione, ad esempio a giacche o taschini (ma mai all'interno di una tasca) oppure fermati con un'imbracatura o un attacco per elmetto. È fondamentale che il dispositivo sia ben fissato.



### Gas più comuni che richiedono strumenti portatili di rilevamento

Esistono vari ambienti ed applicazioni che richiedono il monitoraggio e la rilevazione di gas con strumenti portatili e sono numerosi i gas tossici e infiammabili che possono essere identificati.

I gas rilevati più comuni includono:

- Monossido di carbonio
- Anidride carbonica
- Acido solfidrico
- Carenza di ossigeno
- Gas infiammabili come metano, gas di petrolio liquefatto e gas naturale liquido
- Ammoniaca
- Biossido di zolfo
- Cloro
- Biossido di cloro
- Protossido di azoto
- Biossido di azoto
- Fosfina
- Acido cianidrico
- Ozono
- Vari composti organici volatili (VOC) tra cui acetone, benzene, toluene e xilene

Data la varietà di applicazioni e processi svolti i dispositivi portatili sono in grado di rilevare anche molti altri gas. Vedere *Applicazioni più comuni per i rivelatori portatili di gas* a pagina 60 per informazioni sui gas che si possono trovare in applicazioni specifiche.

### Potenziare la sicurezza con rivelatori portatili di gas

Leggi e normative sempre più rigorose, insieme a requisiti assicurativi in continua evoluzione, incrementano sempre più l'impiego di rivelatori di gas portatili in molti settori.

In molti impianti vi è una tendenza evidente a "potenziare la sicurezza" integrando strumenti portatili per la rilevazione di gas on-site.

Oltre ai requisiti di legge (laddove la conformità è obbligatoria), molti impianti scelgono anche di implementare norme specifiche, ad esempio l'esecuzione di test funzionali su un rivelatore portatile prima che venga utilizzato. Vedere *Manutenzione dei sistemi portatili di rilevamento gas* a pagina 72 per maggiori informazioni sulla verifica dei dispositivi.



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Tipi di rivelatori di gas portatili

Esistono due tipologie principali di rivelatori portatili:

- **Monogas:** dispositivi progettati per rilevare un solo gas
- **Multigas:** dispositivi in grado di rilevare più gas. Le varianti vanno di norma da 4 fino a 6 gas ed utilizzano diversi principi di rilevamento nella stessa unità

Per quanto riguarda il funzionamento e la manutenzione dei dispositivi, i rivelatori portatili ricadono in due ulteriori gruppi:

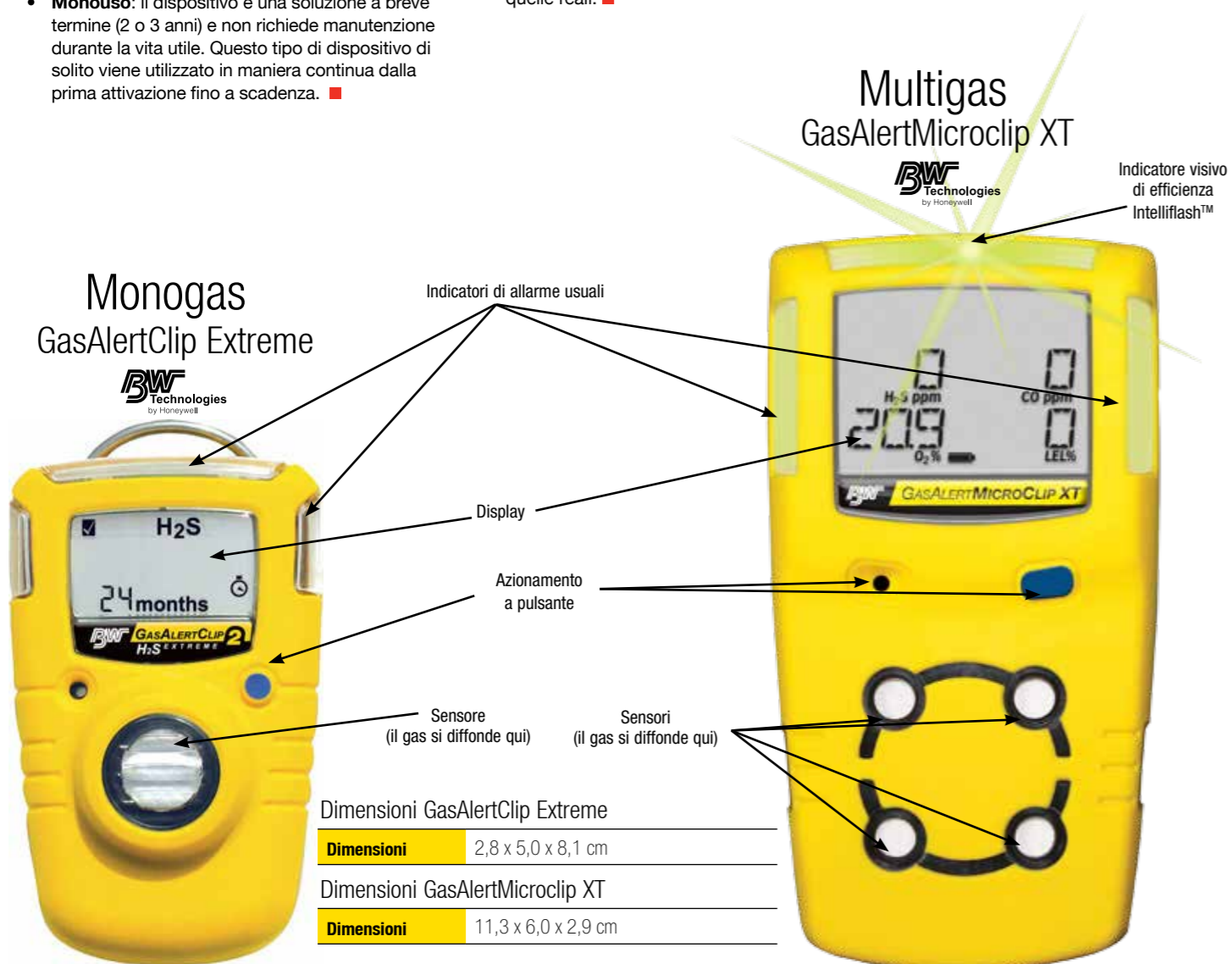
- **Riparabili:** il dispositivo è una soluzione a lungo termine, che richiede interventi di manutenzione regolari che l'operatore può scegliere di eseguire in sede o rivolgendosi a un fornitore di servizi esterno
- **Monouso:** il dispositivo è una soluzione a breve termine (2 o 3 anni) e non richiede manutenzione durante la vita utile. Questo tipo di dispositivo di solito viene utilizzato in maniera continua dalla prima attivazione fino a scadenza. ■

### Modalità operative di un rivelatore portatile di gas

I rivelatori portatili possono prelevare aria (campionamento) oppure diffondere aria nel sensore, a seconda delle esigenze dell'applicazione:

- **Diffusione:** è la modalità in cui il dispositivo portatile lavora per la maggior parte del tempo in cui viene utilizzato per il monitoraggio della zona di respirazione dell'operatore. Quando l'operatore accede ad un'area che contiene una concentrazione di gas, il gas deve raggiungere il sensore e diffondersi al suo interno affinché il rivelatore lo possa "vedere"
- **Campionamento:** una pompa motorizzata integrata o un kit di campionamento, con un aspiratore manuale, permette al dispositivo di prelevare l'aria ed inviarla al sensore. La capacità di campionamento dell'aria, manualmente o con una pompa motorizzata, è un aspetto critico a livello di sicurezza in caso di pericoli presenti nell'area: l'operatore infatti può controllare la presenza di gas prima di entrare e respirare l'aria.

La figura che segue mostra due esempi di soluzioni portatili BW Technologies by Honeywell, un dispositivo monogas monouso e un rivelatore multigas. Le dimensioni sono quelle reali. ■



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Caratteristiche e funzionalità

Data la diversità delle applicazioni e dei pericoli, le caratteristiche dei rivelatori portatili di gas variano notevolmente.

Le funzionalità/caratteristiche principali di un dispositivo portatile e i vantaggi che ne derivano sono riportati nella tabella che segue:



Aspetto	Descrizione	Vantaggi
<b>Display</b>	L'aggiunta di un display consente all'operatore di vedere i risultati di monitoraggio del rivelatore. Molti dispositivi sono dotati di un display in tempo reale, che visualizzano i valori relativi al gas ed altre icone di funzionamento.	La loro sicurezza è maggiore poiché un operatore vede aumentare il valore di un gas anche prima che suoni l'allarme. Il display garantisce inoltre tranquillità all'operatore grazie alla visualizzazione di icone di "corretto funzionamento" e all'indicazione dei gas rilevati e dei giorni rimanenti fino alla successiva taratura. Nei dispositivi monouso il display indica anche i mesi di funzionamento residui.
<b>Protezione del dispositivo (nota anche come protezione IP)</b>	Il grado di protezione IP (Ingress Protection) (per maggiori informazioni vedere pagina 92) e la resistenza agli urti di un dispositivo ne indicano l'idoneità all'uso in ambienti difficili dove possono trovarsi acqua, polvere, sporcizia e altri materiali.	Un dispositivo resistente agli urti e a prova di immersione rappresenta una soluzione di monitoraggio flessibile e adattabile a svariate esigenze on-site. Di fatto, applicazioni come il trattamento delle acque e le piattaforme offshore richiedono questo tipo di protezione, che contribuisce inoltre alla longevità del dispositivo.
<b>Azionamento a pulsante</b>	Alcuni dispositivi (inclusi quelli forniti da Honeywell) utilizzano un unico pulsante di grandi dimensioni che garantisce semplicità di interazione. Altri dispositivi possono avere più pulsanti.	Un unico pulsante di grandi dimensioni permette all'operatore di utilizzare il dispositivo con più facilità, senza doversi sfilare i guanti, con notevole risparmio in termini di tempo.
<b>Registrazione dati integrata</b>	Con la funzionalità di registrazione dati integrata qualsiasi evento (ad es. un allarme) viene salvato automaticamente nel dispositivo per essere scaricato successivamente ed utilizzato a scopo di segnalazione da un fleet manager portatile. La quantità di dati registrabili varia da dispositivo a dispositivo.	La registrazione dati automatica integrata consente di semplificare ed abbreviare la segnalazione di eventi. Va anche ricordato che molte compagnie di assicurazione richiedono segnalazioni dettagliate.
<b>Prestazioni della batteria</b>	Il tipo di batteria, la durata e il tempo di ricarica possono variare notevolmente da un dispositivo all'altro.	Una batteria ad alte prestazioni e a ricarica rapida può garantire la flessibilità per coprire turni lunghi o multipli senza necessità di ricarica. Un ciclo di ricarica più breve riduce inoltre il numero di dispositivi portatili necessari in loco e il consumo di corrente per la ricarica.
<b>Tipi di integrazione dei sensori</b>	In alcuni dispositivi i singoli sensori possono essere inseriti o rimossi, mentre altri dispongono di una cartuccia sensore integrata.	Entrambe le possibilità hanno i loro vantaggi: la prima garantisce flessibilità grazie alla possibilità di sostituire un sensore senza toccare gli altri. Una cartuccia sensore integrata è invece un componente che si sostituisce in modo semplice e rapido per ridurre tempi e costi di manutenzione generali.
<b>Pompa di campionamento motorizzata</b>	Con una pompa motorizzata un dispositivo preleva aria da un'area a rischio di esplosione senza accedervi. Alcuni dispositivi sono dotati di pompe motorizzate integrate, altri no.	Gli spazi ristretti devono essere controllati prima dell'accesso. Utilizzando un dispositivo che può passare dalla modalità diffusione al campionamento si risparmia tempo rispetto ad un kit di campionamento manuale da montare sul dispositivo. Con una pompa motorizzata si regola inoltre il flusso dell'aria.
<b>Allarmi</b>	La maggior parte dei dispositivi dispone di allarmi visivi, acustici e a vibrazione per avvertire gli operatori della presenza di pericoli.	È essenziale per un dispositivo attirare l'attenzione, anche in aree ad alta rumorosità, quindi l'impiego di tipi diversi allarme contribuisce a garantire l'effettiva segnalazione dell'evento. I rivelatori portatili di gas Honeywell dispongono di allarmi molto luminosi e ad ampia visibilità, supportati da allarmi acustici e a vibrazione che richiamano l'attenzione in qualsiasi tipo di applicazione.
<b>Indicatori visivi di conformità</b>	Alcuni dispositivi, come quelli di BW Technologies by Honeywell, hanno in dotazione speciali LED che si spengono automaticamente quando occorre eseguire la taratura o il test funzionale.	Questi accorgimenti migliorano la sicurezza e sono di grande aiuto nelle attività di gestione della strumentazione, rendendo più semplice l'individuazione di dispositivi non conformi oppure segnalando agli operatori la necessità di eseguire la manutenzione del dispositivo in accordo con gli standard definiti.

## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Accessori

I rivelatori di gas portatili hanno in dotazione un'ampia gamma di accessori, suddivisi nelle seguenti categorie:

#### Accessori per il fissaggio

È essenziale che un rivelatore portatile sia sempre saldamente fissato all'interno della zona di respirazione. Molte operazioni richiedono l'uso di entrambe le mani ed esistono varie possibilità per fissare un'unità in maniera corretta e pratica.

- Cordini/tracolle di diverse lunghezze, che permettono all'operatore di indossare uno strumento portatile fissandolo intorno al collo
- Attacco per elmetti, che permette di fissare il dispositivo lateralmente su un elmetto
- Imbracature per fissare il dispositivo al petto o ad altre parti del corpo



#### Accessori per semplificare il campionamento dell'aria

In caso di potenziale presenza di un gas pericoloso in un'area in cui è previsto l'ingresso dell'operatore, occorre dapprima campionare l'aria con un kit o una pompa di prelievo. L'accesso all'area senza aver eseguito il test potrebbe avere conseguenze letali, soprattutto in presenza di gas altamente tossici. 1000 ppm di acido solfidrico, se inalate, sono sufficienti ad uccidere.

- Aspiratore manuale
- Sonda e tubi
- Cappuccio di prova (che consente di inviare al sensore solo l'aria campionata)
- Modulo pompa (un dispositivo che viene montato sui sensori dell'unità e consente il prelievo dell'aria)
- Honeywell produce kit di campionamento integrati e kit per ingresso in spazi ristretti a corredo dell'intera gamma di strumenti portatili per il rilevamento dei gas

#### Accessori per alimentazione e ricarica

Negli impianti con turni di lunghezza variabile è importante scegliere le soluzioni di alimentazione giuste per le diverse esigenze. A volte uno stesso dispositivo è condiviso da più operatori e può non esservi sempre tempo per la ricarica completa tra i diversi turni. I kit di ricarica per automobili e i caricatori da appoggio rappresentano soluzioni ideali per gli operatori che si spostano.

- Varie batterie, incluse batterie alcaline e o al litio
- Pacchi batterie ricaricabili
- Adattatori per veicoli
- Caricatori da appoggio



#### Accessori per la registrazione dati

Quando occorre registrare i dati direttamente su un PC o un laptop, i lettori USB semplificano ed accelerano le operazioni di download. Grazie alle schede multimediali è anche possibile salvare dati supplementari su dispositivi compatibili.

- Lettori USB per schede di memoria
- Schede multimediali



#### Accessori per la protezione dei dispositivi

Sebbene molte unità siano progettate per essere antiurto, una caduta accidentale può danneggiarle compromettendone la capacità di rilevamento dei gas e di reazione in caso di pericolo oppure limitandone la durata di esercizio e rendendone difficile la manutenzione periodica. Per le operazioni in luoghi a rischio si possono utilizzare protezioni aggiuntive.

- Guscio di protezione antiurto
- Fondina da trasporto
- Supporto per veicoli



## Rivelatori di gas portatili (continua)



### Allarmi e indicazione di stato

#### Tipi di allarme

Un rivelatore portatile di gas può essere configurato in modo da andare in allarme in varie condizioni, per avvertire gli operatori della presenza di determinati pericoli.

Lo scopo di un allarme è indicare la presenza di un pericolo imminente prima che diventi critico per la sicurezza o nocivo per la salute. Vedere pagina 21 per informazioni dettagliate sui *Limiti di esposizione sul luogo di lavoro (WEL)*.

- **Limite di esposizione a breve termine (STEL)** (durata 15 min.)
- **Limite di esposizione a lungo termine (LTEL)** (durata 8 h)
- **Allarme di livello basso:** definisce il setpoint di allarme basso
- **Allarme di livello alto:** definisce il setpoint di allarme alto

La maggior parte dei rivelatori portatili di gas dispone di allarmi acustici, visivi e a vibrazione per avvertire della presenza di una condizione di allarme anche in aree molto rumorose oppure quando lo strumento è fissato in un punto dove gli allarmi visivi non sono visibili (ad esempio su un elmetto).

Come già detto, un'unità portatile può essere utilizzata principalmente in due modi: per monitorare la zona di respirazione di un operatore (modalità diffusione) o per controllare preventivamente un'area prima che l'operatore acceda in un luogo che potrebbe contenere gas pericolosi.

Gli strumenti portatili assumono una particolare importanza in aree in cui sono presenti gas tossici cui gli operatori potrebbero essere esposti per periodi di tempo limitati e a concentrazioni limitate. Gli allarmi STEL e LTEL garantiscono questo tipo di protezione e avvertono l'operatore al raggiungimento dei massimi livelli di esposizione.

#### Il vantaggio di un'indicazione di stato visiva

La gamma BW Technologies by Honeywell offre inoltre un comodo indicatore visivo supplementare che può aumentare notevolmente la sicurezza on-site. IntelliFlash™ dispone di un LED di colore verde ben visibile, che indica la conformità del dispositivo agli standard definiti. Se la manutenzione non è corretta il LED IntelliFlash™ si spegne, segnalando così all'operatore e al fleet manager la non conformità del dispositivo. ■



## ■ Rivelatori di gas portatili (continua)

# Applicazioni più comuni per i rivelatori portatili di gas

### Spazi ristretti

Gli spazi ristretti sono presenti in numerosi settori ed applicazioni e rappresentano uno dei maggiori campi d'impiego per gli strumenti portatili di rilevazione gas. Uno spazio ristretto viene definito come:

1. Uno spazio con opportunità di ingresso/uscita limitate o ristrette
2. Uno spazio sufficientemente ampio per l'accesso e l'esecuzione di alcune operazioni
3. Uno spazio non destinato all'occupazione permanente da parte di un operatore
4. Uno spazio con scarsa ventilazione e potenziale accumulo di gas

Esistono due tipi di spazi ristretti:

- Uno spazio ristretto normale (non occorre autorizzazione all'accesso)
- Uno spazio ristretto che richiede autorizzazione all'accesso

Oltre ai criteri che definiscono la tipologia standard, uno spazio ristretto che richiede autorizzazione ha anche uno o più degli attributi che seguono:

- Contiene (o ha contenuto) un'atmosfera pericolosa
- Contiene un pericolo riconosciuto per la sicurezza
- Contiene materiale che potrebbe causare saturazione
- La struttura stessa dello spazio potrebbe intrappolare o causare asfissia all'operatore che vi accede

### Tipi di spazi ristretti

Gli spazi ristretti sono presenti in svariati settori ed applicazioni. Tra i tipi più comuni vanno menzionati:

- Pozzi
- Fossati
- Fogne e chiusini
- Fosse
- Caldaie
- Tunnel
- Serbatoi
- Piattaforme petrolifere (incluse navi cisterna)
- Condotte
- Container



## ■ Rivelatori di gas portatili (continua)

### Gas pericolosi in spazi ristretti

A seconda dell'applicazione, negli spazi ristretti è possibile registrare la presenza di svariati gas. L'atmosfera può contenere una miscela di gas tossici e infiammabili, con carenza di ossigeno: una situazione potenzialmente molto pericolosa: Ecco un elenco dei gas più comuni, seppur non tutti, che possono essere presenti:

- Ossigeno
- Monossido di carbonio
- Acido solfidrico
- Metano
- Ammoniaca
- Cloro
- Biossido di azoto
- Biossido di zolfo
- Acido cianidrico

Data la pericolosità degli spazi ristretti occorre applicare una procedura di monitoraggio con strumenti portatili suddivisa in due fasi, ovvero occorre dapprima controllare l'area e quindi effettuare un monitoraggio continuo dello spazio durante l'intera permanenza dell'operatore al suo interno.

### Controllo stratificato di spazi ristretti (fase 1)

Prima di entrare utilizzare un rivelatore portatile di gas corredato da accessori per l'accesso a spazi ristretti, ad es. aspiratori manuali (se non è disponibile una pompa di campionamento automatica integrata), e un tubo di campionamento con sonda. In questo modo l'operatore può rimanere all'esterno dello spazio pur prelevando aria dall'interno per analizzarla con il rivelatore portatile.

È essenziale campionare l'aria a vari livelli dal pavimento al soffitto, in quanto i gas più pesanti dell'aria si accumulano in basso mentre quelli più leggeri salgono verso l'alto.

- Prestare particolare attenzione a pavimenti o soffitti irregolari che potrebbero consentire la formazione di sacche di gas a concentrazione elevata
- Eseguire sempre il campionamento ad una certa distanza dall'apertura; l'eventuale ingresso di aria può causare errori di lettura e dati sul livello di ossigeno non accurati
- Una volta stabilita l'assenza di pericoli, è possibile accedere allo spazio ristretto



GasAlertQuattro



GasAlertMax XT II



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



PHD6™

### Successivo monitoraggio continuo (fase 2)

Anche se non vengono rilevati pericoli durante il controllo stratificato è fondamentale monitorare continuamente lo spazio ristretto per garantire che l'atmosfera rimanga sicura. Ricordare sempre che l'atmosfera può cambiare rapidamente in uno spazio ristretto.

- Utilizzare una soluzione portatile per il monitoraggio simultaneo di 4 gas; per la copertura di ulteriori pericoli si possono utilizzare dispositivi a 5 o 6 gas tra cui sensori PID (rilevamento a fotoionizzazione) per il rilevamento di bassi livelli di composti organici volatili (VOC). Ciò rende dispositivi come GasAlertMicro 5 di BW Technologies by Honeywell e PHD6™ di Honeywell soluzioni flessibili per l'impiego in tutti i tipi di spazi ristretti
- Scegliere un dispositivo con un sistema di fissaggio robusto (clip a coccodrillo o imbracatura) in modo da lasciare libere le mani per lo svolgimento del lavoro. Accertarsi che il rivelatore portatile di gas si trovi sempre in prossimità della zona di respirazione (a non più di 25 cm da bocca/naso)

- Collegare "a margherita" le unità portatili: un operatore rimane all'interno dello spazio ristretto mentre un secondo monitora i dati del primo da una posizione sicura su una seconda unità. Questa tecnica è particolarmente utile negli spazi ristretti con maggior potenziale di pericolo

### Monitoraggio di applicazioni in spazi ristretti

Dispositivi portatili per 4 gas come Impact Pro di Honeywell Analytics, GasAlertQuattro e GasAlertMicroClip XT di BW Technologies by Honeywell sono perfettamente adatti agli spazi più ristretti, ma con dispositivi per 5 gas come GasAlertMicro 5 di BW Technologies by Honeywell o a 6 gas come PHD6 di Honeywell

## Rivelatori di gas portatili (continua)



### Settore marittimo

I pericoli dei gas nel settore marittimo sono numerosi. Gas liquido, carburanti, sostanze chimiche e altri combustibili fossili possono esplodere, mentre l'uso di azoto o altri gas a scopo di inertizzazione comporta il pericolo di asfissia dovuto allo spostamento dell'ossigeno.

È inoltre importante conoscere i pericoli rappresentati da gas tossici come monossido di carbonio nei fumi di scarico o acido solfidrico derivante dalla decomposizione di composti organici presenti nell'acqua salmastra all'interno delle cisterne.

A causa dei continui spostamenti delle navi, è prevalente l'impiego di rivelatori portatili, più mobili e flessibili.

### Applicazioni marittime che richiedono rivelatori portatili

Le soluzioni di monitoraggio multigas portatili sono una componente essenziale dei DPI marittimi e offrono protezione in ambienti e con applicazioni di vario tipo:

- Protezione durante i rilievi degli spazi liberi in serbatoi e vani di carico
- Controllo preliminare all'ingresso e successivo monitoraggio in spazi ristretti
- Inertizzazione e spurgo
- Rilevamento di perdite

- Accesso a spazi ristretti, tra cui:
  - Sala compressori per navi da carico
  - Sala motori elettrici
  - Sala di comando per navi da carico (se non classificata a prova di gas)
  - Spazi ristretti quali stive e spazi interbarriera (tranne stive contenenti cisterne di carico di tipo C)
- Camere di compensazione
- Cappe di sfiato per bruciatori e tubazioni di alimentazione del gas per sale motori
- Lavori a caldo

### Pericoli derivanti dai gas in applicazioni marittime

- Sostanze infiammabili (vari combustibili infiammabili vengono spediti con navi cisterna, ad es. gas di petrolio liquefatto e gas naturale liquido)
- Monossido di carbonio
- Acido solfidrico
- Carenza di ossigeno (dovuta ad inertizzazione con azoto)

### Norme marittime:

Il settore marittimo è soggetto a normative severe a causa dei pericoli potenzialmente presenti; la giurisprudenza in materia fornisce linee guida in merito a particolari certificazioni necessarie per l'impiego di dispositivi portatili in applicazioni marittime:

- Negli Stati membri UE i rivelatori portatili di gas devono essere certificati ai sensi della direttiva MED relativa agli equipaggiamenti marittimi
- In alcuni porti e paesi del mondo si raccomanda vivamente l'impiego di rivelatori portatili certificati dal Registro navale americano (ABS)

### Monitoraggio di applicazioni marittime

Dispositivi come GasAlertQuattro di BW Technologies by Honeywell e Impact Pro di Honeywell Analytics, entrambi certificati MED e ABS, sono quindi ideali per il monitoraggio in applicazioni marittime.



GasAlertQuattro



Impact Pro



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Trattamento dell'acqua

Quello del trattamento dell'acqua è un settore molto vasto che comprende numerosi processi e aspetti, dalla produzione e distribuzione di acqua pulita alla raccolta, trattamento e smaltimento di acque reflue.

Oltre alla fornitura e al trattamento di acqua pulita per uso domestico, settori come quello della produzione di sostanze chimiche, dell'acciaio e della lavorazione di alimenti dispongono spesso di impianti di trattamento propri.

### Applicazioni di trattamento dell'acqua che richiedono strumenti portatili di rilevamento gas

- **Monitoraggio di impianti di purificazione**
  - Diverse sostanze chimiche tra cui cloro, biossido di zolfo e ammoniaca, vengono utilizzate per rimuovere dall'acqua le impurità. È essenziale avvalersi di rivelatori portatili multigas affidabili durante il processo di purificazione nonché per accedere o lavorare all'interno di camere di dosaggio in cui vengono usate sostanze chimiche come l'ammoniaca per depurare l'acqua. Può essere presente anche anidride carbonica, utilizzata per correggere il pH e abbassare l'acidità dell'acqua.
- **Monitoraggio di centrali elettriche**
  - Gli impianti di trattamento delle acque hanno di solito sistemi dedicati per la produzione di energia elettrica e il pompaggio. A questo scopo occorrono combustibili quali gasolio e gas, con pericoli derivanti dai gas infiammabili prodotti dal combustibile stesso e dai fumi di scarico (dove l'anidride carbonica è un sottoprodotto della combustione). Una soluzione portatile con monitoraggio di gas infiammabili in % LEL risulta essenziale per questo tipo di applicazione.

- **Digestori di acque sporche**
  - Il processo di decomposizione viene accelerato nei digestori, in cui i fanghi filtrati possono essere convertiti in una forma adatta allo smaltimento. A seconda del tipo di rifiuto, i digestori effettuano una decomposizione aerobica (in presenza di ossigeno) o anaerobica (senza la presenza di ossigeno). Metano e anidride carbonica sono prodotti secondari di questi processi di decomposizione che impongono l'uso di rivelatori portatili durante i lavori in prossimità dei digestori.

### Pericoli legati ai gas nelle applicazioni di trattamento dell'acqua

- Cloro
- Biossido di zolfo
- Anidride carbonica
- Gas di ammoniaca infiammabili (gas naturale liquido e gas di petrolio liquefatto)
- Biossido di azoto
- Ossigeno



GasAlertQuattro



GasAlertMicro 5



GasAlertMicroClip XT



Impact Pro



### Norme relative al trattamento dell'acqua:

Sono in vigore numerosi standard (nazionali e internazionali) che regolamentano il monitoraggio delle sostanze tossiche, infiammabili e corrosive utilizzate nel settore del trattamento dell'acqua. Per informazioni dettagliate sui requisiti di conformità per paesi UE ed extra-UE visitare i siti [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html) e [http://osha.europa.eu/en/good\\_practice/topics/dangerous\\_substances/oel/nomembers.stm/members.stm](http://osha.europa.eu/en/good_practice/topics/dangerous_substances/oel/nomembers.stm/members.stm).

### Monitoraggio di applicazioni per il trattamento dell'acqua

GasAlertQuattro, GasAlertMicroClip XT e GasAlertMicro 5 di BW Technologies by Honeywell e Impact Pro di Honeywell Analytics sono la risposta ideale ai requisiti di monitoraggio delle applicazioni di trattamento dell'acqua.

## Rivelatori di gas portatili (continua)



## Rivelatori di gas portatili (continua)



### Settore militare

La maggior parte del personale militare, indipendentemente dal paese in cui si trovi, deve utilizzare benzina, gasolio o cherosene per alimentare i veicoli di terra, le navi, i sottomarini, gli aeromobili e gli elicotteri. Le attività connesse con i carburanti nel settore militare presentano svariate situazioni che richiedono il rilevamento di gas con strumenti portatili.

Nel settore militare esistono specifici reparti dedicati alle attività connesse con i carburanti il cui scopo è gestirli e distribuirli a tutto il personale. Gli operatori militari infatti, dislocati in ogni parte del mondo, sono tra i principali utilizzatori di carburanti.

#### Applicazioni militari che richiedono strumenti portatili di rilevamento gas

- Serbatoi di stoccaggio
  - Pulizia dei serbatoi di stoccaggio
  - Ispezioni dei serbatoi di stoccaggio (in particolare delle zavorre in cui possono accumularsi acido solfidrico e monossido di carbonio)

- Pompaggio
- Riempimento dei serbatoi di stoccaggio
- Trasporto
- Distribuzione
- Gestione di tutti i carburanti connessi con qualsiasi attività
- Ingresso e ispezione in spazi ristretti
- Ispezione dei serbatoi dei velivoli
- Sottomarini (vedere oltre per informazioni più dettagliate)
- Monitoraggio nelle navi (vedere a destra in basso per informazioni più dettagliate)
- Manutenzione di motori e pompe

Oltre alle applicazioni indicate in precedenza, cura e attenzione particolari devono essere prestate alle applicazioni militari di ambito marittimo indicate di seguito:

- **Monitoraggio nei sottomarini:** all'interno dei sottomarini l'aria viene controllata mediante uno specifico analizzatore per assicurare che l'atmosfera si mantenga costante e per impedire l'accumulo di livelli pericolosi di monossido di carbonio e anidride carbonica. L'acido solfidrico è un rischio reale poiché le batterie che alimentano i sottomarini possono produrre idrogeno. Nei sottomarini possono inoltre trovarsi gas infiammabili

e di altra natura, come i composti organici volatili (VOC), pertanto è essenziale effettuare il monitoraggio anche di questi gas. Infine, anche la fossa settica presente in ogni sottomarino può rappresentare un rischio dovuto alla formazione di acido solfidrico.

Tra i punti da tenere assolutamente in considerazione durante il monitoraggio dei gas nei sottomarini ricordiamo di non usare sensori di monossido di carbonio per evitare problemi di sensibilità incrociata fra monossido di carbonio e acido solfidrico.

- **Monitoraggio nelle navi:** la presenza di acido solfidrico costituisce un pericolo vicino alle fosse settiche e anche in spazi ristretti, rendendo pertanto essenziale l'impiego di un rivelatore multigas portatile quando si opera in prossimità di tali luoghi.

Il monossido di carbonio rappresenta un pericolo all'interno delle sale macchine e nelle cucine, e può trovarsi anche al pari degli spazi ristretti. Le zavorre possono invece causare il rischio di carenza di ossigeno, al pari degli spazi ristretti. È importante poi ricordare come il ferro possa essere soggetto ad ossidazione ad opera

dell'ossigeno presente nell'atmosfera, provocando così la formazione di ossido di ferro, noto anche come ruggine. Ciò significa che potrebbe essere necessario rilevare anche la presenza di ossigeno; la ruggine può infatti ridurre i livelli di ossigeno nell'aria creando rischi di carenza. È infine probabile la presenza di pericoli connessi con composti organici volatili (VOC) e con gas infiammabili all'interno di sale macchine, nelle aree di stoccaggio dei carburanti e nei luoghi in cui i carburanti vengono utilizzati, rabboccati o movimentati.

#### Pericoli derivanti dai gas in applicazioni militari

- Gas infiammabili (varie miscele di cherosene per aviazione, gasolio e benzina)
- Monossido di carbonio
- Anidride carbonica
- Acido solfidrico
- Composti organici volatili
- Ossigeno

#### Monitoraggio dei carburanti nel settore militare

I robusti rivelatori multigas, capaci di combinare grande sensibilità e notevole facilità di impiego, rappresentano la soluzione ideale per qualunque applicazione connessa con i carburanti nel settore militare.

Tradizionalmente, per monitorare gli eventuali rischi associati ai gas nelle attività che coinvolgono carburanti, molte applicazioni militari prevedevano l'impiego di rivelatori portatili per 2, 3 o 4 gas (per individuare sostanze infiammabili, carenza di ossigeno, presenza di acido solfidrico e monossido di carbonio). In realtà è preferibile un dispositivo a 5 o 6 gas che fornisca una copertura totale contro tutti i pericoli legati ai gas presenti in applicazioni di rifornimento di carburanti.

I dispositivi come GasAlertMicro 5 PID di BW Technologies by Honeywell offrono una soluzione di monitoraggio più completa ed efficace per le applicazioni connesse con i carburanti nel settore militare, grazie alla loro capacità di rilevare i rischi associati a gas tossici ed esotici. È disponibile una versione specifica per il settore militare di GasAlertMicro 5 PID (con stazione di test automatica e vari accessori supplementari).



GasAlertMicro 5



PHD6™



Custodia da trasporto su misura

## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Risposta di emergenza HAZMAT (materiali pericolosi)

Incidenti e fughe di materiali pericolosi (HAZMAT) possono verificarsi in vari luoghi, ad esempio nell'industria, sulle strade o in mare durante il trasporto di materiali.

A seconda della natura della fuga, per isolare e rimuovere i materiali pericolosi potranno essere coinvolte varie squadre di emergenza, tra cui i vigili del fuoco.

Molti agenti chimici e composti sono classificati come HAZMAT a causa del rischio ad essi associato e dei potenziali danni alla vita organica e all'ambiente. Una risposta rapida e a sicurezza potenziata per la rimozione di HAZMAT è quindi essenziale per ridurre al minimo l'impatto di solidi, liquidi e gas pericolosi, e gli strumenti portatili per il rilevamento di gas rappresentano una parte indispensabile dei dispositivi di protezione individuale (DPI) utilizzati dalle squadre

d'intervento. I team di intervento possono includere vari enti, agenzie e gruppi, tra cui:

- Vigili del fuoco
- Polizia
- Squadre di intervento in caso di fuoriuscite
- Servizi di trasporto aereo

### Applicazioni HAZMAT che richiedono strumenti portatili di rilevamento gas

Va ricordato che ovunque possono accadere incidenti con materiali pericolosi, gli esempi che seguono sono però probabili applicazioni.

- Fuoriuscite di sostanze chimiche in autostrada
- Fuoriuscite di sostanze chimiche in mare
- Fughe accidentali in stabilimenti industriali
- Fuoriuscite di sostanze chimiche in corsi d'acqua
- Fughe in edifici o strutture commerciali
- Problemi strutturali con conseguenti fuoriuscite da condutture



### Pericoli derivanti dai gas in applicazioni HAZMAT

- Gas infiammabili tra cui gas naturale liquido, gas di petrolio liquefatto, greggio e metano
- Monossido di carbonio
- Anidride carbonica
- Acido solfidrico
- Biossido di zolfo
- Cloro
- Ossido d'azoto
- Biossido di azoto
- Ammoniaca
- Fosfina
- Acido cianidrico
- Vari composti organici volatili
- Ossigeno

### Monitoraggio degli interventi in caso di materiali pericolosi

Le squadre di emergenza possono avere a disposizione vari dispositivi utilizzabili in caso di eventi specifici, data l'ampia gamma di materiali classificati come pericolosi (HAZMAT). I rivelatori portatili per 4, 5 o 6 gas sono ideali per gli interventi di emergenza grazie alla loro flessibilità. I dispositivi come GasAlertQuattro (portatile per 4 gas), GasAlertMicroClip XT (portatile per 4 gas) e GasAlertMicro 5 PID (portatile per 5 gas) di BW Technologies by Honeywell, Impact Pro (portatile per 4 gas) di Honeywell Analytics e PHD6™ (6 gas) di Honeywell sono soluzioni ideali in presenza di materiali pericolosi.



GasAlertQuattro

GasAlertMicro 5

## Rivelatori di gas portatili (continua)



### Petrolio e gas (terminali offshore e onshore)

Gli strumenti portatili per il rilevamento di gas a sicurezza potenziata sono parte integrante dei dispositivi di protezione individuale (DPI) necessari per questi ambienti difficili, a causa delle atmosfere potenzialmente esplosive che si possono accumulare durante l'estrazione, il trasporto e la successiva raffinazione del greggio.

Le strutture galleggianti di estrazione, stoccaggio e ridistribuzione di prodotti petroliferi (FPSO) e le raffinerie sono classificate come impianti pericolosi di primo livello e i requisiti di riduzione dei rischi prevedono in parte l'impiego di rivelatori portatili.

Le applicazioni offshore sono spesso difficili da raggiungere e in caso di incidenti possono essere necessari salvataggi ed interventi di emergenza per via aerea, il che incrementa le esigenze di sicurezza. Esistono numerosi gas tossici e infiammabili pericolosi, ad esempio l'azoto utilizzato a scopo di inertizzazione che causa rischi di carenza di ossigeno. Questi luoghi di lavoro possono anche essere soggetti a condizioni atmosferiche avverse e spruzzi di acqua marina, che richiedono soluzioni robuste con protezione IP potenziata.

### Applicazioni per gas e petrolio che richiedono strumenti portatili per il rilevamento di gas

Sono numerose le applicazioni che richiedono sistemi portatili per il rilevamento di gas, ma le migliori pratiche raccomandano sempre l'impiego di un dispositivo portatile per il monitoraggio di acido solfidrico.

- Test ed accesso in spazi ristretti
- Inertizzazione di serbatoi di stoccaggio
- Estrazione di greggio dai fondali marini
- Operazioni in prossimità di depositi di stoccaggio
- Carico e scarico di materiali/liquidi infiammabili a scopo di trasporto
- Operazioni in prossimità di processi in raffinerie come cracking di idrocarburi
- Durante le verifiche di idoneità al lavoro e durante operazioni in aree controllate

### Pericoli dei gas in applicazioni per gas e petrolio

- Gas infiammabili tra cui gas naturale liquido, gas di petrolio liquefatto, greggio e metano
- Monossido di carbonio
- Acido solfidrico
- Anidride carbonica
- Biossido di zolfo
- Ammoniaca
- Biossido di azoto
- Ossigeno

### Monitoraggio di applicazioni per gas e petrolio

I rivelatori portatili per 4 gas con grado di protezione IP 66/67, come Impact Pro di Honeywell Analytics, GasAlertQuattro e GasAlertMicroClip XT di BW Technologies by Honeywell e MultiPro™ di Honeywell, sono la soluzione ideale per questo tipo di applicazioni. ■

Gli esempi che precedono illustrano alcune delle principali applicazioni dei sistemi di rilevamento dei gas portatili; se desiderate conoscere altre applicazioni visitate il sito [www.gasmonitors.com](http://www.gasmonitors.com) per le applicazioni relative ai prodotti portatili, e [www.honeywellanalytics.com](http://www.honeywellanalytics.com) per le applicazioni relative ai prodotti fissi.

## Rivelatori di gas portatili (continua)

# Informazioni sui rivelatori PID

### Misurazione di vapori di solventi, combustibili e VOC nell'ambiente di lavoro

I vapori derivanti da solventi, combustibili e altri composti organici volatili (VOC) sono estremamente diffusi in numerosi ambienti di lavoro. Moltissimi hanno limiti di esposizione professionale (OEL) sorprendentemente bassi. Per la maggior parte dei composti organici volatili è facile superare i limiti di esposizione relativi al contaminante tossico, e questo molto prima di raggiungere una concentrazione tale da permettere il rilevamento da parte di un rivelatore di gas combustibili.

Per misurare la concentrazione di questi contaminanti nell'aria esistono varie tecniche ed apparecchiature. Gli strumenti dotati di rivelatori PID rappresentano tuttavia in generale la scelta migliore per misurare i VOC alla concentrazione limite di esposizione. Indipendentemente dal tipo di strumento prescelto, è fondamentale che venga adeguatamente utilizzato e che i risultati vengano correttamente interpretati.

I composti organici volatili (VOC) sono composti organici caratterizzati dalla tendenza ad evaporare facilmente a temperatura ambiente. Tra le sostanze più comuni che contengono VOC vanno ricordati solventi, diluenti per vernici e solventi per unghie nonché i vapori derivanti da combustibili come benzina, gasolio, gasolio da riscaldamento, cherosene e carburante per jet. Nella categoria sono annoverate anche numerose sostanze tossiche specifiche come benzene, butadiene, esano, toluene, xilene e molte altre. La sempre maggiore consapevolezza della tossicità di questi contaminanti comuni ha portato a determinare limiti di esposizione inferiori e requisiti più rigorosi per la misurazione diretta di queste sostanze alle rispettive concentrazioni limite di esposizione. Gli strumenti dotati di rivelatori a fotoionizzazione vengono sempre più spesso utilizzati come tecniche di rilevamento per queste applicazioni.

I VOC presentano molte minacce potenziali nell'ambiente di lavoro. Molti dei vapori derivanti dai VOC sono più pesanti dell'aria e sono in grado di sostituirsi all'atmosfera in un ambiente chiuso o ristretto. La carenza di ossigeno è una delle principali cause di infortuni anche letali in spazi ristretti. Numerosi sono i verbali che descrivono esempi di incidenti letali causati da carenza di ossigeno, sostituito da vapori di VOC.

La maggior parte dei vapori di VOC sono infiammabili già a concentrazioni molto basse. Ad esempio i limiti inferiori di esplosività (LEL) di toluene ed esano sono solo dell'1,1% (11.000 ppm). A titolo di confronto, per raggiungere una concentrazione infiammabile

in aria è necessario il 5% in volume di metano (50.000 ppm). Poiché la maggior parte dei VOC produce vapori infiammabili, la tendenza in passato è stata di avvalersi di strumenti di misura per gas combustibili. Questi strumenti forniscono di norma letture in incrementi LEL percentuali, laddove 100% LEL indica una concentrazione di gas del tutto infiammabile. Gli allarmi di questi strumenti per gas combustibili vengono di solito impostati in modo da scattare se la concentrazione supera il 5% o il 10% LEL. Purtroppo la maggior parte dei VOC sono anche tossici, con valori di OEL (limite di esposizione professionale) di molto inferiori alla soglia di pericolosità del 5% o del 10% LEL per i gas combustibili. I limiti di esposizione ai gas tossici vengono superati molto prima di raggiungere la concentrazione di allarme LEL.

Lo scopo degli OEL è proteggere i lavoratori dagli effetti sulla salute derivanti dall'esposizione a sostanze pericolose. L'OEL è la concentrazione massima di un contaminante sospeso in aria a cui potrebbe essere esposto un lavoratore sprovvisto di protezioni nel corso delle attività svolte nel luogo di lavoro. Nel Regno Unito gli OEL sono elencati nelle norme EH40 in materia di limiti massimi di esposizione e norme per l'esposizione professionale. Nell'EH40 sono attualmente elencati i limiti di esposizione professionali applicabili per legge relativamente a circa 500 sostanze. I lavoratori non adeguatamente protetti non possono esporsi a concentrazioni superiori al limite per nessuna delle sostanze elencate. È responsabilità del datore di lavoro vigilare affinché questi limiti non vengano superati. In molti casi è lo strumento principale utilizzato per verificare il rispetto dell'OEL. Gli OEL vengono generalmente definiti in due modi: con un limite di esposizione a lungo termine (LTLEL) calcolato come media ponderata nel tempo (TWA) su 8 ore, e/o con un limite di esposizione a breve termine (STEL) che rappresenta la concentrazione massima ammissibile su un periodo di tempo più breve, di solito 10 o 15 minuti. I limiti di esposizione per gas e vapori sono di norma espressi in incrementi di parti per milione (ppm) o mg/m<sup>3</sup>. Il concetto di TWA si basa su una semplice media



## Rivelatori di gas portatili (continua)



dell'esposizione dei lavoratori in una giornata di 8 ore. La TWA consente escursioni oltre il limite solo se non superano lo STEL o il valore massimo e se vengono compensate da escursioni equivalenti al di sotto del limite. Per i vapori VOC senza STEL, a seconda della legislazione vigente, l'approccio generalmente consigliato è di limitare le escursioni oltre la TWA ad un massimo di due-cinque volte l'OEL con TWA di 8 ore, calcolando la media su un periodo di 10-15 minuti. La maggior parte degli strumenti a lettura diretta è munita di almeno tre allarmi separati per ciascun tipo di gas tossico misurato. Tipicamente uno strumento per la misurazione di gas tossici include un allarme TWA 8 ore, un allarme STEL e un allarme di massimo istantaneo (talvolta detto anche allarme di "picco") che viene attivato immediatamente al superamento della concentrazione indicata. Molti tra i produttori di rivelatori di gas impostano l'allarme di picco istantaneo iniziale al limite TWA 8 ore. Si tratta di un approccio estremamente prudente: sebbene infatti sia legalmente ammesso utilizzare questa concentrazione per 8 ore consecutive, la maggior parte degli strumenti per VOC a lettura diretta viene settata per far scattare l'allarme quando la concentrazione istantanea supera il limite TWA. Gli utenti possono naturalmente modificare le impostazioni di fabbrica per rispondere alle esigenze di programmi di monitoraggio specifici. Le sostanze tossiche sospese in aria sono di norma classificate in base alla capacità di causare effetti fisiologici sui

lavoratori esposti ad esse. I sintomi prodotti si suddividono in due tipologie: acuti e cronici. L'acido solfidrico (H<sub>2</sub>S) è un ottimo esempio di sostanza a tossicità acuta che è immediatamente letale a concentrazioni relativamente basse. L'esposizione a 1.000 ppm causa una rapida paralisi dell'apparato respiratorio, arresto cardiaco e morte in pochi minuti. Anche il monossido di carbonio (CO) ad alte concentrazioni (1.000 ppm) agisce rapidamente, ma non quanto l'acido solfidrico.

Mentre alcuni VOC mostrano una tossicità acuta a basse concentrazioni, molti hanno una tossicità cronica con sintomi che possono non manifestarsi per anni. L'esposizione può avvenire attraverso il contatto della pelle o degli occhi con goccioline di liquido o aerosol o tramite inalazione di vapori di VOC. L'inalazione può causare irritazione delle vie respiratorie (acuta o cronica) ed effetti sul sistema nervoso quali vertigini, mal di testa e altri sintomi neurologici a lungo termine. Tra questi ultimi si possono annoverare riduzione delle capacità cognitive, della memoria, dei tempi di reazione e della coordinazione mano-occhio e piede-occhio, insieme a disturbi dell'equilibrio e della deambulazione. L'esposizione può anche causare disturbi dell'umore, con sintomi comuni quali depressione, irritabilità e affaticamento. Gli effetti neurotossici periferici includono tremore e riduzione della motricità fine e grossolana. I composti organici volatili sono stati anche ritenuti responsabili di

danni nefrologici e immunologici, tra cui una maggior incidenza di tumori. Il benzene, un noto VOC tossico presente nella benzina, nel gasolio, nel carburante per jet e in altri prodotti chimici, è stato correlato a leucemia, anemia aplastica e mieloma multiplo (un tumore del sistema linfatico) indotti da agenti chimici. Vi sono quindi buone ragioni per cui i limiti di esposizione professionale ai vapori di VOC rimangano entro i valori fissati. Purtroppo, data la natura cronica o a lungo termine degli effetti fisiologici dell'esposizione, la tendenza in passato è stata di trascurarne la potenziale presenza nell'ambiente di lavoro a concentrazioni OEL.

### Misurazione in tempo reale dei vapori di composti organici volatili

Le tecniche comunemente utilizzate per misurare i vapori di VOC comprendono tubi colorimetrici, dosimetri a badge passivi (a diffusione), sistemi di campionamento con tubi di assorbimento, rivelatori di gas combustibili che utilizzano sensori catalitici "hot bead" per rilevare vapori in intervalli percentuali LEL o ppm, rivelatori a fotoionizzazione (PID), rivelatori a ionizzazione di fiamma (FID) e spettrofotometri a infrarossi.

## Rivelatori di gas portatili (continua)

Tutte queste tecniche sono utili o addirittura obbligatorie in talune applicazioni di monitoraggio specifiche. Questo articolo tratta tuttavia prevalentemente i tipi più diffusi ed utilizzati di strumenti portatili per la misurazione di VOC in applicazioni di sicurezza in ambito industriale: strumenti multisensore compatti provvisti di rivelatori di ossigeno, rivelatori di gas combustibili nel range LEL, rivelatori elettrochimici di sostanze tossiche o rivelatori a fotoionizzazione miniaturizzati (PID). I rivelatori di gas portatili possono essere dotati di svariati tipi di sensori. La tipologia di sensore utilizzato dipende dalla specifica sostanza o classe di contaminante oggetto di misurazione. Molti contaminanti tossici possono essere misurati con sensori elettrochimici specifici per una determinata

sostanza. Sono disponibili sensori a lettura diretta per acido solfidrico, monossido di carbonio, cloro, biossido di zolfo, ammoniaca, fosfina, idrogeno, acido cianidrico, biossido di azoto, ossido di azoto, biossido di cloro, biossido di etilene, ozono e altri.

Sebbene alcuni di questi presentino una sensibilità incrociata verso altre sostanze, l'interpretazione delle letture lascia ben poco spazio ai dubbi. Per rilevare la presenza di acido solfidrico va utilizzato un sensore di acido solfidrico. Per rilevare la presenza di fosfina va utilizzato un sensore di fosfina. In molti casi però, può non essere disponibile un sensore specifico.

I VOC hanno una buona rilevabilità, ma di norma solo con sensori ad ampio spettro. I sensori ad ampio spettro forniscono una lettura complessiva per una categoria generale o un gruppo di contaminanti correlati a livello chimico. Non sono però in grado di distinguere tra i diversi contaminanti che possono rilevare. Forniscono quindi una singola lettura globale di tutte le sostanze rilevabili presenti in un qualsiasi momento.

La tecnica più diffusa ed utilizzata per misurare gas combustibili e VOC continua ad essere quella che sfrutta sensori di tipo pellistor hot bead per gas combustibili. I sensori pellistor effettuano la rivelazione ossidando il gas su un bead o granulo attivo posto all'interno del sensore. L'ossidazione del gas provoca un riscaldamento del bead attivo che è proporzionale alla quantità di gas presente nell'atmosfera sottoposta a monitoraggio, e costituisce la base per la lettura dello strumento. Le letture della maggior parte degli strumenti di misurazione di gas combustibili sono in incrementi LEL percentuali, con un range totale da 0 a 100% LEL. Questi sensori vengono solitamente utilizzati per impostare un allarme di soglia di pericolo al 5% o al 10% della concentrazione LEL dei gas o vapori misurati. Le letture vengono visualizzate in incrementi di +1% LEL.

I sensori pellistor hot bead per gas combustibili non sono in grado di distinguere tra diversi tipi di gas combustibili. I sensori con lettura in incrementi LEL 1% sono eccellenti per gas e vapori analizzati principalmente o esclusivamente a livello di infiammabilità. Molti gas combustibili, il metano ad esempio, non hanno un limite di esposizione ammesso: per questi gas l'impiego di un sensore con letture in incrementi LEL percentuali rappresenta un'ottima soluzione. Molti altri vapori combustibili rientrano invece in una diversa categoria: ad esempio, sebbene i vapori di VOC siano misurabili con sensori hot bead, possono anche avere un OEL tale da richiedere interventi a concentrazioni molto più basse.

Un buon esempio in questo caso è l'esano. La maggior parte delle norme riconosciute a livello internazionale, come il valore di concentrazione massima della Repubblica Federale Tedesca (MAK), il valore limite di soglia (TLV<sup>®</sup>) della ACGIH<sup>®</sup> (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) e i livelli di esposizione raccomandati (REL) del NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) degli Stati Uniti, riportano un TWA 8 ore per l'esano pari a 50 ppm. Nel Regno Unito l'OEL per l'esano è ancora più basso.

## Rivelatori di gas portatili (continua)

Nella UE il limite massimo di esposizione a lungo termine (LTEL) per l'esano è solo di 20 ppm, calcolato come TWA 8 ore.

La concentrazione LEL per l'esano è dell'1,1%. Al di sotto dell'1,1% in volume la concentrazione di vapori di esano in aria è troppo bassa per creare una miscela infiammabile. Supponendo che l'allarme del sensore di gas combustibili sia impostato sul 10% LEL, con uno strumento di lettura opportunamente tarato, per far scattare l'allarme occorrerebbe una concentrazione pari a 10% di 1,1%, ossia dello 0,11% in volume di esano. Poiché l'1% in volume è pari a 10.000 parti per milione (ppm), ogni incremento LEL dell'1% per l'esano equivale a 110 ppm. Quindi, per far scattare un allarme settato alla soglia di pericolosità standard del 10% LEL, servirebbe una concentrazione di 1.100 ppm di esano. Anche se gli strumenti sono settati al 5% LEL, occorrerebbe comunque una concentrazione di 550 ppm per attivare l'allarme.

L'impiego di un rivelatore di gas combustibili per misurare i composti organici volatili presenta molti altri potenziali problemi. Innanzitutto, la maggior parte dei sensori di gas combustibili ha una bassa sensibilità verso le grandi molecole presenti nei carburanti, nei solventi e in altri VOC, con temperature di infiammabilità superiori ai 38°C. Ma anche quando l'intervallo di sensibilità di uno strumento opportunamente tarato è stato sufficientemente incrementato per compensare una sensibilità intrinsecamente inferiore, uno strumento che fornisca letture con incrementi dell'1, 0% LEL non è in grado di rilevare variazioni di concentrazione inferiori a  $\pm 1,0\%$  della concentrazione LEL della sostanza da misurare. Poiché i rivelatori di LEL percentuale spesso non indicano molti VOC, l'assenza di una lettura non necessariamente dimostra l'assenza di pericolo.

Affidarsi a sensori LEL di tipo hot bead per misurare i vapori di VOC significa in molti casi che i limiti OEL, REL o TLV<sup>®</sup> vengono superati ben prima che la concentrazione sia sufficiente ad attivare l'allarme di soglia di pericolo del gas combustibile. In caso di presenza potenziale di VOC tossici occorre avvalersi di tecniche di rilevamento supplementari o diverse, più adatte alla misurazione diretta di VOC a concentrazioni limite di esposizione espresse in ppm. I rivelatori a fotoionizzazione sono sempre più utilizzati per questa applicazione.

Va notato che insieme ai VOC tossici possono essere presenti altri gas e vapori combustibili.

Sebbene i sensori a filamento catalitico possano essere limitati nel misurare i VOC tossici a concentrazioni limite di esposizione, essi rappresentano in assoluto il metodo più utilizzato ed affidabile per misurare metano e altri gas e vapori combustibili con molecole più piccole e più leggere.

La crescente preoccupazione per la tossicità dei VOC ha determinato di recente numerose revisioni dei limiti di esposizione, come i TLV<sup>®</sup> per vapori di gasolio, cherosene e benzina. Poiché le procedure di sicurezza di molte aziende internazionali sono legate alle norme pubblicate più prudenziali, questi nuovi TLV<sup>®</sup> hanno ricevuto molta attenzione in tutto il mondo. Il TLV<sup>®</sup> per i vapori di gasolio adottato nel 2002 si è dimostrato particolarmente problematico, portando a rivedere numerosi programmi di monitoraggio della salute e della sicurezza nel settore petrolifero, marittimo e militare. Il TLV<sup>®</sup> secondo l'ACGIH indica un valore TWA 8 ore per gli idrocarburi totali nel gasolio (vapori e aerosol) pari a 100 mg/m<sup>3</sup>, che equivale a circa 15 parti per milione di vapori di gasolio. Per i vapori di gasolio, l'1% LEL equivale a 60 ppm. Anche con uno strumento correttamente tarato per il rilevamento di gasolio, cosa impossibile per molti modelli, una lettura solo dell'1% LEL supererebbe il TLV<sup>®</sup> per il gasolio del 600%.

Non rientra nell'ambito del presente articolo discutere per quanto tempo potrebbe essere consentito mantenere un limite del 5% o 10% LEL senza superare effettivamente il TWA 8 ore o lo STEL. Cosa colpisce di più nell'elenco è il numero ridotto di VOC con limiti di esposizione TWA 8 ore superiori al 5% LEL. Nessuno dei VOC nell'elenco presenta limiti di esposizione superiori al 10% LEL.

### Impiego di rivelatori a fotoionizzazione per misurare i composti organici volatili

I rivelatori a fotoionizzazione utilizzano la luce ultravioletta ad alta energia proveniente da una lampada alloggiata nel rivelatore come fonte di energia per rimuovere un elettrone da molecole di VOC a carica neutra, creando un flusso di corrente elettrica proporzionale alla concentrazione di contaminante. La quantità di energia necessaria per rimuovere un elettrone dalla molecola bersaglio è il potenziale di ionizzazione (IP) della sostanza. Quanto più grande è la molecola o quanti più doppi o tripli legami contiene, tanto

inferiore sarà l'IP. Quindi, in generale, quanto più grande è la molecola tanto più facile sarà rilevarla. È esattamente l'opposto delle caratteristiche prestazionali dei sensori hot bead catalitici per gas combustibili.

I rivelatori a fotoionizzazione sono in grado di fornire senza problemi letture pari a o al di sotto di OEL o TLV<sup>®</sup> per tutti i VOC elencati nella tabella 1, incluso il gasolio. Il miglior approccio per la misurazione dei composti organici volatili è spesso uno strumento multisensore provvisto di sensori sia LEL che PID.

### Rivelatori multisensore con PID

I sensori hot bead catalitici per gas combustibili e i rivelatori a fotoionizzazione rappresentano tecniche complementari e non alternative tra loro. I sensori hot bead catalitici sono eccellenti nella misurazione di metano, propano e altri comuni gas combustibili non rilevabili con un PID. D'altra parte, i PID sono in grado di rilevare grandi molecole di VOC e idrocarburi effettivamente non rilevabili dai sensori hot bead anche quando utilizzabili in range di misurazione in ppm.

Il miglior approccio per la misurazione dei VOC è in molti casi l'impiego di uno strumento multisensore in grado di misurare tutti i pericoli atmosferici potenzialmente presenti. Con un unico strumento munito di più sensori non sarà possibile tralasciare accidentalmente alcuna condizione. ■



## Rivelatori di gas portatili (continua)

# Manutenzione dei sistemi portatili di rilevamento gas

I rivelatori di gas portatili, sia monouso che riparabili on-site, richiederanno una manutenzione periodica durante l'intero utilizzo, sebbene le unità monouso necessitino di molti meno interventi. In generale sono tre le attività principali da svolgere:

- **Verifica funzionale del dispositivo:** questo test rapido (noto anche come "bump test" o test funzionale) viene eseguito per garantire la correttezza di risposta di un rivelatore di gas, ossia che vada in allarme in presenza di una concentrazione nota di gas. È l'unico modo per sapere se un rivelatore portatile sta lavorando correttamente e per questo motivo le migliori pratiche raccomandano di effettuare giornalmente un test funzionale (vedere *Come eseguire un test funzionale* a pagina 73 per informazioni dettagliate).
  - I test funzionali sono validi sia per i dispositivi riparabili on-site che per i rivelatori portatili di gas monouso

- **Taratura:** la taratura viene di norma eseguita due volte l'anno (sebbene possa essere svolta con frequenza maggiore o minore in applicazioni specifiche). Questa procedura ha lo scopo di garantire che le letture di un rivelatore portatile di gas siano effettivamente rappresentative delle reali concentrazioni di un gas nell'atmosfera. Si tratta di un aspetto particolarmente importante per gas pericolosi come l'acido solfidrico. 1000 ppm di questo gas sono sufficienti ad uccidere alla prima inalazione: letture non corrette possono quindi causare infortuni gravi o addirittura letali.
  - Questa attività è valida solo per i dispositivi riparabili on-site
- **Sostituzione dei sensori:** i sensori hanno una scadenza e devono essere sostituiti al termine di questo periodo. La durata media dei sensori è di circa 2-3 anni ma va ricordato che i sensori possono dover essere sostituiti con maggior frequenza in presenza di "contaminanti noti" (ad es. il

silicone avvelena i sensori di rilevazione di gas infiammabili a filamento catalitici). A seconda del tipo di dispositivo, i sensori possono essere sostituiti singolarmente o all'interno di una cartuccia integrata (come nei dispositivi della serie Impact di Honeywell Analytics).

- Questa attività è valida solo per i dispositivi riparabili on-site
- **Registrazione dati:** sebbene non venga considerata un'attività di manutenzione, la registrazione dati è spesso caldeggiata dalle normative o imposta dalle compagnie assicurative e prevede la registrazione e la documentazione delle letture di rivelatori portatili, soprattutto in caso di allarmi.
  - Questa attività è valida sia per i dispositivi riparabili on-site che per i rivelatori portatili di gas monouso



## Rivelatori di gas portatili (continua)

### Ridurre il costo della verifica dei dispositivi

Per quanto riguarda i test ad impatto e la registrazione dati, le stazioni automatiche di test e registrazione dati come quelle prodotte da Honeywell sono in grado di abbattere i costi e i tempi legati alla manutenzione periodica dei dispositivi. I risparmi totali in termini di costi e manodopera possono essere infatti ridotti fino al 40-60% (a seconda dell'applicazione e degli standard). Le soluzioni di test e registrazione dati di Honeywell hanno i seguenti vantaggi:

- Ridurre al minimo la formazione con una soluzione intuitiva azionabile con un unico pulsante
- Ridurre il tempo per i test funzionali fino all'80% (rispetto ad un procedimento manuale)
- Controllare le concentrazioni di tutti i gas, evitando un impiego eccessivo di gas e quindi riducendo potenzialmente i costi per i gas di prova
- Registrazione dati con un solo pulsante (non servono PC)
- Non servono accessori supplementari come bombole di gas, tubi, regolatori, ecc.

### Come eseguire un test funzionale manuale

Se non si desidera una stazione di test è possibile eseguire in manuale il test funzionale come di seguito illustrato, utilizzando un'unità portatile e un kit di accessori:

- Fissare un'estremità del flessibile al regolatore della bombola di gas e l'altra estremità al cappuccio per taratura e test ad impatto
- Fissare poi il cappuccio per taratura e test ad impatto al dispositivo
- Erogare un breve getto di gas per 3 secondi sul dispositivo
- L'unità deve andare in allarme. Se il dispositivo non emette alcun allarme deve essere tarato
- Chiudere il regolatore e rimuovere il cappuccio di taratura dal dispositivo. L'unità rimarrà in allarme finché il gas non si allontana dai sensori
- È possibile scollegare il tubo flessibile dal cappuccio di taratura e riporlo in un luogo sicuro e privo di contaminanti

Oggi molti dispositivi, inclusi quelli costruiti da Honeywell, sono ottimizzati non solo per garantire un funzionamento intuitivo ma anche per segnalare la necessità di svolgere



interventi di manutenzione importanti. Ad esempio, la gamma di rivelatori portatili di gas di BW Technologies by Honeywell segnala la "necessità di eseguire un test funzionale o la taratura", seguita da messaggi di "test funzionali obbligato" o "taratura obbligata", bloccando l'utilizzo del dispositivo finché non viene eseguita l'attività richiesta. Questi messaggi possono essere impostati in fabbrica per aderire a standard specifici (ad es. non oltre 180 giorni tra una taratura e l'altra). Queste funzioni possono essere inoltre potenziate grazie alla tecnologia IntelliFlash™ di BW Technologies by Honeywell (vedere *Vantaggi dell'indicazione di stato visiva* a pagina 59 per informazioni dettagliate sulla tecnologia IntelliFlash™).

### Cosa guida la manutenzione dei dispositivi?

Va ricordato che i dispositivi portatili vengono considerati critici a livello di sicurezza, ossia sono progettati e sottoposti a manutenzione in base a specifiche direttive e norme. Per i prodotti e i processi critici per la sicurezza il potenziale di rischio viene mitigato ove possibile. Esistono requisiti di legge che prevedono la verifica (test funzionali) e la taratura dei dispositivi, a seconda dell'applicazione. Questo requisito spiega il lungo periodo di funzionamento di un prodotto

monouso (senza esigenze di taratura) rispetto ad un dispositivo di campo. In realtà entrambi sono concepiti con gli stessi standard elevati e la taratura del dispositivo di campo non è dovuta a differenze nei suoi elementi costitutivi, è solamente necessaria per la conformità e la mitigazione dell'eventuale rischio di deriva del dispositivo, con risultati non più rappresentativi delle letture effettive. Sotto questa luce molte applicazioni pericolose non possono per legge utilizzare unità monouso.

Nel considerare i sistemi portatili per il rilevamento di gas è essenziale avvalersi di un approccio olistico: un dispositivo adatto dipende non solo dalle specifiche e dalle esigenze particolari, ma anche dai requisiti di legge. ■



## Rivelatori di gas portatili (continua)

# Strumenti portatili per il rilevamento di gas Honeywell

Honeywell produce un'ampia gamma di dispositivi portatili per soddisfare le esigenze di monitoraggio di vari settori, da unità monouso a basso costo adatte all'adeguamento formativo a dispositivi ricchi di funzionalità e a specificità elevata.



**GasAlertClipExtreme**



Compatto e affidabile, GasAlertClipExtreme si presta a un monitoraggio continuo di singoli gas pericolosi e non richiede alcun intervento di manutenzione. Caratterizzato dalla semplicità del modo operativo on/off, questo rivelatore monogas è disponibile in varianti della durata di due e tre anni.



**GasAlertExtreme**



Compatto e affidabile, GasAlertExtreme assicura un monitoraggio affidabile di qualunque gas tossico pericoloso. Grazie alla semplicità del modo operativo on/off, questo rivelatore monogas offre una lunga durata, con batteria e sensore sostituibili on-site ogni due anni.



**GasAlertQuattro**



Robusto e affidabile, il rivelatore per 4 gas GasAlertQuattro combina una gamma completa di funzioni con la semplicità di un singolo pulsante. Il display grafico LCD visualizza chiare icone che indicano informazioni di funzionamento, come ad esempio le icone di test funzionali e di taratura che agevolano le verifiche sul posto.



**GasAlertMicroClip XT**



GasAlertMicroClip XT, elegante e compatto, garantisce una protezione economica dai pericoli atmosferici. Provvisto di un solo pulsante di comando, questo dispositivo offre una semplicità d'uso impareggiabile, riducendo notevolmente le esigenze di formazione del personale.



**GasAlertMax XT II**



Il robusto GasAlertMax XT II controlla fino a quattro rischi legati ai gas e abbina un comodo comando a un solo pulsante con una pompa di campionamento integrata. Opzioni regolabili e a prova di manomissioni permettono di personalizzare lo strumento in base all'applicazione.



**Serie GasAlertMicro 5**



Leggeri e compatti, gli strumenti della serie GasAlertMicro 5 sono disponibili nei formati a diffusione o con pompa. Questi rivelatori portatili individuano e visualizzano contemporaneamente fino a 5 sostanze pericolose presenti in atmosfera. Le varianti di questo modello comprendono GasAlertMicro 5 PID, per il rilevamento di bassi livelli di VOC, e GasAlertMicro 5 IR, per il monitoraggio dei livelli di anidride carbonica.



**ToxiPro®**



Compatto e robusto rivelatore portatile monogas per sostanze tossiche, questo dispositivo combina la semplicità di un solo pulsante, una visualizzazione continua in tempo reale e allarmi acustici e ad alta visibilità per aree molto rumorose. ToxiPro® dispone di serie di un registratore dati integrato tipo scatola nera e di un registratore eventi (compatibile con la stazione ad aggancio monogas Honeywell IQ Express).



**MultiPro™**



Dispositivo per 4 gas caratterizzato da letture simultanee in tempo reale, semplice funzionamento a un solo pulsante e ampio display LCD di facile lettura. MultiPro™ dispone di serie di un registratore dati integrato tipo scatola nera e di un registratore eventi. È inoltre disponibile una pompa opzionale con fissaggio a vite dotata di verifica automatica delle perdite e allarme di portata insufficiente (compatibile con la stazione ad aggancio multigas Honeywell IQ Express).



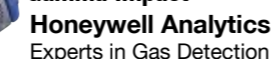
**PHD6™**



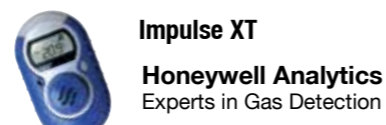
Possibilità di monitorare simultaneamente fino a 6 gas pericolosi e di scegliere 18 sensori diversi, tra cui sensori di tipo PID per il rilevamento di bassi livelli di anidride carbonica e metano. Il modello PHD6™ dispone di un registratore dati integrato tipo scatola nera e di un registratore eventi che registra tutte le sostanze pericolose rilevate nell'atmosfera durante il funzionamento (compatibile con la stazione ad aggancio multigas Honeywell IQ6).



**Gamma Impact**



Soluzione altamente specifica per il monitoraggio simultaneo di 4 gas, concepita per soddisfare le esigenze delle applicazioni più impegnative. Le varianti di questo modello comprendono Impact Pro, dotato di una pompa automatica integrata, Impact IR e Impact (standard).



**Impulse XT**



Impulse XT è una soluzione di rilevamento portatile monogas che non richiede alcun intervento di manutenzione. Questo dispositivo assicura un monitoraggio continuo per un periodo di due anni, e si caratterizza per un grado di protezione IP67 che lo rende ideale ad affrontare ambienti impegnativi.

## Rivelatori di gas portatili (continua)

Soluzioni automatiche Honeywell per la verifica dei dispositivi



**MicroDock II**



MicroDock II offre un sistema semplice ed economico per eseguire test funzionali, tarare e caricare dispositivi, nonché per gestire i valori registrati. Totalmente compatibile con l'intera gamma di prodotti BW Technologies by Honeywell, MicroDock II integra il software Fleet Manager II, che consente all'operatore di scaricare informazioni con una velocità impareggiabile. Nuove funzionalità permettono inoltre di creare report in modo accurato e intuitivo, stampare certificazioni di taratura, organizzare ed elaborare in formato grafico i dati e archiviare informazioni, contribuendo a semplificare drasticamente le operazioni di gestione dei dispositivi.



**Enforcer**



Concepita per essere impiegata con la gamma di rivelatori portatili di gas Impact, Enforcer è una stazione di controllo e taratura leggera, di dimensioni ridotte e assolutamente maneggevole. Enforcer non richiede batterie né cavi di alimentazione, e consente di eseguire rapide verifiche in condizioni di mobilità contribuendo a ridurre i costi dovuti alla gestione dei dispositivi portatili.



**Stazione ad aggancio ToxiPro IQ Express**



Stazione completamente automatica destinata all'uso con la gamma di rivelatori portatili ToxiPro per l'esecuzione di test a impatto e tarature e per la registrazione dei dati. Consente di collegare fino a quattro dispositivi a una singola fonte di alimentazione del gas. Collegabile a un PC tramite porta USB o Ethernet (opzionale).



**Stazione ad aggancio Multi-Pro IQ Express**



Stazione completamente automatica destinata all'uso con la gamma di rivelatori portatili di gas PHD6™ per l'esecuzione di test a impatto e tarature e per la registrazione dei dati. Collegabile a un PC tramite porta USB o Ethernet (opzionale).



**Stazione ad aggancio IQ6**



Stazione completamente automatica destinata all'uso con la gamma di rivelatori portatili di gas PHD6™ per l'esecuzione di test a impatto e tarature e per la registrazione dei dati. Collegabile a un PC tramite porta USB o Ethernet (opzionale).



# Norme e certificazioni del Nord America per le aree a rischio di esplosione

Il sistema nordamericano per la certificazione, l'installazione e l'ispezione di apparecchiature per le zone pericolose comprende i seguenti elementi:

- Codici di installazione  
– ad es. NEC, CEC
- Organizzazioni di normalizzazione (SDO)  
– ad es. UL, CSA, FM
- Laboratori per l'esecuzione dei test riconosciuti a livello nazionale (NRTL)  
– enti di certificazione terzi ad es. ARL, CSA, ETI, FM, ITSNA, MET, UL
- Autorità incaricate delle ispezioni  
– ad es. OSHA, IAEI, USCG

I codici di installazione utilizzati in Nord America sono il NEC 500 e il NEC 505 per gli Stati Uniti e il CEC (Canadian Electric Code) per il Canada. In entrambi i paesi tali guide sono accettate e utilizzate dalla maggior parte delle autorità come norme definitive per l'installazione e l'utilizzo di prodotti elettrici. Riportano indicazioni dettagliate sui requisiti di costruzione, prestazionali e di installazione, oltre che sui requisiti di classificazione delle aree. Con la pubblicazione del nuovo NEC i due codici sono praticamente identici.

Le SDO (Standards Developing Organizations), organizzazioni per lo sviluppo delle norme, collaborano con il settore interessato per definire i requisiti globali delle apparecchiature. Alcune SDO inoltre sono membri dei comitati tecnici incaricati della redazione e dell'aggiornamento dei codici di installazione del Nord America per gli ambienti pericolosi.

Gli NRTL (Nationally Recognized Testing Laboratories), laboratori di analisi riconosciuti a livello nazionale, sono enti di certificazione terzi e indipendenti che verificano la conformità delle apparecchiature con i requisiti stabiliti. Le apparecchiature testate e approvate da queste agenzie sono quindi idonee all'utilizzo in conformità con le norme di installazione NEC o CEC.

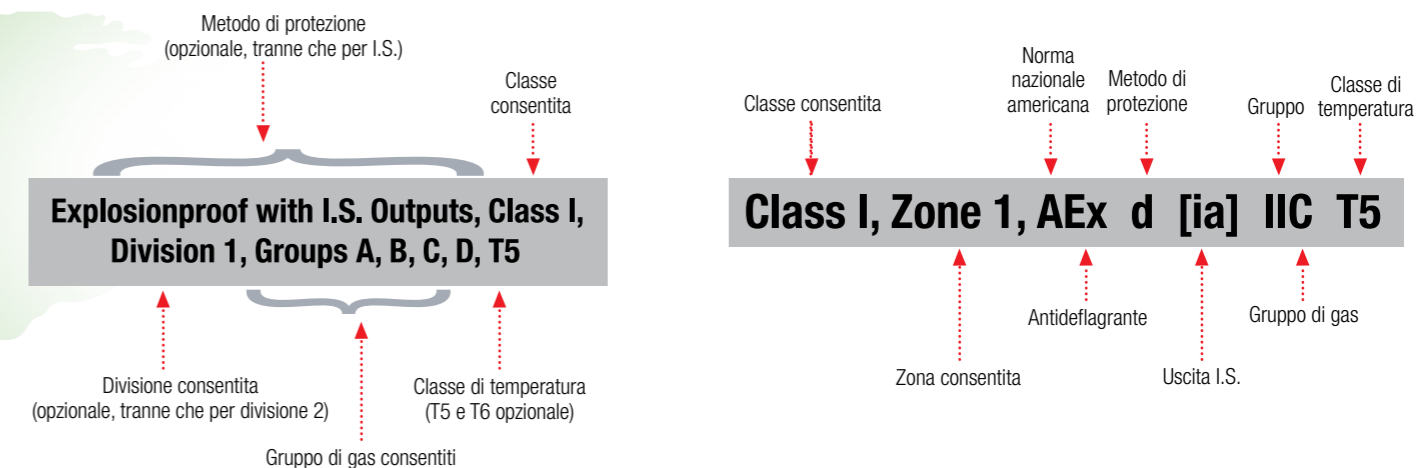
Negli Stati Uniti d'America l'ente responsabile dei controlli è l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration). In Canada l'autorità preposta è lo Standards Council of Canada. Per confermare la conformità con tutte le norme nazionali, in entrambi i paesi è richiesta l'apposizione di un'ulteriore indicazione sui prodotti testati e approvati.

Ad esempio, i prodotti approvati dalla CSA in base alle norme USA devono aggiungere NRTL/C al simbolo CSA. In Canada l'UL deve aggiungere una c minuscola al proprio marchio per indicare la conformità con tutte le norme canadesi. ■



## Marchio Ex e classificazione delle aree in Nord America

Dopo l'omologazione, sulle apparecchiature devono essere riportati i dettagli dell'omologazione stessa.



### Classe I: gas esplosivi

Divisione 1	Gas normalmente presenti in quantità esplosive
Divisione 2	Gas normalmente non presenti in quantità esplosive

### Tipi di gas per gruppo

Gruppo A	Acetilene
Gruppo B	Idrogeno
Gruppo C	Etilene e prodotti correlati
Gruppo D	Propano e prodotti contenenti alcol

### Classe II: polveri esplosive

Divisione 1	Polvere normalmente presente in quantità esplosive
Divisione 2	Polvere normalmente non presente in quantità esplosive

### Tipi di polvere per gruppo

Gruppo E	Polvere di metallo
Gruppo F	Polvere di carbone
Gruppo G	Granulato e polvere non metallica

# Norme e certificazioni europee per le aree a rischio di esplosione

Le norme utilizzate nella maggior parte dei paesi al di fuori del Nord America sono le norme IEC/CENELEC e ATEX. La IEC (International Electrotechnical Commission) ha stabilito norme dettagliate per le apparecchiature e per la classificazione delle aree, che costituiscono lo standard in uso al di fuori dell'Europa e del Nord America. Il CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardisation) è un gruppo di razionalizzazione che utilizza le norme IEC come base e le armonizza con tutte le norme ATEX e con le norme risultanti emanate dagli stati membri, che sono basate sulla direttiva ATEX.

Il marchio CENELEC è accettato in tutti i paesi della Comunità Europea (CE).

In tutti i paesi appartenenti alla CE sono inoltre presenti enti governativi che stabiliscono ulteriori norme in materia di prodotti e metodi di cablaggio. Ogni paese membro della Comunità Europea dispone di laboratori statali o indipendenti che testano e approvano i prodotti in conformità alle norme IEC o CENELEC. I metodi di cablaggio possono variare anche nell'ambito del CENELEC per quanto riguarda l'utilizzo dei cavi, cavi blindati, tipi di cavi e condotti passacavi blindati. Le norme possono differire all'interno di uno stesso paese (si parla in tal caso di "differenze nazionali") a seconda dell'ubicazione di una struttura o di chi l'ha edificata. Le apparecchiature certificate sono dotate del marchio "Ex". ■

I laboratori nazionali autorizzati indicati nelle Direttive CE possono utilizzare il marchio distintivo comunitario della CE:



Nota: questo non è un marchio di certificazione

### Legenda:

- Membri del Cenelec
- Affiliati al CENELEC
- Mari o laghi

### PAESI MEMBRI DEL CENELEC:

- |                 |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|
| Austria         | Germania    | Norvegia    |
| Belgio          | Grecia      | Polonia     |
| Bulgaria        | Ungheria    | Portogallo  |
| Croazia         | Islanda     | Romania     |
| Cipro           | Irlanda     | Slovacchia  |
| Repubblica Ceca | Italia      | Slovenia    |
| Danimarca       | Lettonia    | Spagna      |
| Estonia         | Lituania    | Svezia      |
| Finlandia       | Lussemburgo | Svizzera    |
| Francia         | Malta       | Regno Unito |
|                 | Olanda      |             |



CURIOSITÀ  
SUI GAS

La direttiva ATEX (abbreviazione di ATmospheres EXplosibles) stabilisce gli standard minimi di sicurezza relativamente alle atmosfere esplosive sia per i datori di lavoro, sia per i produttori



**ATEX = ATmospheres EXplosibles**

Dal luglio 2003 sono state approvate due direttive europee che descrivono nel dettaglio gli obblighi dei produttori e degli utenti in materia di progettazione e uso di apparecchiature in atmosfere pericolose.

Responsabilità	Direttiva	Articolo
Produttore	94/9/CE ATEX 95	ATEX 100a
Utenti finali/datori di lavoro	99/92/CE	ATEX 137

Le direttive ATEX stabiliscono le norme MINIME in materia di atmosfere esplosive sia per i datori di lavoro che per i produttori. È compito del datore di lavoro eseguire una valutazione dei rischi di esplosione e adottare le misure necessarie per l'eliminazione o la riduzione di tali rischi.

#### DIRETTIVA ATEX 94/9/CE ARTICOLO 100A

L'articolo 100a descrive le responsabilità del produttore:

- I requisiti delle apparecchiature e dei sistemi di protezione destinati all'utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive (ad es. i rivelatori di gas)
- I requisiti dei dispositivi di sicurezza e di controllo destinati all'utilizzo al di fuori di atmosfere potenzialmente esplosive, ma necessari per la sicurezza di funzionamento di apparecchiature e sistemi di protezione (ad es. i controller)
- La classificazione dei gruppi di apparecchiature in categorie
- Gli EHSR (Essential Health and Safety Requirements), requisiti relativi alla progettazione e alla fabbricazione di apparecchiature e sistemi

Per essere conformi alla direttiva ATEX le apparecchiature devono:

- essere dotate del marchio CE
- essere provviste della necessaria certificazione per le aree a rischio di esplosione
- rispettare standard prestazionali riconosciuti, ad es. quelli definiti nella norma EN 60079-29-1:2007 per quanto riguarda i rivelatori di gas infiammabili (specifici per ogni determinata applicazione) ■



## La classificazione delle aree a rischio di esplosione è definita nella direttiva ATEX

Area pericolosa	Definizione	ATEX
Zona 0	Aree in cui atmosfere esplosive causate da miscele di aria e gas, vapori, nebbie o polveri sono presenti in maniera continua o per lunghi periodi di tempo	Categoria 1
Zona 1	Aree in cui atmosfere esplosive causate da miscele di aria e gas, vapori, nebbie o polveri sono probabili	Categoria 2
Zona 2	Aree in cui atmosfere esplosive causate da miscele di aria e gas, vapori, nebbie o polveri sono improbabili oppure si verificano solo raramente o per brevi periodi di tempo	Categoria 3

Categoria ATEX	Tipo di certificazione ammessa
Categoria 1	Ex ia
Categoria 2	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q
Categoria 3	Ex ib, Ex d, Ex e, Ex p, Ex m, Ex o, Ex q, Ex n

# Norme IEC

La IECEx (International Electrotechnical Commission) stabilisce norme che vengono ampiamente utilizzate al di fuori dell'Europa e del Nord America. Le norme IECEx riguardano la classificazione delle aree e delle apparecchiature e forniscono ugualmente indicazioni sulle zone ATEX.

## Zone ATEX e raggruppamenti IEC delle apparecchiature

Zona pericolosa ATEX	Codice apparecchiature IEC
Zona 0 (gas e vapori)	1G
Zona 1 (gas e vapori)	2G
Zona 2 (gas e vapori)	3G
Zona 20 (polveri combustibili)	1D
Zona 21 (polveri combustibili)	2D
Zona 22 (polveri combustibili)	3D

## Categorie IEC delle apparecchiature e metodo di protezione contro i pericoli legati alle polveri combustibili

Categoria apparecchiature	Tipo di protezione	Codice	Riferimento IECEx
1D	A sicurezza intrinseca	ia	EN/IEC 60079-11
1D	Incapsulamento	ma	EN/IEC 60079-18
1D	Involucro	ta	EN/IEC 61241-1
2D	A sicurezza intrinseca	ib	EN/IEC 60079-11
2D	Incapsulamento	mb	EN/IEC 60079-18
2D	Involucro	tb	EN/IEC 61241-1
2D	Involucro pressurizzati	pD	EN/IEC 61241-2
3D	A sicurezza intrinseca	ic	EN/IEC 60079-11
3D	Incapsulamento	mc	EN/IEC 60079-18
3D	Involucro	Tc	EN/IEC 61241-1
3D	Involucro pressurizzati	pD	EN/IEC 61241-2

## Categorie IEC delle apparecchiature e metodo di protezione contro i pericoli legati a gas e vapori

Categoria apparecchiature	Tipo di protezione	Codice	Riferimento IECEx
1G	A sicurezza intrinseca	ia	EN/IEC 60079-11
1G	Incapsulamento	ma	EN/IEC 60079-18
2G	Involucro antideflagrante	d	EN/IEC 60079-1
2G	Sicurezza aumentata	E	EN/IEC 60079-7
2G	A sicurezza intrinseca	ib	EN/IEC 60079-11
2G	Incapsulamento	m/mb	EN/IEC 60079-18
2G	Immersione in olio	o	EN/IEC 60079-6
2G	Involucro pressurizzati	p/px/py	EN/IEC 60079-2
2G	Riempimento con polvere	q	EN/IEC 60079-5
3G	A sicurezza intrinseca	ic	EN/IEC 60079-11
3G	Incapsulamento	mc	EN/IEC 60079-18
3G	Antiscintilla	n/nA	EN/IEC 60079-15
3G	Respirazione limitata	nR	EN/IEC 60079-15
3G	Limitazione di energia	nL	EN/IEC 60079-15
3G	Apparecchiature che producono scintille	nC	EN/IEC 60079-15
3G	Involucro pressurizzati	pz	EN/IEC 60079-2



# Marcature delle apparecchiature

## DIRETTIVA ATEX 99/92/CE ARTICOLO 137

L'articolo 137 della direttiva ATEX 99/92/CE descrive le responsabilità del datore di lavoro/dell'utente finale relativamente all'impiego di apparecchiature progettate per l'uso in atmosfere potenzialmente esplosive. A differenza di altre direttive, che sono di tipo consultivo, la direttiva ATEX fa parte delle direttive "Nuovo approccio" emanate dall'Unione Europea (UE) ed è di applicazione obbligatoria.

Per maggiori informazioni su questa direttiva consultare il sito: [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/list-references/equipment-explosive-atmosphere/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/european-standards/documents/harmonised-standards-legislation/list-references/equipment-explosive-atmosphere/index_en.htm). Gli stati membri utilizzano le informazioni ivi contenute per redigere le proprie leggi. Ad esempio, nel Regno Unito questa legislazione viene implementata dall'HSE (Health and Safety Executive) mediante la DSEAR (Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations 2002). Essa stabilisce quanto segue:

## Valutazione dei rischi di esplosione

Il datore di lavoro deve realizzare una valutazione dei rischi relativamente a:

- 1** **PROBABILITÀ DI PRESENZA DI ATMOSFERA ESPLOSIVA**  
Classificazione delle aree in zone
- 2** **PROBABILITÀ DI PRESENZA DI UNA FONTE DI ACCENSIONE**  
Categorie delle apparecchiature
- 3** **NATURA DEI MATERIALI INFIAMMABILI**  
Gruppi dei gas, temperatura di accensione (T rating), gas, vapore, nebbie e polveri
- 4** **SCALA DEGLI EFFETTI DELLE ESPLOSIONI**  
Livello di protezione delle apparecchiature



## Segnale di pericolo per le atmosfere esplosive

Il datore di lavoro deve predisporre segnali specifici nei punti di ingresso ai luoghi in cui possono verificarsi atmosfere esplosive:

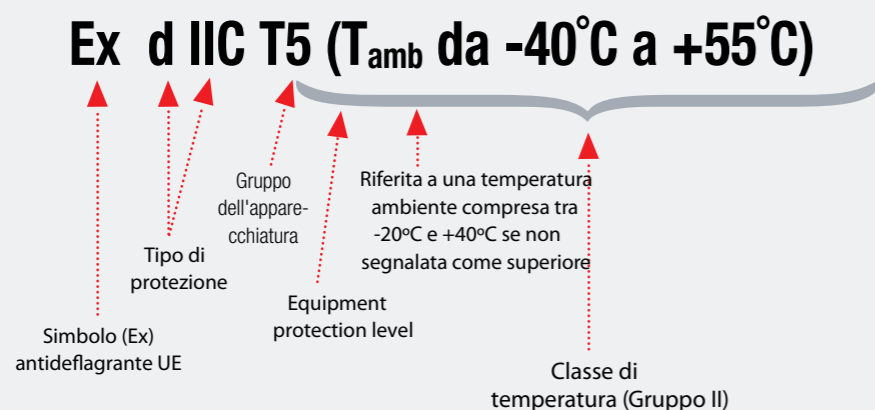


A seguito della valutazione del rischio di esplosione il datore di lavoro deve redigere un Documento di protezione dalle esplosioni che dimostri:

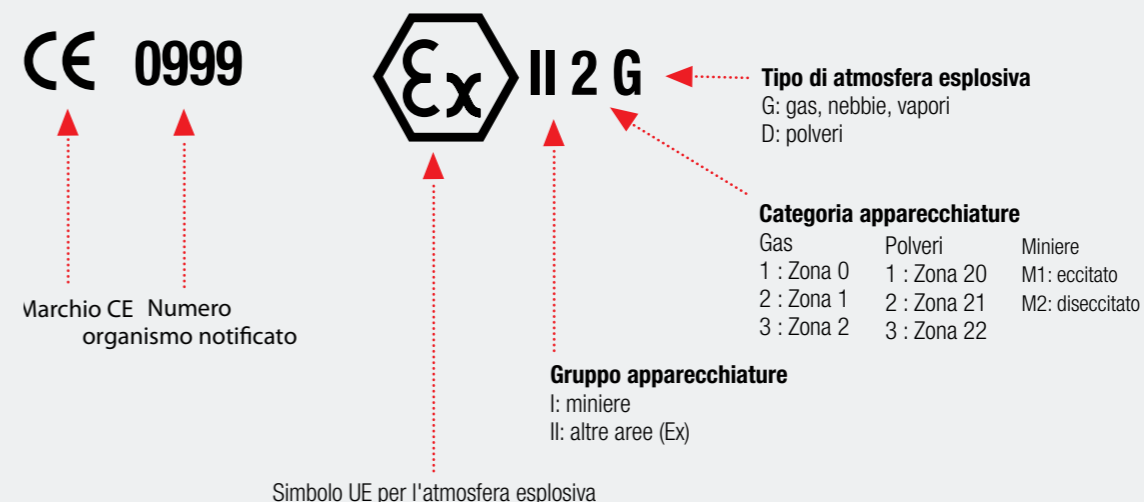
- che i rischi di esplosione sono stati individuati e valutati
- che saranno adottate misure volte a conseguire gli obiettivi stabiliti dalla direttiva
- i luoghi che sono stati classificati come zone
- i luoghi in cui saranno applicati i requisiti minimi
- che il luogo di lavoro e le apparecchiature sono progettati, utilizzati e mantenuti in efficienza nel rispetto delle norme di sicurezza

Il datore di lavoro può combinare valutazioni del rischio di esplosione preesistenti, documenti o relazioni equivalenti prodotti in conformità con altre leggi comunitarie. Questo documento deve essere revisionato in caso di modifiche, ampliamenti o ristrutturazioni significative. ■

## Serie 60079



## Marcature ATEX



# Classificazione delle aree



**N**on tutte le aree di un impianto o di un sito industriale sono considerate ugualmente pericolose.

Ad esempio, una miniera di carbone sotterranea viene sempre considerata come area al livello massimo di rischio a causa della possibile presenza di metano. Invece, una fabbrica in cui il metano venga stoccato solo saltuariamente e all'interno di appositi serbatoi sarà considerata potenzialmente pericolosa soltanto per quanto concerne l'area intorno a tali serbatoi o ad eventuali tubature. In tal caso è necessario prendere precauzioni solo nelle aree in cui una perdita di gas potrebbe effettivamente verificarsi.

Per poter stabilire i controlli necessari per legge nei siti industriali, certe aree (o zone) sono state quindi classificate in base alla loro potenziale pericolosità percepita. Le tre zone sono classificate come segue:

### ZONA 0

In cui è presente sempre o per lunghi periodi una miscela esplosiva di gas e aria.

### ZONA 1

In cui è probabile che venga generata una miscela esplosiva di gas e aria nel corso delle normali attività dello stabilimento

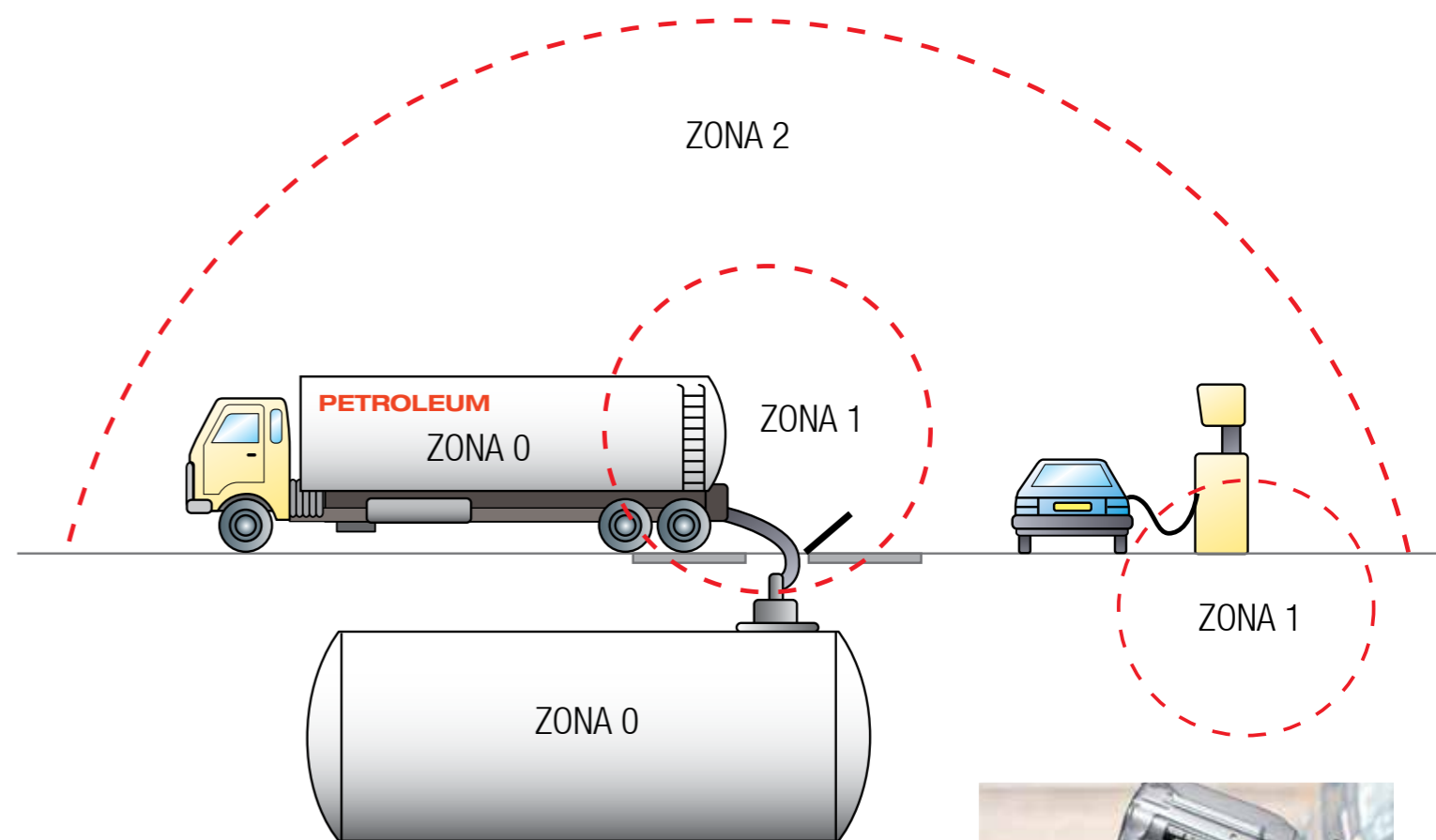
### ZONA 2

In cui non è probabile che venga generata una miscela esplosiva di gas e aria nel corso delle normali attività

	Pericolo continuo	Pericolo intermittente	Pericolo possibile
Europa/IEC	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Nord America (NEC 505)	Zona 0	Zona 1	Zona 2
Nord America (NEC 500)	Divisione 1		Divisione 2

Nel Nord America la classificazione utilizzata più frequentemente (NEC 500) comprende solo due classi, denominate divisioni. La divisione 1 equivale alle due zone europee 0 e 1, mentre la divisione 2 corrisponde approssimativamente alla zona 2.

## Esempio di classificazione delle aree



# Progettazione delle apparecchiature

Ad oggi sono stati introdotte numerose norme di progettazione atte a garantire la sicurezza di funzionamento delle apparecchiature elettriche in atmosfere esplosive. Tali norme devono essere applicate dai produttori di apparecchiature destinate all'uso in aree a rischio di esplosione e le apparecchiature dovranno essere certificate sulla base della specifica norma inerente all'uso a cui esse sono destinate. Allo stesso modo l'utente ha la responsabilità di assicurare che nelle aree a rischio di esplosione siano utilizzate unicamente apparecchiature adeguate.

Le due classi di progettazione relative alla sicurezza elettrica più utilizzate per le apparecchiature di rilevamento dei gas sono "antideflagrante" (talvolta nota anche come "a prova di esplosione" e identificata con il simbolo Ex d) e "a sicurezza intrinseca" (identificata con il simbolo Ex ia o Ex ib).

Le apparecchiature antideflagranti sono progettate in modo da garantire che l'involucro risulti sufficientemente robusto da resistere a un'esplosione interna di gas infiammabili senza subire danni. L'esplosione potrebbe derivare dall'accensione accidentale di una miscela esplosiva di aria e combustibile all'interno dell'apparecchiatura stessa. Pertanto, è necessario calcolare le dimensioni di qualsiasi apertura nella scatola o nella custodia antideflagrante (ad es. giunti a flangia) in modo che le fiamme non si propaghino verso l'atmosfera esterna.

Le apparecchiature a sicurezza intrinseca sono progettate in modo che la massima energia interna dell'apparecchiatura stessa e dei cavi di collegamento sia mantenuta al di sotto del livello necessario per provocare un evento di accensione a seguito della generazione di scintille o di calore in caso di guasto interno o di un dispositivo collegato. Esistono due tipi di protezione a sicurezza intrinseca: quella più elevata è la Ex ia, che può essere utilizzata nelle aree classificate come zona 0, 1 e 2; la Ex ib invece può essere utilizzata nelle aree classificate come zona 1 e 2. Le apparecchiature antideflagranti possono essere utilizzate esclusivamente nelle zone 1 e 2.

La "sicurezza aumentata" (Ex e) è un metodo di protezione in cui vengono applicate ulteriori procedure per garantire una maggiore sicurezza delle apparecchiature elettriche. Può essere utilizzata per apparecchiature prive di

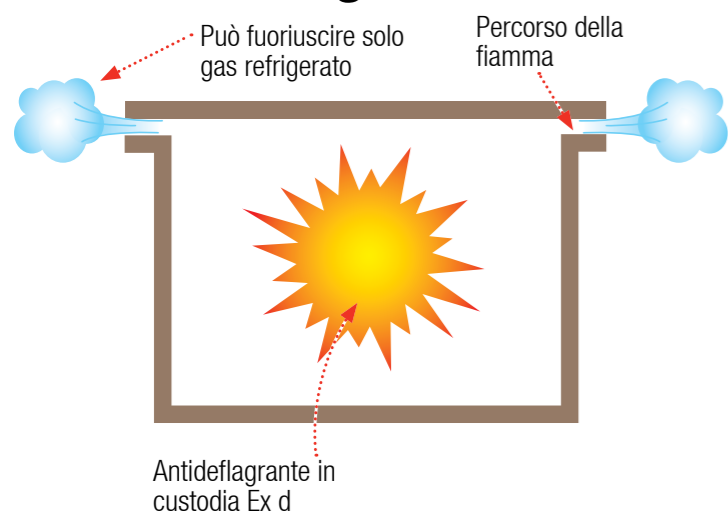
parti che possano produrre scintille o archi e che non superino la temperatura limite durante il normale funzionamento.

Esiste poi un'ulteriore metodica, detta "incapsulamento" (Ex m), che consiste nel garantire la sicurezza mediante l'incapsulamento di vari componenti o di interi circuiti. In alcuni prodotti attualmente disponibili sul mercato la certificazione di sicurezza viene ottenuta utilizzando differenti caratteristiche di progettazione di sicurezza per le diverse parti: ad es., Ex e per la camera contenente i morsetti, EX i per l'alloggiamento dei circuiti, Ex m per i componenti elettronici incapsulati ed Ex d per le camere che possono contenere gas pericolosi. ■

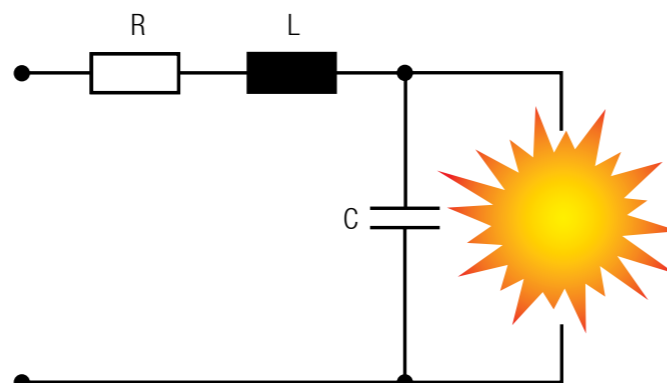
## Norme di progettazione per le aree a rischio di esplosione

Divisione	Zona	Ex	Tipo di protezione
1	0	Ex ia	a sicurezza intrinseca
		<b>Tutte le caratteristiche di progettazione adatte alla zona 0 più:</b>	
	1	Ex d	antideflagrante
		Ex ib	a sicurezza intrinseca
		Ex p	pressurizzato/diluizione continua
		Ex e	sicurezza aumentata
		Ex s	speciale
Ex m	incapsulamento		
2	<b>Tutte le caratteristiche di progettazione adatte alla zona 1 più:</b>		
	Ex n o N	antiscintilla (non incendiario)	
	Ex o	olio	
	Ex q	ripieno di polvere/sabbia	

### Antideflagrante



### A sicurezza intrinseca



### Sicurezza aumentata



# Classificazione delle apparecchiature

Attualmente vengono utilizzate due diverse designazioni, il gruppo dell'apparecchiatura e la classe di temperatura, per aiutare gli utenti a scegliere dispositivi che risultino sicuri in diverse condizioni ambientali.

**A**i sensi della norma EN60079-20-1 del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (CENELEC, Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), i dispositivi destinati all'utilizzo in atmosfere potenzialmente esplosive si dividono in due gruppi:

#### GRUPPO I

Per le miniere esposte al rischio del grisou (metano).

#### GRUPPO II

Per i luoghi con atmosfere potenzialmente esplosive, ad eccezione delle miniere facenti parte del Gruppo I.

Il Gruppo II comprende ovviamente una vasta gamma di atmosfere potenzialmente esplosive, nonché numerosi gas e vapori che possono comportare diversi livelli di rischio. Pertanto, al fine di distinguere più chiaramente le diverse caratteristiche di progettazione necessarie in caso di uso con un determinato gas o vapore, i gas del Gruppo II sono suddivisi come indicato in tabella.

L'acetilene viene spesso considerato talmente instabile da essere inserito in un elenco a parte, pur rientrando tra i gas del Gruppo II. Per un elenco più esaustivo dei gas fare riferimento alla norma europea EN 60079-20-1.

Nella scelta dei dispositivi per il rilevamento di gas o miscele di gas un fattore molto importante è costituito anche dalla classe di temperatura (per quanto riguarda le miscele di gas, è sempre consigliabile prendere in considerazione le peggiori condizioni che si potrebbero verificare per ciascuno dei gas presenti). La classificazione relativa alla temperatura riguarda la massima temperatura di superficie consentita per ciascun dispositivo. La sua finalità è garantire che non venga superata la temperatura di accensione dei gas o vapori con cui la superficie viene a contatto.

L'intervallo è compreso tra T1 (450° C) e T6 (85° C). I dispositivi certificati vengono testati in conformità con i gas o vapori specifici con cui possono essere utilizzati. Quindi, sia sul certificato di sicurezza che sul dispositivo stesso vengono riportati il gruppo di appartenenza e la classe di temperatura.

I codici relativi alle temperature (o codici T) utilizzati in Nord America sono coerenti con la classificazione dell'IEC. Tuttavia, in Nord America vengono utilizzati i valori incrementali riportati nella pagina a fianco, non in uso da parte dell'IEC. ■

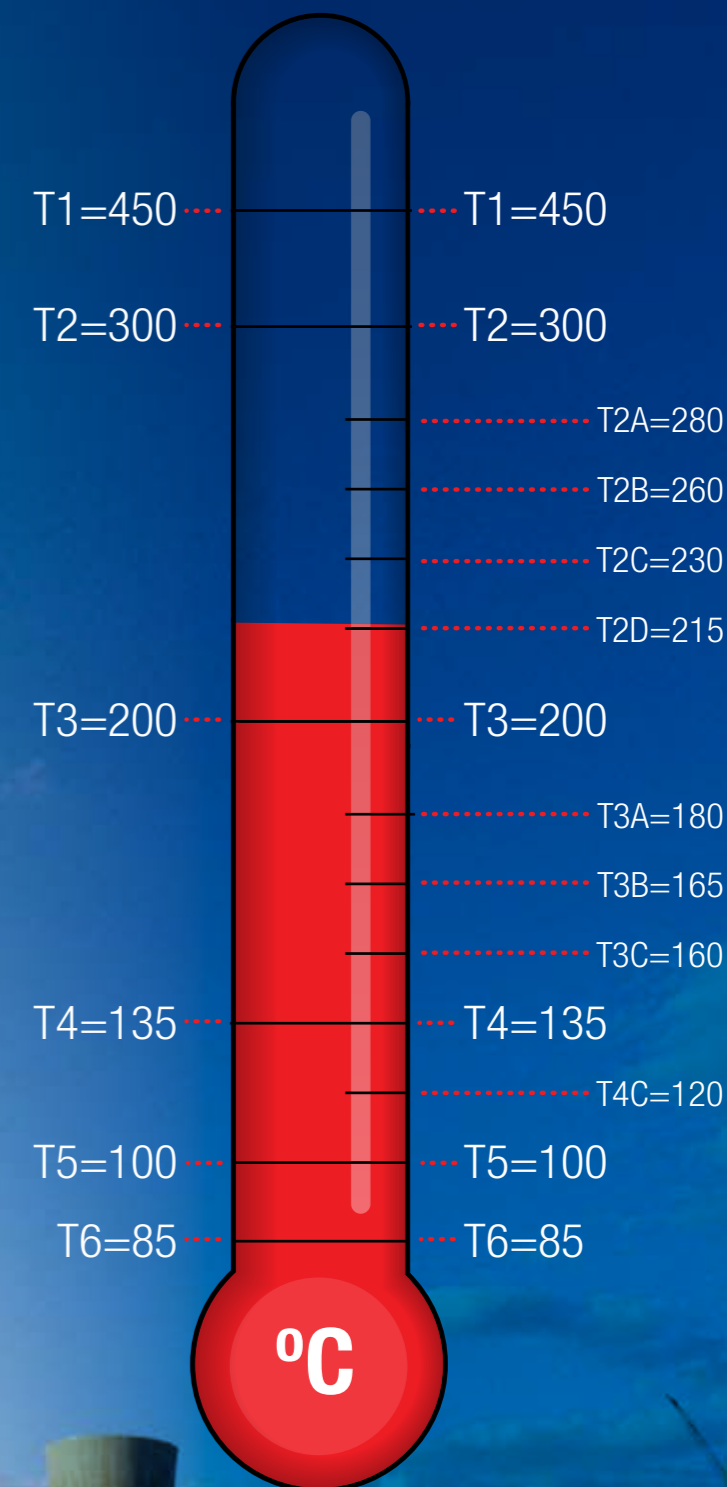


## Gruppo dell'apparecchiatura

Gas rappresentativo	Classificazione gas	Infiammabilità
	Europa e paesi IEC	Stati Uniti e Canada
Acetilene	Gruppo IIC	Classe I, gruppo A
Idrogeno	Gruppo IIC	Classe I, gruppo B
Etilene	Gruppo IIB	Classe I, gruppo C
Propano	Gruppo IIA	Classe I, gruppo D
Metano	Gruppo I	Nessuna classificazione



## Classe di temperatura



# Grado di protezione degli involucri

**Attualmente si utilizzano spesso classificazioni basate su codici che indicano il livello di protezione fornito da un involucro contro la penetrazione di liquidi e sostanze solide. Tale classificazione riguarda anche la protezione delle persone dal contatto con parti in movimento all'interno dell'involucro. È necessario ricordare che si tratta di una classificazione aggiuntiva e non alternativa alle classificazioni della protezione utilizzate per le apparecchiature elettriche adoperate in aree a rischio di esplosione.**

In Europa per indicare la protezione dalla penetrazione di corpi estranei si utilizzano le lettere IP (Ingress Protection) seguite da due "cifre caratteristiche" che indicano il grado di protezione. La prima cifra indica il livello di protezione delle persone dal contatto con parti interne in movimento, mentre la seconda si riferisce alla protezione dell'involucro dalla penetrazione di acqua. Ad esempio, un involucro classificato come IP65 garantisce una protezione completa dal contatto con parti in movimento, dalla penetrazione di polvere e di acqua sia in getti che in spruzzi. Potrebbe quindi essere utilizzato con apparecchiature per la rilevazione dei gas come i controller, prendendo la precauzione di garantire un adeguato raffreddamento dell'elettronica. In alcuni paesi viene talvolta utilizzata anche una terza cifra, relativa alla resistenza agli urti. Il significato delle cifre è riportato nella tabella qui di seguito. ■



## Terza cifra Significato

Terza cifra	Significato
0	Nessuna protezione
1	Impatto di 0,225 Joule (un peso di 150 g lasciato cadere da 15 cm)
2	Impatto di 0,375 Joule (un peso di 250 g lasciato cadere da 15 cm)
3	Impatto di 0,5 Joule (un peso di 250 g lasciato cadere da 20cm)
4	(Nessun significato)
5	Impatto di 2,0 Joule (un peso di 500 g lasciato cadere da 40 cm)
6	(Nessun significato)
7	Impatto di 6,0 Joule (un peso di 1,5 kg lasciato cadere da 40 cm)
8	(Nessun significato)
9	Impatto di 6,0 Joule (un peso di 5 kg lasciato cadere da 40 cm)

## Codici IP (IEC/EN 60529)

Prima cifra	IP	Seconda cifra	
Protezione contro corpi solidi	IP	Protezione contro i liquidi	
Nessuna protezione	0	0	Nessuna protezione
Oggetti superiori a 50 mm	1	1	Gocciolamento di acqua in verticale
Oggetti superiori a 12 mm	2	2	Gocciolamento obliquo di acqua da -75° a 90°
Oggetti superiori a 2,5 mm	3	3	Schizzi d'acqua
Oggetti superiori a 1,0 mm	4	4	Spruzzi d'acqua
Protetto dalla polvere	5	5	Getti d'acqua
A tenuta di polvere	6	6	Mare grosso
		7	Effetti dell'immersione (definiti in minuti)
		8	Immersione continua

Esempio: IP67 significa a tenuta di polvere e protetto contro gli effetti dell'immersione

## Classificazione NEMA e IP

In Nord America gli involucri vengono classificati mediante il sistema NEMA. Nella tabella qui di seguito è riportato un confronto approssimativo tra la classificazione NEMA e quella IP.

Classificazione NEMA, UL e CSA	Codice IEC/IP approssimativo	Descrizione
1	IP20	Ambienti interni, protezione dal contatto con il contenuto
2	IP22	Ambienti interni, protezione limitata contro acqua e sporcizia che cadono
3	IP55	Ambienti esterni, protezione contro pioggia, nevischio, polvere portata dal vento e danni da ghiaccio
3R	IP24	Ambienti esterni, protezione contro pioggia, nevischio e danni da ghiaccio
4	IP66	Ambienti interni ed esterni, protezione contro polvere portata dal vento, schizzi e getti d'acqua e danni da ghiaccio
4X	IP66	Ambienti interni ed esterni, protezione contro corrosione, polvere portata dal vento, pioggia, schizzi e getti d'acqua e danni da ghiaccio
6	IP67	Ambienti interni ed esterni, protezione contro getti d'acqua, ingresso d'acqua in immersione e danni da ghiaccio
12	IP54	Ambienti interni, protezione contro polvere, sporcizia che cade e gocciolamento di liquidi non corrosivi
13	IP54	Ambienti interni, protezione contro polvere, sporcizia che cade e gocciolamento di liquidi non corrosivi

# Livelli di integrità della sicurezza (SIL)

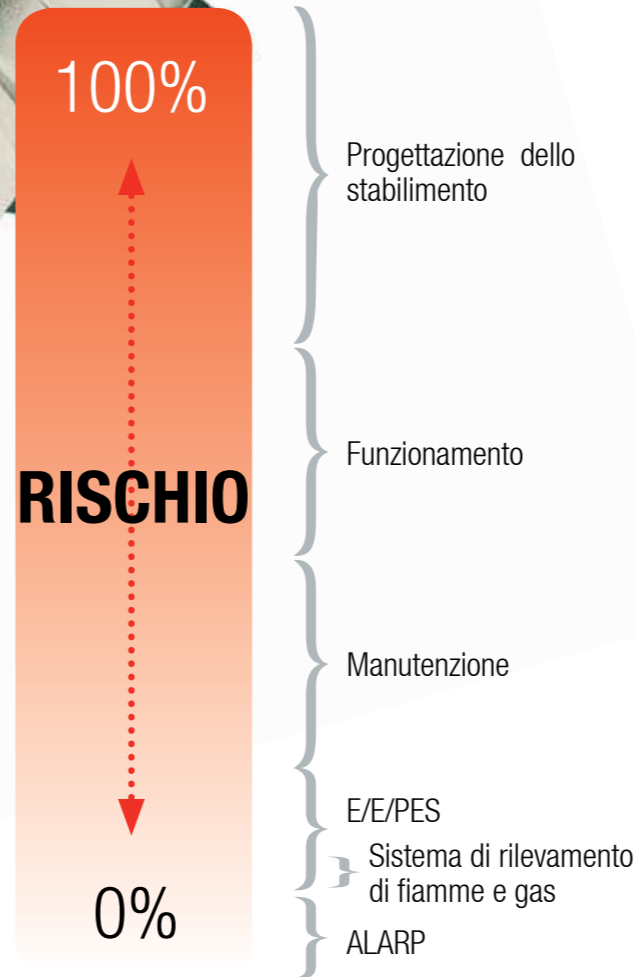
La certificazione riguarda essenzialmente la sicurezza di un prodotto nel luogo in cui viene utilizzato, affinché non crei esso stesso dei pericoli. La procedura di certificazione (soprattutto in Europa con l'introduzione della norma ATEX relativa ai dispositivi legati alla sicurezza) è stata completata includendo anche le prestazioni fisiche e di misurazione dei prodotti. Il SIL compie un ulteriore passo avanti poiché riguarda la sicurezza del prodotto in termini di capacità di svolgere le funzioni di sicurezza quando richiesto (rif.: IEC 61508 requisiti per i costruttori). Si tratta di un requisito sempre più importante, in quanto progettisti e operatori sono chiamati a realizzare e documentare i propri sistemi strumentali di sicurezza (SIS) (rif.: IEC 61511 requisiti per gli utenti).

Le singole norme applicabili a tipi specifici di apparecchiature vengono sviluppate sulla base della norma IEC 61508. La norma di riferimento per le apparecchiature di rilevamento dei gas è la EN50402:2005+A1:2008 "Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible or toxic gases or vapors or of oxygen. Requirements on the functional safety of fixed gas detection systems (Apparecchi elettrici per il rilevamento e la misurazione di gas o vapori tossici o combustibili o dell'ossigeno. Requisiti per la sicurezza funzionale dei sistemi fissi per il rilevamento dei gas).

La gestione della sicurezza è finalizzata alla riduzione del rischio. Tutti i processi presentano un fattore di rischio; l'obiettivo è ridurre questo fattore allo 0%. Realisticamente ciò non è possibile, pertanto viene stabilito un livello di rischio accettabile che sia "il più basso ragionevolmente possibile", indicato come ALARP (As Low As Reasonably Practical). Il principale fattore di riduzione del rischio è costituito dall'attenzione per la sicurezza in fase di progettazione e di definizione delle specifiche. Anche l'utilizzo di procedure operative sicure e una attenta pianificazione della manutenzione possono ulteriormente ridurre il rischio. L'E/E/PES (Electrical/Electronic/Programmable Electronic System, sistema elettrico/elettronico/programmabile elettronico) costituisce l'ultima linea di difesa nella prevenzione degli incidenti. Il SIL consente di quantificare le funzioni di sicurezza di un E/E/PES. Nelle applicazioni più comuni ciò concerne i sistemi F&G: rivelatori, resolver logici e sistemi di segnalazione/attuazione di sicurezza.

È noto che tutte le apparecchiature possono presentare anomalie di funzionamento. La cosa più importante è essere in grado di capire quando si verificano le anomalie e

prendere adeguate contromisure. Alcuni sistemi consentono di utilizzare la ridondanza per mantenere una funzione. Altri consentono di utilizzare a tal fine la procedura di autotest. Lo scopo principale in fase di progettazione è evitare che un errore che impedisce al sistema di espletare le proprie funzioni di sicurezza non venga rilevato. Tra l'affidabilità e la sicurezza esiste una differenza estremamente importante: un prodotto che sembra affidabile può non indicare alcune delle anomalie che si verificano, mentre uno che apparentemente riporta molte anomalie può rivelarsi più sicuro in quanto non si trova mai (o molto raramente) nella condizione di non essere in grado di espletare le proprie funzioni o di non avvertire di tale evento. ■



Esistono 4 livelli di SIL e quanto maggiore è il SIL, tanto minore è la probabilità di mancata esecuzione di una funzione quando viene richiesta (PFD, Probability of Failure on Demand). Molti prodotti per la rilevazione dei gas e degli incendi attualmente in uso sono stati progettati prima dell'introduzione del SIL e quindi non potranno che ottenere un punteggio SIL basso o nullo nelle valutazioni individuali. Per superare questo problema, è possibile ridurre gli intervalli tra le prove o combinare sistemi che sfruttano tecnologie diverse (eliminando così anomalie comuni a una determinata modalità) per aumentare la classificazione SIL effettiva.

Affinché un sistema raggiunga un determinato SIL, è necessario prendere in considerazione la somma dei PFD.

SIL	Probabilità di mancata esecuzione di una funzione quando richiesta
1	$> 10da^{-2} a < 10^{-1}$
2	$> 10da^{-3} a < 10^{-2}$
3	$> 10da^{-4} a < 10^{-3}$
4	$> 10da^{-5} a < 10^{-4}$



Per SIL 2 PFD (sensore) + PFD (resolver) + PFD (attuatore) < 1x10<sup>-2</sup>

La scelta del SIL necessario per l'installazione deve essere effettuata tenendo presente il livello di gestione della sicurezza nell'ambito della progettazione del processo stesso. L'E/E/PES non deve essere considerato il principale sistema di sicurezza. La progettazione, il funzionamento e la manutenzione costituiscono i principali fattori per la sicurezza di qualsiasi processo industriale.

# Sistemi di rilevazione dei gas

Il metodo utilizzato più comunemente per il monitoraggio continuo delle perdite di gas pericolosi consiste nel posizionare un certo numero di sensori nei luoghi in cui è più probabile che si verifichino tali perdite. Spesso questi sensori vengono collegati elettricamente a un controller multicanale posizionato a distanza, in un'area sicura e priva di gas, con un display e dei dispositivi di allarme, di registrazione degli eventi, eccetera. Questo sistema è detto "a punto fisso". Come indicato dal nome, viene posizionato in maniera permanente nell'area prescelta (ad es. una piattaforma offshore, una raffineria di petrolio, celle frigorifere all'interno di laboratori, eccetera).

La complessità dei sistemi per la rilevazione dei gas dipende dall'uso a cui sono destinati i dati raccolti. La registrazione dei dati consente di utilizzare le informazioni per l'individuazione delle aree problematiche e l'applicazione di misure di sicurezza. In un sistema utilizzato solo come allarme le indicazioni fornite saranno semplici e non sarà necessario memorizzare i dati. Quindi nella scelta del sistema è importante sapere quale sarà l'uso delle informazioni raccolte per poter impiegare i componenti più adatti. Nel monitoraggio dei gas tossici l'utilizzo di sistemi multipunto si è rivelato rapidamente molto utile nella risoluzione di numerose problematiche legate all'esposizione nei luoghi di lavoro ed è prezioso sia per l'identificazione dei problemi che per informare i lavoratori e i dirigenti sulle concentrazioni degli inquinanti nei luoghi di lavoro.

Nella progettazione dei sistemi multipunto è necessario prestare attenzione a diversi componenti utilizzati e a come questi vengono collegati. Ad esempio, quando si utilizzano sensori di rilevazione catalitici, i cavi elettrici collegati ai sensori devono presentare tre conduttori interni isolati, ciascuno di 1 mm quadrato, che trasportano non solo il segnale in uscita ma anche l'alimentazione al circuito elettrico a ponte, che è posizionato in corrispondenza del sensore per ridurre la caduta di tensione del segnale lungo i cavi.

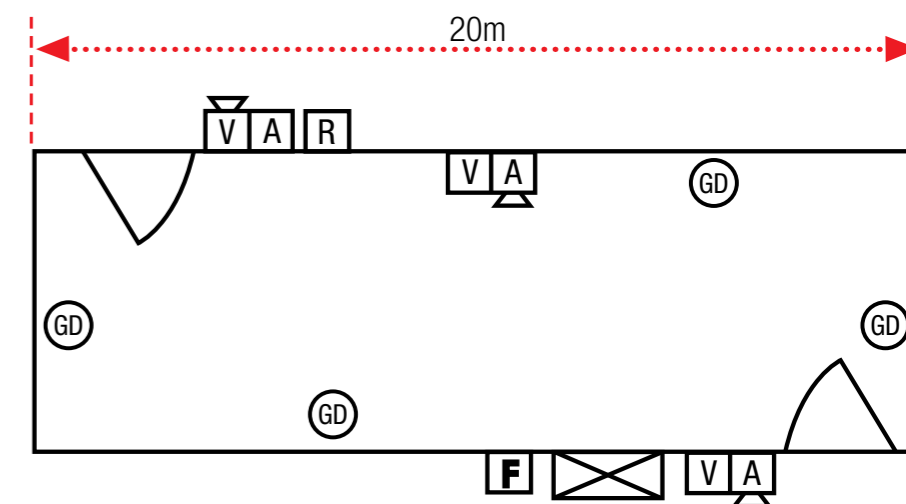
Nei sistemi di monitoraggio dei gas tossici (e talvolta anche in quelli destinati ai gas infiammabili), l'atmosfera viene campionata



## Tipico sistema di rilevazione dei gas di dimensioni ridotte per la protezione di una stanza

### Legenda

-  Rivelatore di gas
-  Allarme acustico e visivo
-  Reset remoto
-  Derivazione con fusibile
-  Pannello di controllo



in postazioni remote rispetto all'unità e i gas vengono portati ai sensori mediante pompe e tubi in materiale sintetico con diametro interno ridotto. Nella progettazione di tali sistemi è necessario prestare molta attenzione alla scelta di pompe e tubi di dimensioni adeguate e prevedere un'unità di campionamento sequenziale che esegua il campionamento di un tubo alla volta, nonché filtri che impediscano a particelle e acqua di arrestare il flusso del gas. Il diametro interno dei tubi è un fattore determinante, in quanto deve essere sufficientemente grande da garantire tempi di risposta rapidi con pompe di dimensioni normali, ma non tanto grande da permettere la diluizione eccessiva del campione con l'aria. Ogni punto di campionamento deve essere collegato a un tubo diverso; se più punti sono collegati a un unico sensore centrale, sarà necessario spurgare il sensore con aria pulita tra un campione e l'altro.

I controller utilizzati nei sistemi fissi possono essere disposti in posizione centrale o distribuiti in punti diversi all'interno di un edificio, a seconda delle applicazioni. Sono contenuti in un pannello di controllo e possono presentare una configurazione monocanale (una scheda di controllo per sensore) o multicanale: quest'ultima soluzione risulta particolarmente utile quando vi sono importanti limitazioni in termini di potenza, spazio o costo.

Le unità di controllo sono provviste di un LCD o di un misuratore sul pannello anteriore, che riporta la concentrazione di gas in corrispondenza di ciascun sensore; solitamente, sono anche dotate di relè interni

per il controllo di funzioni quali allarme, guasto e arresto. Il numero di livelli di allarme disponibili varia da un controller all'altro, ma in genere è possibile impostare fino a tre livelli, a seconda delle disposizioni di legge o delle pratiche in uso in un determinato settore. Altre funzioni utili sono l'azzeramento e l'inibizione degli allarmi, l'indicazione di valori fuori scala e uscite analogiche da 4-20 mA. Spesso sono disponibili uscite digitali anche per interfacciare il controller con un DCS/BMS. È importante ricordare che lo scopo fondamentale dei sistemi di rilevamento dei gas consiste nell'individuare una concentrazione di gas prima che raggiunga livelli pericolosi e nell'avviare una procedura di attenuazione per prevenire i rischi. Se la concentrazione di gas si avvicina a un livello pericoloso, vengono avviati una procedura esecutiva di arresto e i segnali di allarme. Non è sufficiente limitarsi a registrare l'evento o a misurare i livelli di gas a cui è stato esposto il personale.

### CAVI E SCATOLE DI DERIVAZIONE

Normalmente nei sistemi industriali per la rilevazione dei gas come quelli descritti sopra i sensori sono posizionati in diversi punti strategici all'interno dello stabilimento e a distanze variabili dal controller. In fase di installazione dei collegamenti elettrici al controller è importante ricordare che ogni cavo del sensore ha una resistenza di circuito diversa in base alla sua lunghezza. Con rivelatori a tensione costante la procedura di taratura richiede la presenza di un operatore vicino al sensore sul campo e di un'altro

operatore vicino al controller. Per i rivelatori a corrente costante o per quelli con trasmettitore locale il dispositivo di campo può essere tarato separatamente dal controller.

I cavi dei sensori vengono protetti dai danni esterni mediante il passaggio all'interno di un condotto metallico o mediante l'utilizzo di un cavo con adeguata protezione meccanica. Ad ogni estremità del sensore è necessario inserire pressacavi di protezione e il sensore deve essere montato su una scatola di derivazione per rendere semplici, "puliti" e a bassa resistenza i collegamenti ai morsetti. Inoltre, è molto importante assicurarsi che le dimensioni dei pressacavi e le filettature delle viti siano compatibili con la scatola di derivazione e con il diametro esterno dei cavi utilizzati. È anche necessario utilizzare rondelle di tenuta per garantire che la parte compresa tra il rivelatore e la scatola di derivazione rimanga protetta dagli agenti atmosferici. Infine, conviene ricordare che i produttori di sensori, quando forniscono le informazioni necessarie per calcolare la sezione interna dei cavi di installazione, normalmente indicano la massima resistenza di circuito (e non la resistenza di linea) dei collegamenti. ■

# Posizionamento dei sensori

"Di quanti rivelatori ho bisogno?" e "Dove devono essere posizionati?" sono due delle domande più frequenti in merito ai sistemi di rilevazione dei gas e probabilmente sono anche tra quelle a cui è più difficile dare una risposta. A differenza di altri tipi di rivelatori legati alla sicurezza, come i rivelatori di fumo, non esiste una definizione chiara della posizione e della quantità di rivelatori necessari per ciascuna specifica applicazione.

Indicazioni rilevanti sono reperibili nelle norme come la EN 60079-29-2 e altre riguardanti la scelta, l'installazione, l'uso e la manutenzione delle apparecchiature per il rilevamento e la misurazione di gas combustibili o di ossigeno. Ove applicabile possono essere utilizzati anche codici di procedura internazionali quali il National Electrical Code (NEC) o il Canadian Electrical Code (CEC). Inoltre alcuni organismi normativi pubblicano delle specifiche contenenti i requisiti in materia di rilevamento del gas per specifiche applicazioni.

Questi testi di riferimento sono utili ma spesso risultano o troppo generici e quindi poveri di particolari oppure troppo focalizzati su una determinata applicazione e quindi inutili per la maggior parte delle altre applicazioni.

La posizione dei rivelatori deve essere stabilita sulla base del parere di esperti con conoscenze specifiche nel settore della dispersione dei gas, in combinazione con le indicazioni di ingegneri di processo/tecnici delle apparecchiature e personale di sicurezza. È inoltre necessario tenere traccia dell'accordo raggiunto in merito al posizionamento dei rivelatori.

I rivelatori devono essere montati dove è più probabile che vi sia presenza di gas. In uno stabilimento industriale la protezione più elevata è necessaria intorno alle caldaie a gas, ai compressori, ai serbatoi pressurizzati, alle bombole e alle condutture. Le aree in cui le perdite sono più probabili sono le valvole, gli indicatori, le flange, i giunti a T, i collegamenti di riempimento o scarico, eccetera.

Esistono numerose considerazioni semplici, spesso anche ovvie, che aiutano a stabilire il posizionamento dei rivelatori.

## CURIOSITÀ SUI GAS

Lo xeno è l'elemento gassoso non radioattivo più raro nell'atmosfera terrestre. Rappresenta 90 parti per miliardo dell'atmosfera totale.



Forse il consiglio più importante è non cercare di risparmiare utilizzando il minor numero possibile di rivelatori. Pochi sensori in più potrebbero veramente fare la differenza in caso di perdite di gas!

- Per rilevare gas più leggeri dell'aria (ad es. metano e Idrogeno), i rivelatori devono essere montati in alto ed è consigliabile utilizzare un cono di raccolta
- Per rilevare gas più pesanti dell'aria (ad es. butano e biossido di zolfo), i rivelatori devono essere montati in basso
- Tenere presente che le fughe di gas possono subire gli effetti di correnti d'aria naturali o forzate. Montare rivelatori nelle condotte di ventilazione, se necessario.
- Nella scelta della posizione dei rivelatori tenere conto dei possibili danni provocati da eventi naturali quali pioggia o inondazioni. Per i rivelatori montati in ambienti esterni è preferibile utilizzare il sistema di protezione dagli agenti atmosferici
- In caso di impiego in climi caldi e di esposizione diretta ai raggi solari, utilizzare un parasole per il rivelatore
- Tenere conto delle condizioni del processo. Ad esempio, il butano e l'ammoniaca sono di norma più pesanti dell'aria, ma se rilasciati da una linea di lavorazione a temperatura elevata e/o sotto pressione potrebbero salire anziché scendere
- I rivelatori devono essere posizionati leggermente distanziati da componenti ad alta pressione per consentire la formazione di nubi di gas. Altrimenti, le perdite di gas potrebbero oltrepassare i rivelatori sotto forma di getti ad alta pressione e non essere rilevate
- Tenere in considerazione la facilità di accesso per l'esecuzione di test funzionali e di interventi di manutenzione
- I rivelatori devono essere installati nel punto prescelto rivolti verso il basso. Ciò garantisce che sulla parte anteriore del sensore non si accumulino polvere o acqua, che potrebbero impedire l'ingresso dei gas
- Per il posizionamento dei dispositivi a infrarossi a percorso aperto è importante assicurarsi che il fascio di raggi infrarossi non venga bloccato od oscurato in maniera permanente. Sono ammissibili ostruzioni temporanee dovute a veicoli, personale del sito, uccelli, eccetera
- Assicurarsi che le strutture su cui sono montati i dispositivi a percorso aperto siano resistenti e non soggette a vibrazioni ■

# Opzioni più comuni di montaggio dei sensori

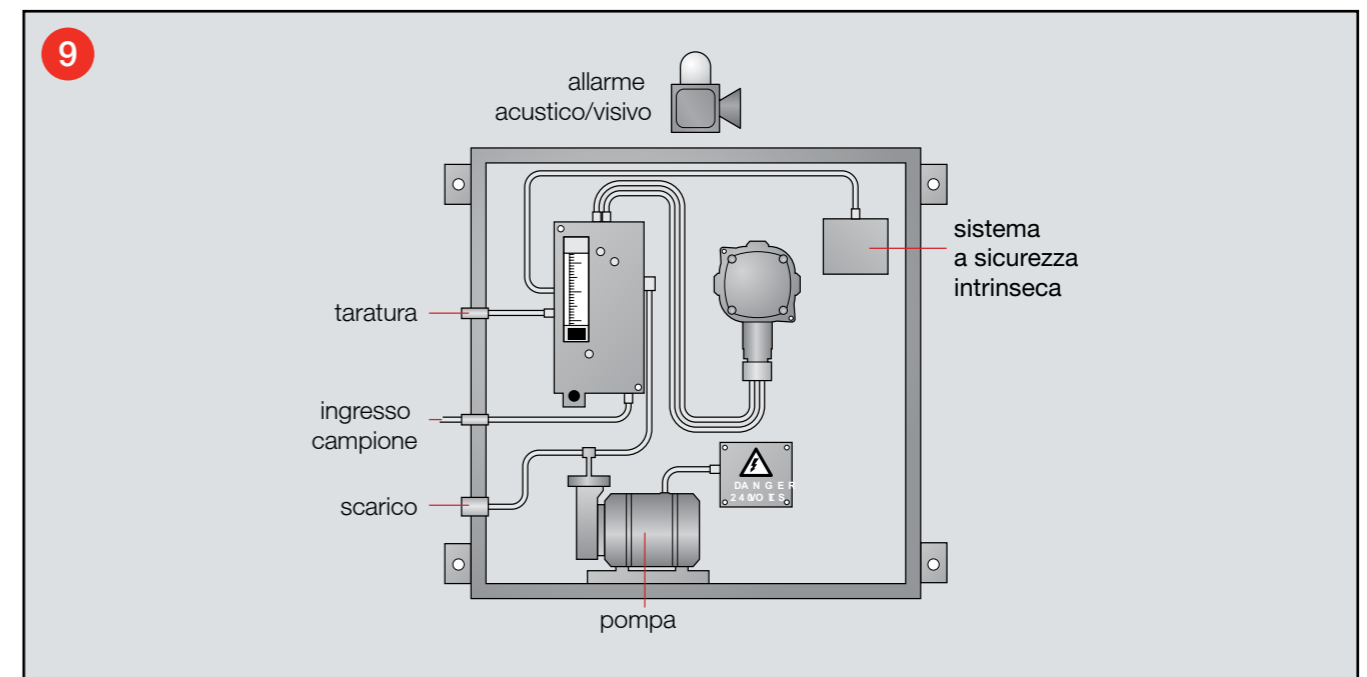
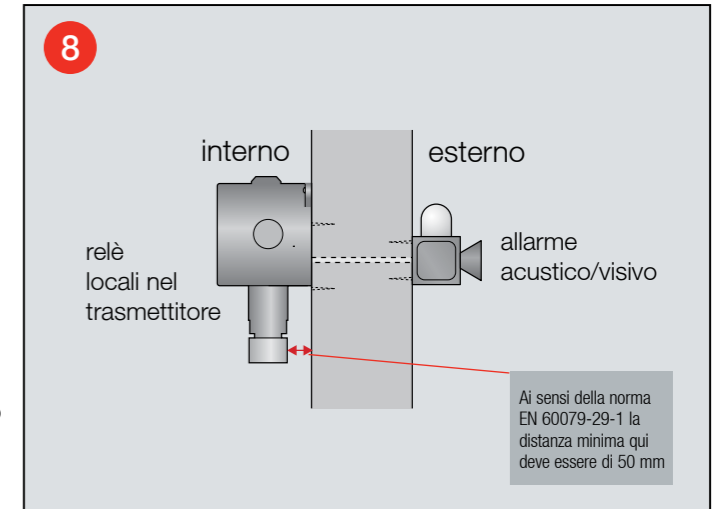
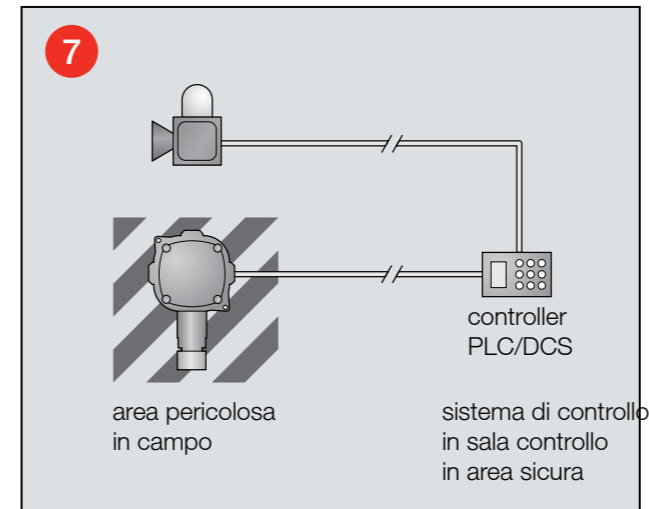
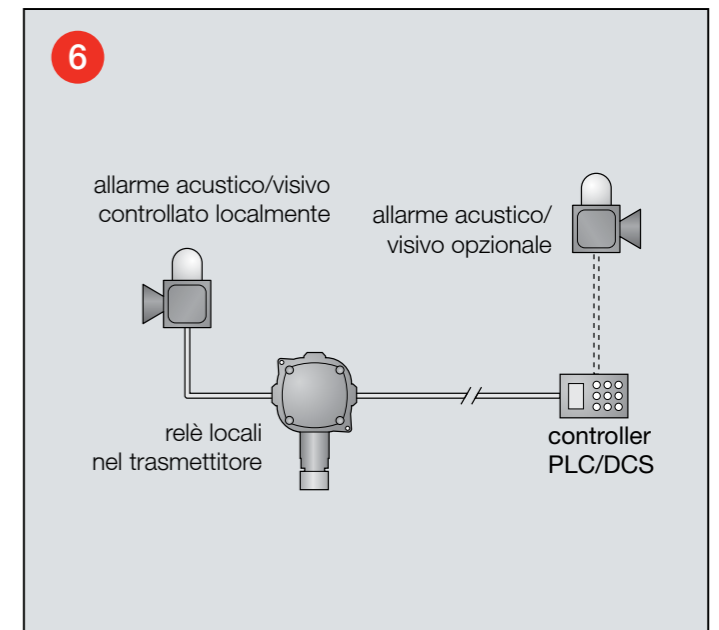
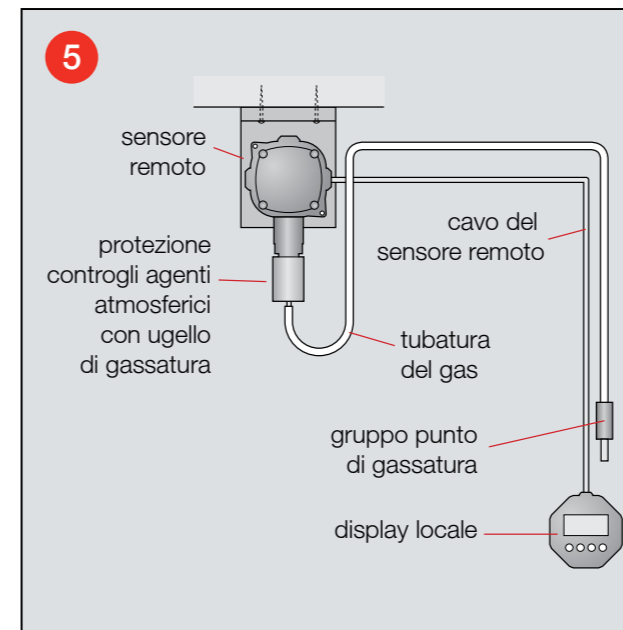
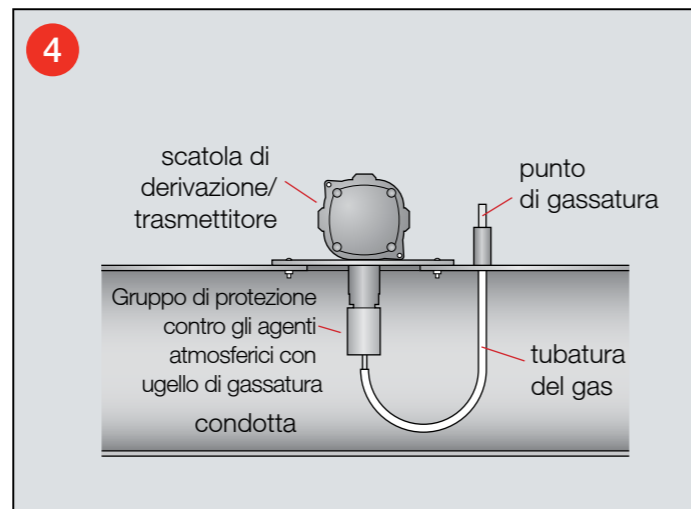
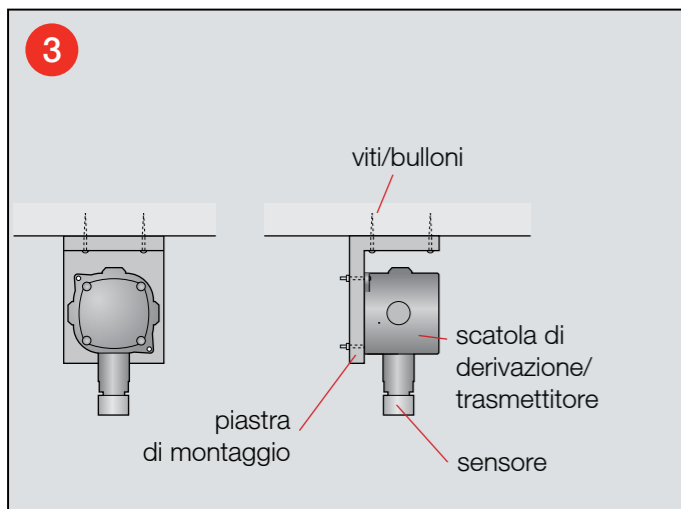
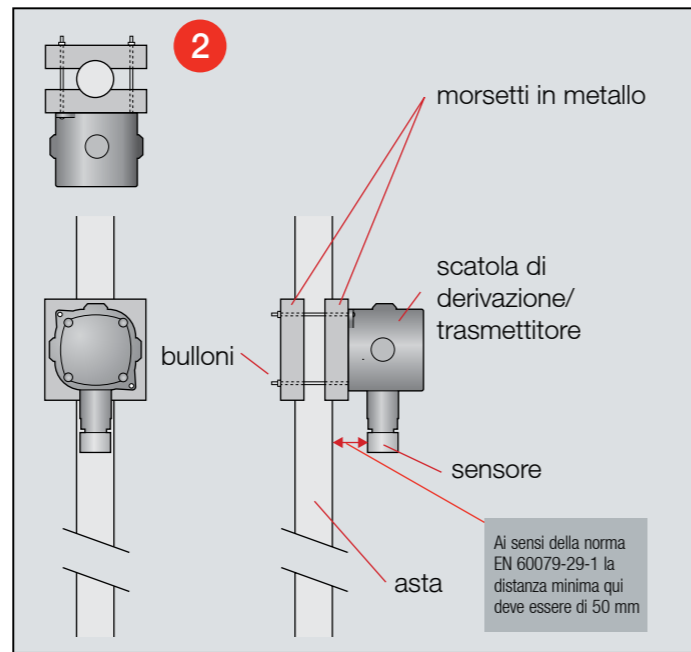
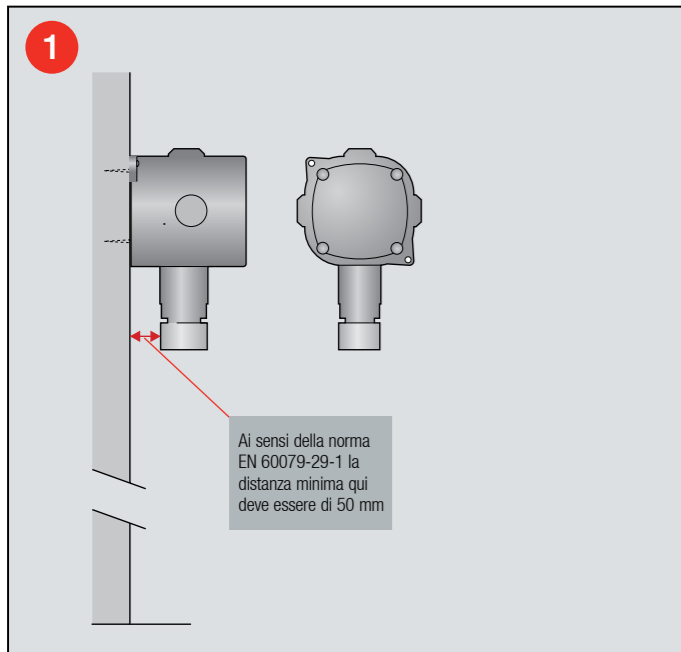
1. Montaggio a parete
2. Montaggio su asta
3. Montaggio a soffitto
4. Montaggio in condotta

## Configurazioni di sistema più diffuse

5. Sensore remoto, gassatura/display locale
6. Sistema di allarme controllato in locale
7. Sistema tipico sensore/controller
8. Sistema autonomo
9. Sistema tipico di campionamento/aspirazione

**CURIOSITÀ SUI GAS**

Giove, il gigante di gas più grande del nostro sistema solare, contiene circa il 90% di idrogeno e il 10% di elio. Di fatto, la sua composizione è molto simile a quella di una nebulosa solare primordiale (il tipo di nebulosa da cui si è sviluppato il nostro sistema solare).



# Installazione

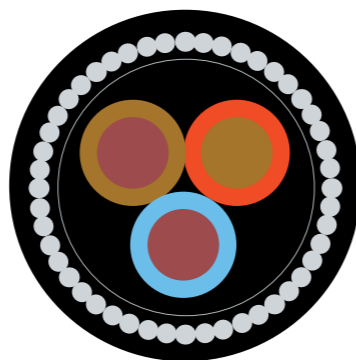
**Sono essenzialmente tre i metodi di installazione utilizzati a livello mondiale per le apparecchiature elettriche in ambienti pericolosi:**

1. Cavo con ingresso indiretto
2. Cavo con ingresso diretto
3. Condotto passacavi

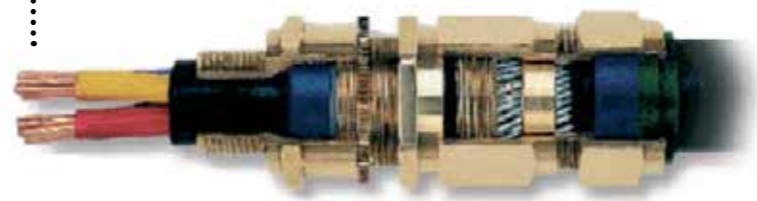
## Sistemi a cavo

Sono utilizzati soprattutto in Europa (sebbene i codici elettrotecnici di Stati Uniti e Canada indichino che i cavi con rivestimento metallico e quelli con isolante minerale possano essere utilizzati nelle aree di classe 1, divisione 1 o zona 1). Le norme relative alle aree esplosive stabiliscono che è necessario utilizzare sistemi a cavo con un'adeguata protezione meccanica. Spesso nelle aree a rischio di danni meccanici si usano cavi con armatura in filo d'acciaio (SWA, Steel Wire Armoured); in alternativa, i cavi stessi vengono inseriti in condotti passacavi di protezione aperti alle due estremità. Per collegare in maniera sicura i cavi all'involucro si utilizzano pressacavi certificati. ■

Sezione trasversale di un tipico cavo SWA



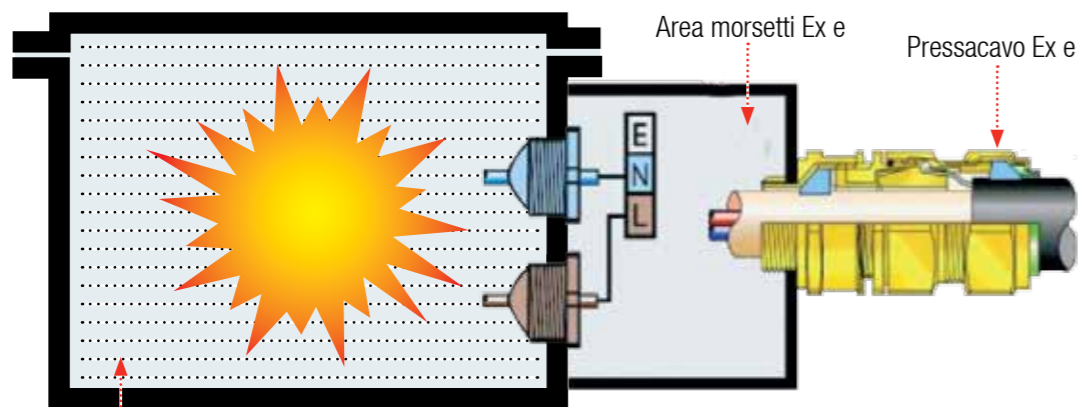
Questo tipo di pressacavo è l'unico in grado di soddisfare i requisiti della norma IEC 60079-14. Impedisce la migrazione del gas tra i conduttori ed è dotato di rivestimento interno estruso.



Sezione di un tipico pressacavo

## Ingresso indiretto dei cavi

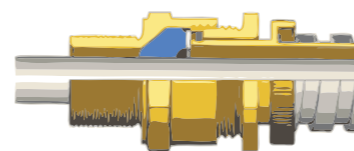
Sono utilizzati soprattutto in Europa (sebbene i codici elettrotecnici di Stati Uniti e Canada indichino che i cavi con rivestimento metallico e quelli con isolante minerale possano essere utilizzati nelle aree di classe 1, divisione 1 o zona 1). Le norme in materia di protezione contro le esplosioni stabiliscono che è necessario utilizzare sistemi a cavo con un'adeguata protezione meccanica. Spesso nelle aree a rischio di danni meccanici si usano cavi con armatura in filo d'acciaio (SWA, Steel Wire Armoured); in alternativa, i cavi stessi vengono inseriti in condotti passacavi di protezione aperti alle due estremità. Per collegare in maniera sicura i cavi all'involucro si utilizzano pressacavi certificati. ■



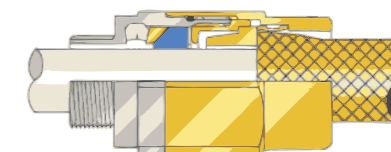
Involucro antideflagrante

## Ingresso diretto dei cavi

A2FFC (uso in ambienti interni/esterni, Ex d, Ex ia)

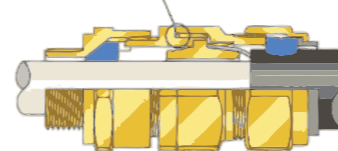


D3CDS (per uso con cavi per impiego navale, standard e per aree a rischio di esplosione)

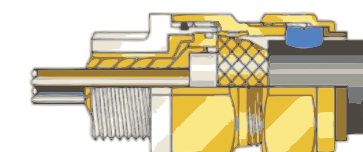


E1FU (protezione paraspruzzi, antideflagrante, Ex d, Ex ia)

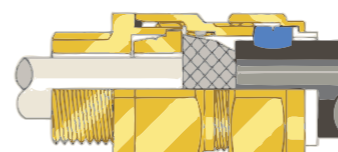
Opzione resistente agli spruzzi



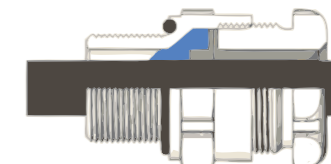
PX2KX (per uso con cavi armati e sotto guaina)



C2K (cavo armato, Ex)



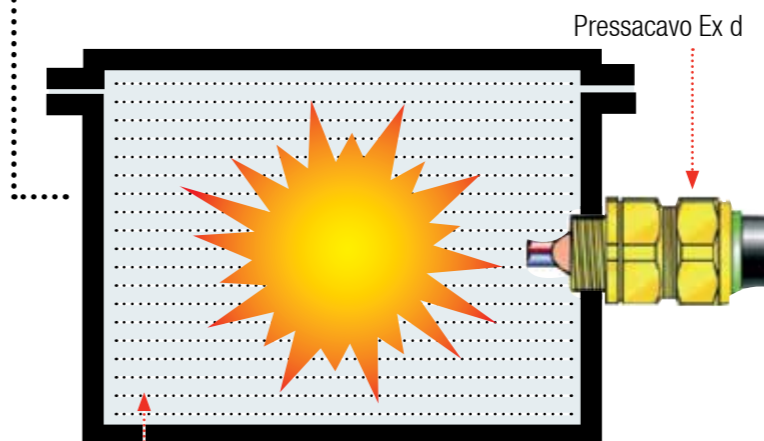
TC (per uso in ambienti pericolosi, umidi/sottoposti a spruzzi)



## Ingresso diretto dei cavi | Condotto passacavi

L'ingresso diretto viene eseguito all'interno dell'involucro antideflagrante. Devono essere utilizzati esclusivamente pressacavi appositamente certificati. È necessario prendere in considerazione il tipo e la struttura del cavo per scegliere il pressacavo corretto. L'integrità della protezione dipende dal fatto che l'installatore segua le procedure corrette. ■

Questo è il sistema di installazione nelle aree a rischio di esplosione più diffuso negli Stati Uniti. I cavi elettrici vengono fatti passare singolarmente all'interno di tubi metallici chiusi. Questi tubi sono collegati all'involucro mediante raccordi e devono avere una guarnizione ad una distanza non superiore a 457,2 mm da ogni punto di ingresso. L'intero condotto passacavi è antideflagrante. ■

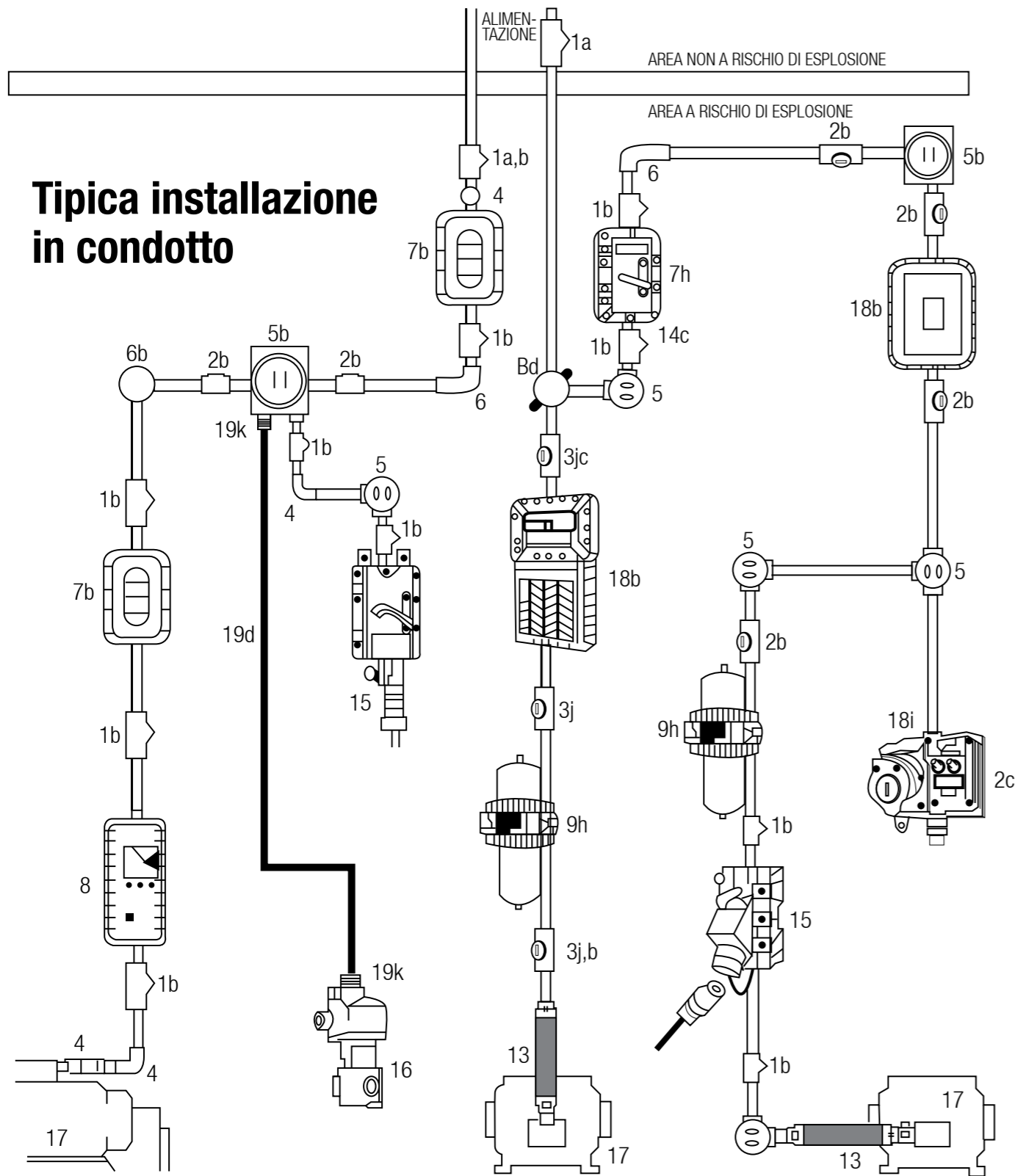


Involucro antideflagrante



# Metodi di installazione

## Tipica installazione in condotto



## CURIOSITÀ SUI GAS

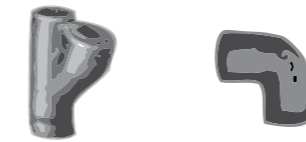
Il fluoro è l'elemento più reattivo e più elettronegativo, caratteristiche che rendono il fluoro elementare un ossidante forte molto pericoloso. Come tale, il fluoro reagisce direttamente con la maggior parte degli elementi, compresi i gas nobili cripton, xeno e radon.

### Accessori e dispositivi di tenuta per condotti



EXGJH/EXLK

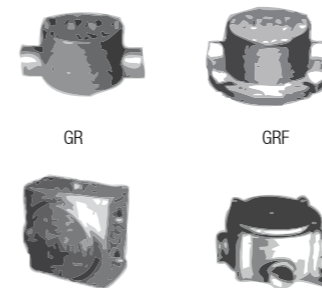
UNY



EYM

EYDM

### Scatole



GR

GRF

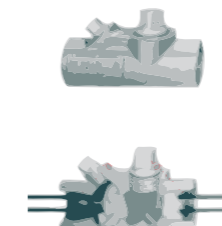
GRSS

CPU

### Dispositivi di tenuta per condotti

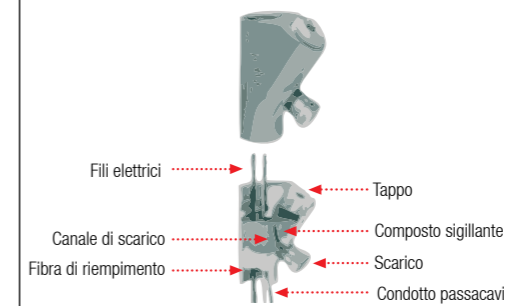
Gli elementi di tenuta fanno sì che le eventuali esplosioni all'interno del tubo rimangano confinate. È necessario installare scarichi nei punti situati in basso, in cui potrebbe accumularsi la condensa.

### Dispositivo di tenuta orizzontale



Fibra di riempimento Composto sigillante

### Dispositivo di tenuta verticale con scarico



Fili elettrici

Tappo

Canale di scarico

Composto sigillante

Fibra di riempimento

Scarico

Condotto passacavi



# Manutenzione e cura continua dei sistemi di rilevamento dei gas

Un elemento fondamentale per garantire che le apparecchiature fisse e portatili per la rilevazione dei gas funzionino correttamente è eseguire periodicamente le procedure di manutenzione, riparazione e taratura. A differenza di altre apparecchiature utilizzate per la sicurezza (ad es. il rilevamento degli incendi), i rivelatori di gas non dispongono di leggi specifiche o linee guida chiare che indichino la frequenza della manutenzione. I documenti disponibili in materia si limitano ad affermare che la manutenzione deve essere eseguita di frequente da personale competente e con una formazione adeguata, sempre nel rispetto delle raccomandazioni fornite dal costruttore.

**L**e applicazioni di rilevazione dei gas presentano differenze notevoli che possono influire sui metodi di assistenza e anche sulla frequenza degli interventi di manutenzione necessari per un funzionamento corretto e massimi tempi di attività.

È importante definire intervalli di manutenzione delle apparecchiature adeguati sulla base degli specifici fattori che caratterizzano ciascuna determinata applicazione. Alcuni siti preferiscono disporre di personale interno dedicato per interventi di manutenzione di routine e per le riparazioni ad-hoc delle apparecchiature, mentre altri optano per affidare queste attività in outsourcing al costruttore delle attrezzature o ad un fornitore di assistenza tecnica esterno.

Honeywell, azienda leader nella produzione di attrezzature e nella fornitura di soluzioni complete, offre assistenza tecnica globale e continua, sia direttamente che attraverso una rete di distributori autorizzati.

Affidandosi a Honeywell o ai suoi distributori autorizzati si ottiene molto di più della sola manutenzione e assistenza sul campo; il nostro obiettivo infatti è diventare un'estensione della vostra attività, fornendovi soluzioni su misura che incrementano al massimo i tempi di attività e si adattano con flessibilità ad esigenze in continuo cambiamento.

## Scegliere il fornitore di servizi adeguato

Per la scelta di una soluzione di rilevazione di gas è fondamentale assumere un approccio olistico considerando l'impatto di manutenzione e assistenza già in fase di selezione. Per dirla in altro modo, un rivelatore di gas non deve solo essere adatto all'applicazione in termini di caratteristiche e funzionalità, ma anche a livello di requisiti di manutenzione.

Il gran numero di aziende che vantano soluzioni all'avanguardia con la miglior offerta in termini di manutenzione e assistenza rende arduo e lungo il processo di confronto tra le varie offerte e di selezione dell'azienda più adatta con cui collaborare.

Prima di decidere è importante valutare ogni potenziale produttore o fornitore di servizi esterno in base a determinati criteri. Le seguenti domande vi aiuteranno a capire meglio se un fornitore è o meno in grado di soddisfare le vostre esigenze specifiche.

**Domanda:** Quale livello di esperienza possedete in relazione alla mia applicazione specifica?

Un fornitore di servizi deve avere una comprensione intrinseca della vostra attività, oltre che dei requisiti e delle norme che caratterizzano non solo la vostra applicazione, ma l'intero settore in cui operate. Variabili legate all'applicazione e requisiti legislativi (internazionali o nazionali) possono influire notevolmente sulla manutenzione.

**Domanda:** Offrite servizi di manutenzione e assistenza globali e la flessibilità per rispondere alle mie esigenze specifiche?

Anche se disponete di assistenza in-house per la manutenzione del vostro sistema di rilevamento dei gas, è importante scoprire i servizi di assistenza dedicati. Ad esempio, se si verifica un problema, con quanta rapidità è in grado di intervenire il produttore? Quali risorse sul campo e che tipo di assistenza sono in grado di offrire, quali servizi faranno parte del vostro pacchetto e quali servizi sono invece da pagare a parte? È importante considerare anche la struttura dei servizi offerti. Siete in grado di creare pacchetti su misura con tutte le opzioni più adatte a soddisfare esigenze specifiche o i pacchetti sono più strutturati e standardizzati?

**Domanda:** Quali infrastrutture offrite e quale tipo di assistenza clienti riceverò scegliendo di lavorare con voi?



È basilare conoscere la gamma completa di risorse offerte da un potenziale fornitore di servizi, in particolare le risorse di cui dispone per fornirvi informazioni ogni volta che ne avrete bisogno. Dovrete anche conoscere il livello di assistenza clienti cui avrete accesso a livello di evasione degli ordini e logistica di distribuzione per attrezzature e servizi, se l'assistenza verrà fornita nella vostra lingua ecc.

**Domanda:** Mi fornirete supporto e assistenza continua nella mia lingua, tenendo conto delle consuetudini e normative locali?

A nessuno piace abbandonare le proprie abitudini e le differenze linguistiche, culturali e legislative rivestono una particolare importanza, soprattutto a livello di prodotti altamente tecnici come i rivelatori di gas.

## Servizi di assistenza regolare

L'aspetto più evidente dell'assistenza regolare riguarda la manutenzione e le riparazioni (laddove necessarie), ma in realtà questi elementi sono solo una piccola parte dei servizi offerti agli utenti di sistemi di rilevamento dei gas. Un buon fornitore di servizi sarà in grado di guidarvi sin dalle primissime fasi di individuazione delle esigenze e di scelta dei dispositivi, fino al supporto del prodotto per l'intera vita utile.

## Selezione e integrazione dei sistemi di rilevamento dei gas

Un fornitore di servizi può collaborare con i tecnici commerciali applicando un approccio olistico per individuare le soluzioni più adatte contribuendo ad una perfetta integrazione con un impatto minimo sulle attività del sito.

**Valutazioni del sito:** la valutazione del sito può essere particolarmente vantaggiosa, soprattutto per i clienti che non conoscono le opportunità di rilevamento fisso disponibili. L'assistenza di un esperto e l'analisi del sito possono contribuire a definire i punti in cui occorrerà prevedere strumenti di rilevamento e quali soluzioni possono soddisfare le esigenze dello stabilimento.

**Ingegneria applicativa:** assistenza per definire le soluzioni migliori nel contesto dell'applicazione e delle variabili che la caratterizzano.

**Integrazione in sistemi esistenti:** quando i siti dispongono già di sistemi di sicurezza, il supporto consiste nel guidare la scelta dei rivelatori più adatti da integrare al loro interno.

**Assistenza preliminare all'installazione:** dopo aver scelto la soluzione di rilevamento, occorre procedere con cura anche in fase di

ricevimento e integrazione degli strumenti. La messa in servizio di nuove apparecchiature può influire su vari aspetti dello stabilimento, dalla produttività alla necessità di modificare sistemi già esistenti. Gli esperti possono contribuire a semplificare il processo di integrazione.

**Verifica e certificazione della sede (SAT):** si tratta di una verifica funzionale completa condotta in loco con tutti i nuovi dispositivi di rilevamento dei gas per testarne le prestazioni.

**Messa in servizio:** è sempre consigliabile avvalersi di tecnici competenti e debitamente formati per garantire un'installazione e un funzionamento corretti. La messa in servizio da parte di professionisti mantiene inoltre la validità della garanzia del produttore e ne evita il decadimento a causa di danni dovuti ad un'errata configurazione.

## Manutenzione regolare

I programmi di manutenzione sono molto vantaggiosi poiché limitano l'eventualità di problemi che potrebbero influire negativamente sulla produttività: l'approccio di manutenzione regolare può quindi contribuire a massimizzare i rendimenti e ad evitare costosi fermi di produzione.

## Manutenzione e cura continua dei sistemi di rilevazione dei gas (continua)

**Manutenzione sul campo:** l'assistenza sul campo è ideale per quei siti in cui non sono disponibili addetti alla manutenzione e consente di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature. I team sul campo possono svolgere attività di manutenzione pianificate o riparazioni ad hoc in loco.

**Manutenzione preventiva/correttiva:** come dice il proverbio, prevenire è meglio che curare e lo stesso vale per la manutenzione degli strumenti di rilevamento dei gas. Invece di attendere fino al verificarsi di un problema (che potrebbe influire negativamente sulla produttività), un programma di manutenzione è in grado di massimizzare il rendimento limitando notevolmente potenziali problemi specifici. Ricerche di mercato mostrano infatti che un regime di manutenzione preventiva è in grado di limitare il numero di problemi alla apparecchiature fino al 50% nei primi 90 giorni.

**Riparazioni in officina:** quando i dispositivi necessitano di riparazioni, è importante che queste vengano svolte nel rispetto dei termini della garanzia (ossia devono essere eseguite dal produttore o da un fornitore di servizi autorizzato e certificato dal produttore). In questo caso è necessario avvalersi di un fornitore di servizi in grado di garantire interventi rapidi, riducendo al minimo i tempi di inattività.

**Manutenzione permanente on-site:** per le applicazioni più esigenti, in cui i tempi di inattività devono essere per quanto possibile minimi, può essere necessario un esperto on-site. A seconda dell'approccio aziendale in materia di risorse interne, può essere preferibile che questi interventi vengano svolti da esterni. Un buon fornitore di servizi è in grado di offrire assistenza on-site, ove necessario.

**Taratura mobile:** l'esecuzione della taratura di routine sui dispositivi non deve essere necessariamente un problema: un fornitore esterno che offra un servizio di taratura mobile per dispositivi portatili può infatti contribuire a limitare molto le interruzioni dei processi. Questa opportunità permette di portare i dispositivi ad un apposito centro di taratura mobile per svolgere le operazioni on-site.

**Linea telefonica di emergenza sempre attiva:** se dovesse accadere il peggio e si avesse bisogno di supporto immediato, un buon fornitore di servizi

sarà in grado di offrire assistenza tecnica di emergenza (per telefono, per e-mail o di persona).

**Riparazione e manutenzione di apparecchiature di altre marche:** molti produttori di livello che offrono assistenza e supporto continui non limitano gli interventi ai propri prodotti. In fase di selezione, occorre considerare se il fornitore è anche in grado di riparare i rivelatori di altre marche che potrebbero essere presenti nel sito, in modo da non dover richiedere l'intervento di altre aziende.

### Come mantenere in essere la garanzia

Come già detto, è fondamentale attenersi alle condizioni contenute nella garanzia di un prodotto (incluse installazione, messa in servizio e riparazione). Il mancato rispetto di tali condizioni può infatti rendere nulla la garanzia. Un vantaggio dell'assistenza tecnica messa a disposizione da alcuni produttori come Honeywell è il valore aggiunto di un certificato di conformità e garanzia operativa del produttore. In questo modo si può avere la certezza che tutto il lavoro svolto rispetti le condizioni necessarie per mantenere in essere la garanzia.

## Honeywell Gas Detection | L'unico fornitore di servizi di cui avrete bisogno

Honeywell Gas Detection offre una soluzione unica per l'assistenza tecnica continuativa.

Noi di Honeywell Gas Detection conosciamo alla perfezione tutte le applicazioni di rilevamento dei gas e siamo quindi in grado di identificare le esigenze specifiche della vostra attività e di agire di conseguenza. Il nostro team di tecnici specialisti in applicazioni vi fornirà infatti l'esperienza e le conoscenze necessarie a identificare con esattezza ciò di cui avete bisogno e a trovare poi una soluzione su misura.

Honeywell Gas Detection comprende perfettamente l'importanza di un'assistenza di buon livello e tiene conto di questo aspetto offrendo un'ampia gamma di assistenza tecnica e in officina. In altre parole, se vi occorre assistenza potremo aiutarvi in maniera rapida ed efficiente, incrementando al massimo i tempi di attività. L'assistenza che offriamo è inoltre estremamente flessibile: potrete scegliere le opzioni che preferite per creare un pacchetto su misura adatto alle esigenze della vostra attività. Di fatto, ci occupiamo anche dell'assistenza di rivelatori di gas di altre marche.

Noi di Honeywell Gas Detection siamo orgogliosi di offrire la massima qualità in termini di assistenza ai clienti. Questo ci permette di garantire sempre tempi di consegna eccellenti e il supporto necessario, dalla richiesta iniziale del prodotto e per la sua intera durata.

### Perché scegliere Honeywell?

Honeywell è una vera forza trainante nel settore della sicurezza personale, con prodotti innovativi che definiscono gli standard di sicurezza nei luoghi di lavoro:

- Produciamo dispositivi e soluzioni all'avanguardia che riducono i costi per la sicurezza del luogo di lavoro
- Forniamo assistenza e supporto di alto livello per il rilevamento di gas
- Tutti i nostri prodotti sono concepiti per venire incontro a specifiche esigenze di mercato e operiamo direttamente con i vari settori e i clienti per sviluppare soluzioni su misura

Per ulteriori informazioni sui servizi di assistenza tecnica Honeywell o su quelli offerti dalla rete di distributori autorizzati Honeywell, contattateci al numero +41 (0)44 943 4300 o scrivetece all'indirizzo [gasdetection@honeywell.com](mailto:gasdetection@honeywell.com).

### Extra

Oltre ai servizi più tradizionali, molti fornitori sono in grado di offrire vantaggi aggiuntivi:

**Documentazione di supporto:** gli impianti sono tenuti a conservare i certificati di conformità e la relativa documentazione. Un buon produttore di apparecchiature conserva queste informazioni per fornire eventuali copie dei documenti se dovessero servire in futuro.

**Disegni e progetti CAD personalizzati:** per applicazioni particolari o siti complessi possono essere utili disegni su misura per l'integrazione delle nuove apparecchiature. Un buon fornitore di servizi collabora per creare disegni e progetti CAD personalizzati, contribuendo ad una corretta integrazione delle apparecchiature nel vostro sito. ■

# Assistenza completa e supporto tecnico di esperti

Europa +41 (0)44 943 4300

Americhe +1 800 538 0363

Asia +82 (0)2 6909 0300

## Glossario

<b>ACGIH</b>	American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
<b>AIT</b>	Temperatura di autoaccensione (Auto Ignition Temperature).
<b>Analizzatore di gas</b>	Termine generalmente utilizzato per designare apparecchiature utilizzate per misurare concentrazioni di gas estremamente basse (dell'ordine dei ppb o inferiori) o uno specifico gas in presenza di molti altri.
<b>Antideflagrante</b>	Termine utilizzato per designare le apparecchiature di tipo Ex d.
<b>Antideflagrante</b>	Termine utilizzato per designare le apparecchiature di tipo Ex d.
<b>A percorso aperto</b>	I rivelatori di gas a percorso aperto comprendono un trasmettitore e un ricevitore separati da uno spazio. Il trasmettitore emette un raggio di luce infrarossa che rileva la presenza di gas in qualsiasi punto del percorso fra trasmettitore e ricevitore. Il percorso può avere una lunghezza compresa tra pochi metri e qualche centinaio di metri.
<b>Area sicura</b>	Area di lavoro esente da rischi di contaminazione con gas esplosivi.
<b>Aree a rischio di esplosione</b>	Le aree in cui è possibile la presenza di una miscela esplosiva di aria e vapori o gas infiammabili sono definite "pericolose", mentre le altre sono definite "sicure" o "non pericolose". Qualsiasi apparecchiatura elettrica utilizzata in aree a rischio di esplosione deve essere sottoposta a test e certificata, al fine di assicurare che il suo utilizzo, anche in condizioni di guasto, non sia in grado di provocare esplosioni.
<b>Asfissia</b>	Morte dovuta a mancanza di ossigeno.
<b>A sicurezza intrinseca (IS)</b>	Metodo di progettazione che consente di mantenere la massima energia presente all'interno di un'apparecchiatura e del relativo cablaggio al di sotto del livello in grado di provocare un evento di accensione a seguito della generazione di scintille o di calore provocati da un guasto.
<b>ATEX</b>	Direttive europee sulle atmosfere esplosive (ATmosphere EXplosives).
<b>Baseefa</b>	British Approvals Service for Electrical Equipment in Flammable Atmospheres – Certificazione di sicurezza del Regno Unito.
<b>BMS</b>	Sistema di gestione di edifici (Building Management System).
<b>Bus di campo</b>	Standard di comunicazione digitale.
<b>Canale</b>	Una linea o un punto di rilevamento del gas.
<b>Cancerogeno</b>	In grado di provocare il cancro.
<b>Carenza di ossigeno</b>	Concentrazioni di ossigeno inferiori a 20,9% V/V.
<b>CE</b>	Indica la conformità a tutte le direttive europee pertinenti.
<b>CEC</b>	Canadian Electrical Code.
<b>Cella</b>	Un singolo sensore.
<b>CENELEC</b>	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique (Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica).
<b>Certificazione FM</b>	Factory Mutual: certificazione di sicurezza in uso negli Stati Uniti.
<b>Cesi</b>	Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano – Certificazione di sicurezza italiana.
<b>Chemcassette®</b>	Nome registrato di una cartuccia a nastro di carta utilizzata negli analizzatori di gas tossici.
<b>Circuito a ponte</b>	Circuito a ponte di Wheatstone utilizzato nella progettazione dei sensori catalitici.
<b>Classificazione/classe di temperatura</b>	Si riferisce alla temperatura massima superficiale ammessa per un'apparecchiatura. Lo scopo è garantire che un dispositivo non possa raggiungere o superare la temperatura di accensione dei gas o dei vapori presenti nell'ambiente.
<b>Commissione elettrotecnica internazionale</b>	Norme internazionali e metodi di valutazione della conformità per enti governativi, aziende e società per tutte le tecnologie in campo elettrico ed elettronico e nei settori correlati.
<b>Conducibilità termica</b>	Metodo di rilevamento del livello di un gas basato sulle sue proprietà di conducibilità termica.
<b>Condotto passacavi</b>	Tubo in metallo utilizzato soprattutto negli Stati Uniti per l'installazione di fili elettrici in aree a rischio di esplosione.
<b>COSHH</b>	Normativa per il controllo delle sostanze pericolose per la salute (Control of Substances Hazardous to Health).
<b>CSA</b>	Canadian Standards Association.

## Glossario (continua)

<b>Curva di risposta</b>	Linea che indica la risposta del rivelatore al gas in funzione del tempo.
<b>dBA</b>	Decibel, relativi alla scala A di misura (come recepiti dall'orecchio umano).
<b>DCS</b>	Sistema di controllo distribuito (Distributed Control System).
<b>Densità di vapore</b>	Misura della densità del gas o del vapore in relazione all'aria. I gas e i vapori con una densità di vapore inferiore a 1 sono più leggeri dell'aria.
<b>Dispositivo per il monitoraggio dei gas</b>	Apparecchiatura utilizzata in applicazioni dove la presenza di un gas o di una miscela di gas è costante, adoperata per segnalare eventuali cambiamenti nella concentrazione o nella miscela.
<b>Divisione</b>	Classificazione nordamericana delle aree a rischio di esplosione (divisione 1 o 2) che indica la durata della presenza di un pericolo nel tempo.
<b>EMC</b>	Compatibilità elettromagnetica (Electromagnetic compatibility).
<b>ESD</b>	Scarica elettrostatica (Electrostatic discharge).
<b>Esplosimetri</b>	Dispositivi per il monitoraggio dei gas combustibili.
<b>Ex d</b>	Norma di progettazione per aree a rischio di esplosione, "dispositivi antideflagranti"
<b>Ex e</b>	Norma di progettazione per aree a rischio di esplosione, "dispositivi con incapsulamento"
<b>Ex i</b>	Norma di progettazione per aree a rischio di esplosione, "dispositivi a sicurezza intrinseca"
<b>Ex m</b>	Presenza di un incapsulamento che mantiene il gas all'esterno del prodotto. Zone 1 e 2.
<b>EXAM</b>	Organismo tedesco di certificazione delle apparecchiature per le aree a rischio di esplosione.
<b>Fail-safe</b>	Termine utilizzato per designare un rivelatore che non presenta anomalie non segnalate.
<b>Gas naturale</b>	Combustibile fossile formato quasi esclusivamente da metano.
<b>GNL</b>	Gas naturale liquefatto.
<b>GPL</b>	Gas di petrolio liquefatto costituito da propano e butano.
<b>Grisou</b>	Miscela di metano e altri idrocarburi gassosi che si forma nelle miniere di carbone.
<b>Gruppo dell'apparecchiatura</b>	Classificazione dei gas infiammabili in gruppi associati alle norme di progettazione richieste per l'apparecchiatura.
<b>GOST</b>	Organismo russo di certificazione delle apparecchiature per le aree a rischio di esplosione largamente riconosciuto nell'Europa Orientale oppure utilizzato come riferimento per l'emissione locale di certificazioni.
<b>HSE</b>	Health and Safety Executive (Regno Unito).
<b>Ineris</b>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques.
<b>Intelligente</b>	Aggettivo che descrive un sensore munito di un processore che comunica un segnale ed è in grado di eseguire funzioni logiche.
<b>IP</b>	Grado di protezione (Ingress Protection): misura della protezione contro la penetrazione di polvere e acqua.
<b>Intervallo di infiammabilità</b>	Intervallo di concentrazioni all'interno del quale una miscela aria/gas risulta infiammabile.
<b>LCD</b>	Display a cristalli liquidi (Liquid Crystal Display).
<b>LED</b>	Diodo a emissione luminosa (Light Emitting Diode).
<b>LEL</b>	Limite inferiore di esplosività (Lower Explosive Limit): la più bassa concentrazione di "sostanza combustibile" nell'aria in grado di prendere fuoco. Per la maggior parte dei gas e vapori infiammabili corrisponde a un valore inferiore al 5% in volume.
<b>LEL%</b>	Percentuale del limite inferiore di esplosività (ad esempio, il 10% LEL di metano equivale all'incirca allo 0,5% in volume).
<b>LFL</b>	Limite inferiore di infiammabilità (Lower Flammable Limit).
<b>LTEL</b>	Limite di esposizione a lungo termine (Long Term Exposure Limit). Il valore LTEL 8 ore rappresenta la concentrazione media ponderata nel tempo per una normale giornata lavorativa di 8 ore alla quale un lavoratore può essere esposto ripetutamente, giorno dopo giorno, senza effetti nocivi.

## Glossario (continua)

<b>mA</b>	Milliampere, misura della corrente.
<b>MAC</b>	Concentrazioni massime ammissibili (Maximum Allowable Concentrations) (sostituito dal TLV): livelli di gas tossici descritti dalla ACGIH.
<b>MAK</b>	Maximale Arbeitsplatz Konzentration.
<b>MEL</b>	Limite massimo di esposizione (Maximum Exposure Limit).
<b>Metri LEL</b>	Scala per la misurazione dei gas infiammabili mediante rivelatori a infrarossi a percorso aperto.
<b>Milligrammi per metro cubo</b>	Unità di misura alternativa per i gas tossici.
<b>Miscela binaria di gas</b>	Miscela composta solamente da due gas.
<b>ModBus</b>	ModBus è un protocollo di comunicazione seriale pubblicato dalla Modicon nel 1979 e destinato all'impiego insieme ai propri PLC.
<b>Monitoraggio perimetrale</b>	Monitoraggio del perimetro esterno di uno stabilimento o di un'area di stoccaggio, in opposizione al monitoraggio di punti specifici.
<b>Monocanale</b>	Dotato di un singolo punto di rilevamento del gas.
<b>Multicanale</b>	Dotato di più di un canale per il gas.
<b>Multigas</b>	Rivelatore di gas portatile dotato generalmente di fino a 4 sensori.
<b>mV</b>	Millivolt, unità di misura della tensione.
<b>NEC 500</b>	National Electrical Code (US).
<b>NEC 505</b>	Ultima versione del NEC.
<b>NEMA</b>	National Electrical Manufacturers Association. Organizzazione di normalizzazione statunitense. La classificazione degli involucri NEMA è simile al sistema IP.
<b>NIOSH</b>	The National Institute for Occupational Safety and Health.
<b>NRTLs</b>	Nationally Recognized Testing Laboratories (USA).
<b>Numero CAS</b>	Chemical Abstracts Service. Il numero del registro CAS viene utilizzato per identificare le sostanze evitando l'ambiguità della nomenclatura chimica.
<b>OEL</b>	Limite di esposizione professionale (Occupational Exposure Limit). Il valore OEL 8 ore rappresenta la concentrazione media ponderata nel tempo per una normale giornata lavorativa di 8 ore o una settimana lavorativa di 40 ore alla quale un lavoratore può essere esposto ripetutamente, giorno dopo giorno, senza effetti nocivi.
<b>OSHA</b>	Occupational Safety and Health Association.
<b>Oz</b>	Oncia (peso).
<b>Parafiamma</b>	Struttura che consente al gas di attraversarla arrivando a un rivelatore, impedendo però la propagazione di eventuali fiamme in uscita.
<b>PEL</b>	Limiti ammissibili di esposizione (Permissible Exposure Limits) (OSHA).
<b>Pellistor</b>	Marchio registrato di un dispositivo commerciale, costituito da un minuscolo elemento sensibile utilizzato nei sensori catalitici e talvolta denominato "filamento" o "siegestor".
<b>Picco</b>	Minimo o massimo valore misurato dal momento dell'accensione.
<b>PLC</b>	Controller logico programmabile (Programmable Logic Controller).
<b>PPB</b>	Concentrazione nell'atmosfera espressa in parti per miliardo.
<b>Punto di infiammabilità</b>	Temperatura più bassa alla quale il vapore emesso è sufficiente per formare una miscela esplosiva con l'aria.
<b>PPM</b>	Concentrazione nell'atmosfera espressa in parti per milione.
<b>PTB</b>	Physikalisch Technische Bundesanstalt.
<b>REL</b>	Livelli di esposizione raccomandati (Recommended Exposure Levels) (NIOSH).

## Glossario (continua)

<b>Resistenza all'avvelenamento</b>	Capacità di un sensore catalitico di ridurre l'effetto di sostanze inibenti o contaminanti, quali ad esempio i silicani.
<b>Retroriflettore</b>	Pannello riflettente che rinvia un segnale a infrarossi.
<b>RFI</b>	Interferenza da radiofrequenza (Radio Frequency Interference).
<b>RH</b>	Umidità relativa (Relative Humidity).
<b>Rilevamento a punto fisso</b>	Rilevamento o misurazione di gas in un punto/posizione fissi.
<b>Rivelatore a infrarossi</b>	Rivelatore di gas che sfrutta il principio in base al quale la luce infrarossa è assorbita dalle molecole di gas a specifiche frequenze.
<b>Rivelatore di gas</b>	Termine utilizzato per designare apparecchiature utilizzate in applicazioni in cui normalmente non vi sono rischi legati a gas tossici o esplosivi; tali apparecchiature vengono quindi adoperate per segnalare la presenza di gas in condizioni altrimenti sicure.
<b>Rivelatore di gas per uso domestico</b>	Rivelatore di gas progettato specificamente per l'utilizzo in ambienti domestici o residenziali.
<b>RS485/232/422</b>	Protocolli di comunicazione digitale.
<b>SAA</b>	Standards Australia Quality Assurance Services Pty Ltd. Certificazione di sicurezza australiana.
<b>Sensore a cella elettrochimica</b>	I sensori elettrochimici sono essenzialmente celle a combustibile costituite da elettrodi di metalli nobili in un elettrolita.
<b>Sensore catalitico</b>	Sensore per il rilevamento dei gas combustibili. È costituito da una bobina di filo di platino riscaldata elettricamente, ricoperta da una base ceramica (come l'allumina) e da un secondo strato catalizzatore di palladio o rodio disperso in un substrato di torio.
<b>Sensore semiconduttore</b>	Tipo di sensore realizzato in materiale semiconduttore.
<b>SIL</b>	Livelli di integrità della sicurezza (Safety Integrity Levels).
<b>Sira</b>	Servizio di prove e certificazioni Sira (Regno Unito).
<b>Sistema a punto fisso</b>	Sistema di rilevamento dei gas che utilizza singoli sensori di gas e/o trasmettitori a punto fisso.
<b>Span</b>	Livello a cui viene eseguita la taratura (in genere 50% del valore di fondo scala).
<b>STEL</b>	Limite di esposizione a breve termine (Short Term Exposure Limit), in genere monitorato su periodi di 15 minuti.
<b>T90</b>	Tempo impiegato dal rivelatore per raggiungere il 90% della lettura finale.
<b>T60</b>	Tempo impiegato dal rivelatore per raggiungere il 60% della lettura finale.
<b>Taratura</b>	Processo di regolazione dell'uscita del rivelatore in modo che fornisca letture precise sulla concentrazione del gas all'interno del suo intervallo di misurazione.
<b>Temperatura di accensione</b>	La più bassa temperatura in grado di provocare la combustione o l'esplosione di una miscela.
<b>TLV</b>	Valore soglia (Threshold Limit Value).
<b>TWA</b>	Media ponderata nel tempo (Time-Weighted Average).
<b>UEL</b>	Limite superiore di esposizione (Upper Exposure Limit).
<b>UL</b>	Underwriters Laboratories (USA).
<b>Uscita analogica</b>	Uscita standard in mA di un sensore o trasmettitore. Solitamente indicata come 4-20 mA. L'alternativa è un'uscita ponte mV da un sensore di tipo catalitico.
<b>% VOL</b>	Concentrazione di un gas esplosivo, misurata in percentuale in volume.
<b>V/V</b>	Altro modo di rappresentare la % VOL.
<b>WEL</b>	Limiti di esposizione sul luogo di lavoro (Work Exposure Limits) (EH40).
<b>Zona</b>	Classificazione delle aree a rischio di esplosione (zona 0, 1 o 2) che indica la durata della presenza di un pericolo. Utilizzata principalmente in Europa.
<b>Zona di respirazione</b>	Cerchio con raggio di 25 cm intorno a naso e bocca.



**Nota:**

Abbiamo fatto del nostro meglio per garantire l'assoluta precisione della documentazione fornita. Tuttavia, Honeywell Analytics non si assume alcuna responsabilità per eventuali errori od omissioni. Poiché dati e leggi sono soggetti a variazioni, si consiglia a tutti i clienti di richiedere copie aggiornate di regolamenti, norme e linee guida. Questa pubblicazione non riveste carattere contrattuale.

