



## Protezione dalle esplosioni

SISTEMI DI RILEVAZIONE  
DEI GAS

## Pericoli di esplosione dovuti a gas e vapori infiammabili

### IL PERICOLO DI ESPLOSIONE È IN AGGUATO OVUNQUE

La rilevazione dei gas e dei vapori infiammabili prima che diventino un pericolo è prioritaria rispetto alle misure meccaniche ed elettriche di protezione dalle esplosioni. In tutte le situazioni in cui i gas e i vapori infiammabili possono determinare condizioni pericolose – che sia nelle trivellazioni esplorative e nella produzione di petrolio greggio e gas naturale, nell'industria chimica e petrolchimica, durante l'immagazzinamento e il trasporto di liquidi e gas infiammabili, durante la lavorazione di materie plastiche o nell'utilizzo di solventi – la protezione dalle esplosioni è richiesta dalla legge, sia per il personale che per le strutture.

A seconda dell'applicazione, si possono sfruttare principi di misurazione diversi per rilevare tali gas e vapori infiammabili: sensori catalitici, sensori a infrarossi o rilevatori a raggio aperto, combinati con le unità centrali, come Dräger REGARD, possono avvisare tempestivamente quando i gas e i vapori infiammabili sono presenti a concentrazioni ancora sicure perché al di sotto del punto di infiammabilità. In tal modo, è possibile prevenire situazioni di pericolo ancora prima che si verifichino mettendo in atto contromisure efficaci.

### METODOLOGIA DELLA PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI

I gas e i vapori infiammabili possono essere accesi solo da una fonte di innesco dotata di energia e/o temperatura di innesco sufficientemente elevata se sono presenti – in condizioni atmosferiche – in combinazione con concentrazioni sufficientemente elevate di ossigeno nell'aria. Tali concentrazioni sono definite come limite inferiore di esplosività (LEL).

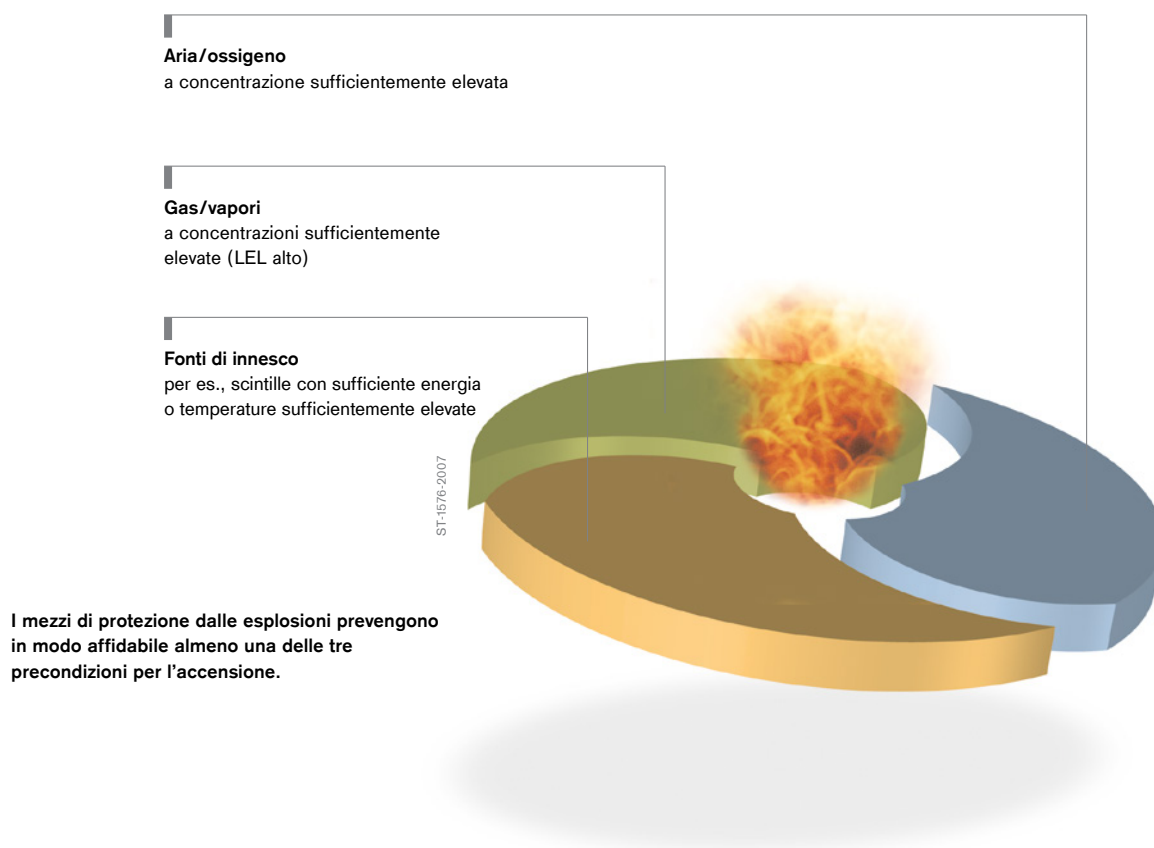
In altre parole, l'accensione può avvenire solo se sono soddisfatte 3 condizioni:

1. Concentrazione del gas o del vapore infiammabile al di sopra del LEL
2. Concentrazione sufficientemente elevata di ossigeno/ossigeno atmosferico
3. Temperatura o livello di energia sufficientemente elevato da una fonte di innesco

Vale anche il contrario: se una sola di queste 3 condizioni non è soddisfatta, l'accensione o l'esplosione non può verificarsi in alcun modo.

Perciò, le misure di protezione dalle esplosioni possono essere:

1. Limitazione delle concentrazioni
2. Inertizzazione
3. Uso di apparecchiature operative dotate di protezione dalle esplosioni

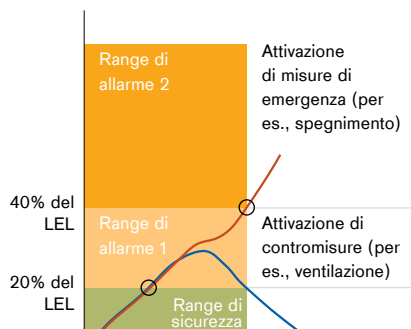


La soluzione migliore per limitare le concentrazioni è, senza dubbio, evitare del tutto l'uso di gas/vapori infiammabili. Tuttavia ciò è raramente possibile. Di conseguenza, per limitare le concentrazioni si usano dispositivi di rilevazione dei gas. Per contro, nei processi chiusi le concentrazioni possono anche superare di molto il LEL, ma il livello di ossigeno è ridotto a un valore che impedisce la formazione di qualsiasi miscela infiammabile (inertizzazione).

Se tali precauzioni sono insufficienti o non del tutto adeguate, in ultima analisi si devono utilizzare esclusivamente apparecchiature operative dotate di protezione dall'innesco (standardizzate), così che l'apparecchiatura stessa non costituisca una fonte di innesco in caso di fuoriuscita di gas.

Per maggiori informazioni sui metodi di protezione dalle esplosioni, consultare la norma armonizzata EN 1127-1.

# Atmosfere pericolose



ST-1578-2007

## Soglie d'allarme

Se la concentrazione del LEL inizia ad aumentare, non appena raggiunge il range di allarme 1, si attivano le contromisure. Se tali misure sono efficaci, la concentrazione diminuisce (curva blu). Tuttavia, se le misure falliscono, la concentrazione continua a salire (curva rossa). Una volta raggiunto il range di allarme 2, si attivano le misure di emergenza. Gli impianti industriali progettati correttamente raggiungono il range di allarme 2 solo in casi molto rari o mai.

**Scale LEL**

Quanto più basso è il valore LEL tanto più pericolosa è la sostanza, perché è più facile che si formino concentrazioni infiammabili. Per esempio, il LEL dell'idrogeno è 4 vol.%. Un gas di analisi con 2 vol. % di idrogeno in aria non è infiammabile.

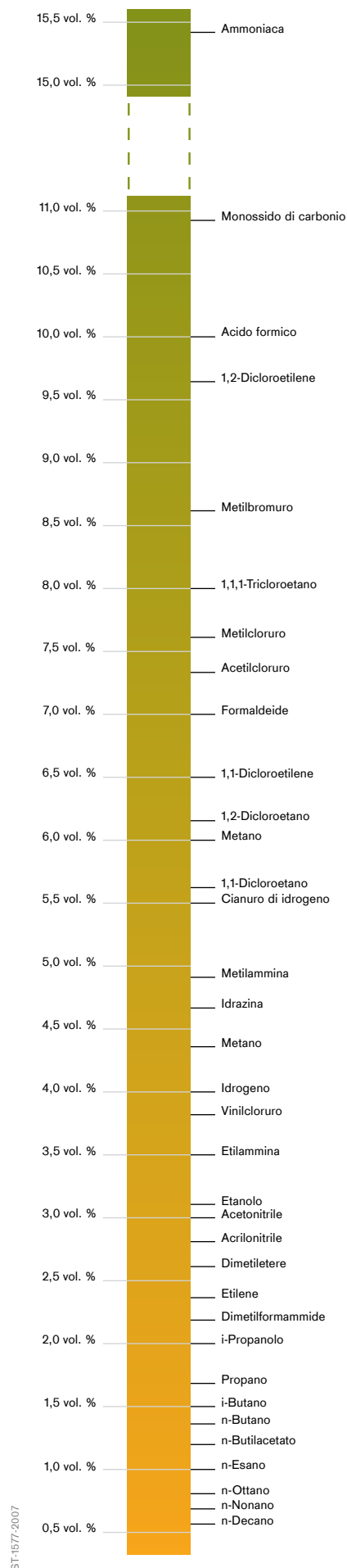
## Prevenire la formazione di atmosfere potenzialmente esplosive – Protezione primaria dalle esplosioni

### AL DI SOTTO DEL LEL, NESSUN PERICOLO DI ESPLOSIONE

Le concentrazioni limitanti (1) e l'inertizzazione (2) sono note come misure primarie, perché prevengono la formazione di concentrazioni infiammabili. Per contro, l'uso di apparecchiature operative dotate di protezione dalle esplosioni (3) è noto come misura secondaria, dato che non previene la formazione di concentrazioni infiammabili, ma impedisce che si infiammino.

Con concentrazioni limitanti si intende una diluizione attiva, ad esempio iniettando automaticamente aria fresca nelle aree pericolose ogni qualvolta le concentrazioni raggiungono solo il 20% del LEL. Le misure di emergenza vanno attivate solo quando la concentrazione continua comunque a salire (cioè la contromisura non è risultata sufficiente). Per esempio, al 40% di LEL, tutte le apparecchiature elettriche prive di protezione dalle esplosioni si spengono. Per rilevare tali concentrazioni si usano dispositivi di rilevazione dei gas. In Europa, questi dispositivi devono essere sottoposti a test specifici per la tipologia in base alla destinazione d'uso da parte di un "organismo notificato", conformemente alla norma EN 60079-29-1, precedentemente EN 50054ff o EN 61779. Questo vale per i sensori così come per il trasmettitore e l'unità centrale.

Poiché l'inertizzazione è anche una misura preventiva di protezione dalle esplosioni, la rilevazione dell'ossigeno è soggetta a disposizioni specifiche, perlomeno in Europa: anche i dispositivi di rilevazione dell'O<sub>2</sub> devono essere soggetti a collaudi specifici per tipologia per questo scopo (per es. ai sensi della EN 50104).





## Valori chiave dei gas e dei vapori infiammabili rilevanti in termini di sicurezza

### IL LIMITE INFERIORE DI ESPLOSIVITÀ (LEL)

Per tutte le sostanze infiammabili esiste un limite di concentrazione al di sotto del quale, quando miscelate con aria, non possono essere innescate perché la quantità di combustibile presente non è sufficiente. Il LEL è una proprietà empirica non calcolabile delle sostanze infiammabili che si determina in base a standard specifici e, con poche eccezioni, si attesta nel range da 0,5 a 15 vol. %.

### GAS E LEL

In generale, le sostanze al di sopra del loro punto di ebollizione sono definite gas. Pertanto, la pressione di un gas è sempre superiore alla pressione atmosferica, il che significa che, quando vengono rilasciati, i gas possono superare rapidamente la loro concentrazione LEL e formare miscele di gas e aria infiammabili.

### VAPORI DI LIQUIDI INFIAMMABILI E PUNTO DI INFIAMMABILITÀ

Le sostanze al di sotto del loro punto di ebollizione non si presentano solo in forma gassosa ma anche in un equilibrio temperatura-specifico con il proprio stato liquido (o anche solido).

La componente gassosa in tali casi è definita vapore. La pressione del vapore è sempre inferiore alla pressione atmosferica e, a seconda della temperatura, si possono formare solo determinate concentrazioni massimali. In particolare, la pressione di vapore massima possibile di un liquido infiammabile può essere così bassa che il valore di LEL è raggiunto solo quando viene superata una determinata temperatura; ovvero, il vapore diventa

infiammabile solo al di sopra di tale temperatura. Questa temperatura determinata in modo empirico è nota come punto di infiammabilità, o flashpoint, che in termini di sicurezza rappresenta un valore molto importante nella valutazione del pericolo rappresentato dai liquidi infiammabili. Per esempio, il punto di infiammabilità dell'etanolo puro è 12 °C. Ciò significa che è combustibile già alla temperatura di 20 °C. Al contrario, i vapori di N-butanolo che hanno un punto di infiammabilità di 35 °C, alla temperatura di 20 °C non sono ancora infiammabili.

E, quindi, se la temperatura di un liquido infiammabile rimane significativamente al di sotto del flashpoint, la protezione primaria dalle esplosioni è già in corso.

### TEMPERATURA DI INNESCO ED ENERGIA MINIMA DI INNESCO

Dei 13 diversi tipi di fonti di innesco, i più noti sono le scintille prodotte elettricamente (o meccanicamente) e le superfici bollenti. Perché le miscele di gas-aria o di vapore-aria si infiammino, la fonte di innesco deve avere una temperatura superiore a quella di innesco oppure l'energia di una scintilla deve superare il livello minimo di energia di innesco della miscela. Dal punto di vista della sicurezza, entrambi i valori (punto di innesco ed energia minima di innesco) sono specifici per ogni sostanza, e sono definiti da norme di sicurezza specifiche, oltre ad avere un ruolo fondamentale nello sviluppo e nella selezione delle apparecchiature dotate di protezione dalle esplosioni.



## SELEZIONE DEI VALORI DEI GAS E DEI VAPORI INFIAMMABILI RILEVANTI IN TERMINI DI SICUREZZA

Gas/vapore	LEL % vol*	LEL g/m <sup>3</sup> *	Punto di infiammabilità**	Pressione di vapore**	Temperatura di innesco
Acetone	2,5	61	<-20 °C	246 hPa	535 °C
Acetilene	2,3	25	Gas	Gas	305 °C
Acilonitrile	2,8	62	-5 °C	117 hPa	480 °C
Ammoniaca	15,4	109	Gas	Gas	630 °C
Benzene	1,2	39	-11 °C	100 hPa	555 °C
1,3-Butadiene	1,4	32	Gas	Gas	415 °C
i-Butano	1,5	36	Gas	Gas	460 °C
n-Butano	1,4	34	Gas	Gas	365 °C
n-Butanolo	1,4	43	35 °C	7 hPa	325 °C
n-Butilacetato	1,2	58	27 °C	11 hPa	390 °C
Clorobenzene	1,3	61	28 °C	12 hPa	590 °C
Cicloesano	1,0	35	-18 °C	104 hPa	260 °C
Ciclopentano	1,4	41	-51 °C	346 hPa	320 °C
Dietiletere	1,7	52	-40 °C	586 hPa	175 °C
Dimetiletere	2,7	52	Gas	Gas	240 °C
1,4-Diossano	1,4	51	11 °C	38 hPa	375 °C
Epicloridrina	2,3	89	28 °C	16 hPa	385 °C
Etanolo	3,1	60	12 °C	58 hPa	400 °C
Etilene	2,4	28	Gas	Gas	440 °C
Etilacetato	2,0	73	-4 °C	98 hPa	470 °C
Etilbenzene	1,0	44	23 °C	10 hPa	430 °C
Etilenossido	2,6	48	Gas	Gas	435 °C
n-Esano	1,0	36	-22 °C	162 hPa	230 °C
Metano	4,4	29	Gas	Gas	595 °C
Metanolo	6,0	80	9 °C	129 hPa	440 °C
Metilcloruro	7,6	160	Gas	Gas	625 °C
Metiletilchetone	1,5	45	-10 °C	105 hPa	475 °C
Metilmetacrilato	1,7	71	10 °C	40 hPa	430 °C
n-Nonano	0,7	37	31 °C	5 hPa	205 °C
n-Ottano	0,8	38	12 °C	14 hPa	205 °C
n-Pentano	1,1	33	-40 °C	562 hPa	260 °C
Propano	1,7	31	Gas	Gas	470 °C
i-Propanolo	2,0	50	12 °C	43 hPa	425 °C
Propilene	2,0	35	Gas	Gas	485 °C
Stirene	1,0	43	32 °C	7 hPa	490 °C
Toluene	1,0	38	6 °C	29 hPa	535 °C
Idrogeno	4,0	3	Gas	Gas	560 °C

ST-15/19-2007

### Scala dei flashpoint

Quanto più è basso il flashpoint, tanto più il liquido è pericoloso, **cioè più facile da innescare**. Per esempio, il punto di innesco del trimetilbenzene è 50 °C, quindi i vapori di questa sostanza non sono infiammabili a 20 °C.

\* ai sensi della norma del PTB

\*\* Flashpoint definito solo per i liquidi; anche l'indicazione della pressione di vapore (a 20 °C) è utile solo per i liquidi



## Senza fonte di innesco non c'è pericolo di esplosione – Protezione secondaria dalle esplosioni

Quando non è possibile prevenire a sufficienza la formazione di un'atmosfera infiammabile tramite le misure primarie (per es., avvalendosi di sistemi di rilevazione dei gas), è necessario che le apparecchiature elettriche siano progettate in modo da garantire che non agiscano da fonte di innesco.

### TIPI DI PROTEZIONE DAGLI INNESCHI

Dei 7 tipi di protezione dagli inneschi standardizzati, 4 sono importanti per i rilevatori e le tecnologie di rilevazione dei gas: resistenza al fuoco (d), sicurezza intrinseca (i), incapsulamento (m) e sicurezza aumentata (e). Le superfici bollenti e le scintille si proteggono “meccanicamente” tramite incapsulamento, mentre le apparecchiature a sicurezza intrinseca forniscono protezione limitando la potenza elettrica. La resistenza al fuoco, in teoria, consente un'accensione interna, tuttavia resiste alla pressione esplosiva ed evita un ritorno di fiamma. Infine, le apparecchiature a sicurezza aumentata riducono il rischio di formazione di superfici bollenti e di scintille grazie al loro specifico tipo di struttura, ma ciò vale solo per certi tipi di apparecchiature (pressacavi, scatole di derivazione, lampade, motori, ecc.). Le apparecchiature antideflagranti devono essere testate e certificate da un “organismo notificato”.

### LA PROTEZIONE DALLE ESPLOSIONI È LA LEGGE

In Europa, la protezione dalle esplosioni è sancita dalla legge nelle Direttive UE ATEX

2014/34/UE e 99/92/CE, note anche come articoli 114 e 137. I produttori di apparecchiature antideflagranti devono applicare a tali dispositivi le etichettature normative e definire le aree di applicazione approvate indicando la categoria dell'apparecchiatura. L'utilizzatore deve classificare le aree con atmosfera esplosiva a seconda della tipologia (D: polvere, G: gas) e della presenza di agenti infiammabili.

Per esempio, il 2 GD è una categoria di apparecchiature tipica utilizzabile nella zona 1 e 2 o nella zona 21 e 22, mentre le apparecchiature per la zona 2 devono avere un'etichettatura almeno di Il 3 G.

Negli Stati Uniti, la protezione dalle esplosioni è regolamentata dalla norma NEC 505, e l'etichettatura relativa alla protezione dalle esplosioni contiene anche le informazioni sull'uso in termini di “Classe” e “Divisione”. Tuttavia, negli Stati Uniti, solo la resistenza alla deflagrazione e la sicurezza intrinseca sono tipi riconosciuti di protezione dagli inneschi. Nella maggioranza dei paesi, le norme europee e americane sulla protezione dalle esplosioni sono accettate, sebbene oggi il sistema preferito sia rappresentato dalle cosiddette norme IECEx, un prodotto basato sulle norme IEC sulla protezione dalle esplosioni accettato in tutto il mondo. I dispositivi di rilevazione dei gas di Dräger in generale soddisfano i requisiti di protezione dalle esplosioni di CENELEC (ATEX, Europa), UL (Stati Uniti), CSA (Canada) e IECEx (tutto il mondo).





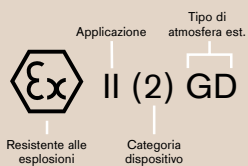
### ASSEGNAZIONE ALLE CLASSI DI TEMPERATURA E AI GRUPPI DI ESPLOSIONE DI GAS E VAPORI TIPICI

Classe di temperatura e temperatura di superficie max. permessibile		Gruppo di esplosione	IIB	IIC
T1	450 °C	<b>IIA</b> Energia di innesco superiore a 0,18 mJ Acetone, ammoniacca, benzene, etilacetato metano, metanolo, propano, toluene	Energia di innesco da 0,06 a 0,18 mJ Cianuro di idrogeno, gas illuminante	Energia di innesco inferiore a 0,06 mJ Idrogeno
T2	300 °C	i-Amilacetato, n-butano, n-butanolo, 1-butene, propilacetato, i-propanolo, vinilcloruro	1,3-butadiene, 1,4-diossano, etilene, etilenossido	Acetilene
T3	200 °C	Alcol amilico, benzina, carburante diesel, olio combustibile, n-esano	Dimetiletere, etilglicole, idrogeno solfuro	
T4	135 °C	Acetaldeide	Dietilere	
T5	100 °C			
T6	85 °C			Disolfuro di carbonio

Per esempio, se un'atmosfera potenzialmente esplosiva è generata da disolfuro di carbonio, le apparecchiature elettriche devono essere classificate come IIC e T6 in etichetta, mentre, nel caso dell'n-esano, le apparecchiature con etichetta IIA e T3 sono adeguate.



Marcatura tipica di un trasmettitore di rilevazione dei gas ai sensi di 2014/34/UE: Apparecchiatura per zona 1, 2, 21 e 22.



Marcatura tipica di un dispositivo elettrico corrispondente, come una barriera di sicurezza, il cui uso in un'area con pericolo di esplosione non è consentito, ma che può essere collegato elettricamente a un dispositivo corrispondente all'interno dell'area soggetta a pericolo di esplosione.



Marcatura tipica per il tipo di protezione dagli inneschi di un'apparecchiatura elettrica (per es., trasmettitore di rilevazione dei gas).





**Segnale di avviso obbligatorio**  
Segnale di avviso obbligatorio per contrassegnare e delimitare le aree (zone) soggette a pericolo di esplosione. Esistono misure organizzative che devono essere rispettate.



# Aree pericolose

## La probabilità di formazione di un'atmosfera infiammabile si riduce grazie ai sistemi di rilevazione dei gas

In Europa, l'operatore deve eseguire una valutazione dei rischi conformemente alla direttiva 99/92/CE (ATEX 137), quindi classificare le proprie aree a rischio di esplosione in base al rispettivo livello di pericolo (cioè, la probabilità che si generi un'atmosfera esplosiva), implementare le misure di sicurezza organizzative e verificarle con un documento sulla protezione dalle esplosioni. Nelle zone indicate si possono utilizzare soltanto determinati tipi di apparecchiature.

Ricorrendo a sistemi di rilevazione dei gas in grado di prevenire in maniera affidabile un'atmosfera infiammabile, la probabilità che ciò si verifichi in prima battuta si riduce significativamente. Normalmente, non si verificherà affatto (definizione di zona 2). In altre parole, si può creare una zona 1 all'interno di una zona 2 tramite l'uso di un sistema di rilevazione

dei gas verificato. In questa zona, si possono usare apparecchiature di struttura più semplice (e in genere meno costose) in termini di protezione dalle esplosioni, come lampade, macchinari, muletti, ecc.

Tuttavia, permane la necessità che le contromisure avviate dai sistemi di rilevazione dei gas siano in grado di prevenire sufficientemente la formazione di concentrazioni infiammabili. Questo può non valere nel caso di perdite di gas nell'ambiente, laddove il gas venga rilasciato più rapidamente rispetto a quanto possa essere estratto grazie alla contromisura della ventilazione. Lo spazio circostante rimane zona 1, ma l'area della zona 1 è considerevolmente ridotta dall'uso di sistemi di rilevazione dei gas, con grande vantaggio per l'operatore.

### DEFINIZIONE DELLE ZONE AI SENSI DELLA DIRETTIVA 99/92/CE

	Zona	Le aree pericolose sono classificate in base alla probabilità di formazione di un'atmosfera esplosiva nella zona seguente	Requisito minimo per categoria di dispositivo
Gas	0	Luogo in cui sia presente in modo continuativo o per un periodo lungo o frequentemente un'atmosfera esplosiva costituita da una miscela di aria con sostanze infiammabili allo stato di gas, vapore o nebbia	II 1G
	1	Luogo in cui è probabile che saltuariamente, durante le normali operazioni, si generi un'atmosfera esplosiva costituita da una miscela di aria con sostanze infiammabili allo stato di gas, vapore o nebbia	II 2G
	2	Luogo in cui non è probabile che, durante le normali operazioni, si generi un'atmosfera esplosiva costituita da una miscela di aria con sostanze infiammabili allo stato di gas, vapore o nebbia ma, se si genera, persisterà solo per un periodo breve	II 3G
Polvere	20	Luogo in cui sia presente in modo continuativo o per un periodo lungo o frequentemente un'atmosfera esplosiva nella forma di polvere combustibile nell'aria	II 1D
	21	Luogo in cui è probabile che, saltuariamente durante le normali operazioni, si generi un'atmosfera esplosiva nella forma di una nuvola di polvere combustibile nell'aria	II 2D
	22	Luogo in cui non è probabile che, durante le normali operazioni, si generi un'atmosfera esplosiva costituita da una nuvola di polvere combustibile nell'aria ma, se si genera, persisterà solo per un periodo breve	II 3D

Esempio: Se si deve usare un'apparecchiatura nella zona 21, la sua marcatura deve corrispondere almeno alla categoria II 2D.

# Uso dei sistemi di rilevazione dei gas

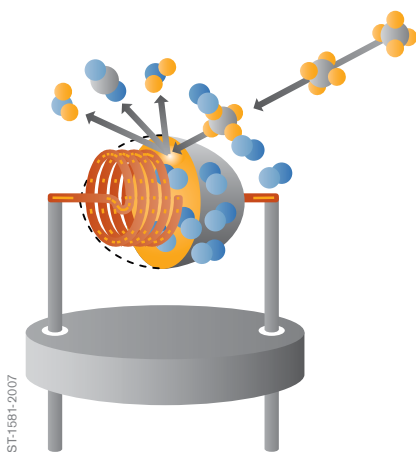
## Comprovati da decenni nella rilevazione dei gas: sensori catalitici e sensori a infrarossi

### SENSORI CATALITICI

Quello catalitico è un sensore resistente al fuoco per misurare i gas e i vapori infiammabili, alloggiato all'interno di un materiale ignifugo. Si usa per segnalare i pericoli di esplosione. Il principio di misurazione si basa su una reazione chimica tra la sostanza in misurazione e l'ossigeno. La reazione richiede almeno 12 vol. % di ossigeno nell'aria ambiente. Se la concentrazione di ossigeno è troppo bassa, il sensore catalitico non trasmette segnali di rilevazione, ma in tal caso non vi è rischio di esplosione. Il sensore catalitico è dotato di livelli di sensibilità diversi a seconda dei gas e dei vapori infiammabili a cui viene esposto. Per alcune sostanze, la sensibilità è troppo bassa perché il sensore le segnali in maniera affidabile.

Il principio di misurazione basato sul calore di reazione parte dal presupposto che i gas e i vapori infiammabili vanno incontro a una reazione di ossidazione con l'ossigeno atmosferico, anche a concentrazioni al di sotto del loro LEL. Il prerequisito è un catalizzatore a caldo. Il calore di reazione rilasciato durante l'ossidazione è una misura della concentrazione del gas.

Il sensore catalitico alloggia due piccole "sfere" di rilevazione, note come "pellistor" (combinazione dei termini "pellet" e "resistore"). Il pellistor è costituito da un elemento di ceramica porosa che racchiude una spirale sottile a filamento di platino. Una corrente elettrica di circa 250 mA riscalda la spirale di platino a circa 450 °C. Allo stesso tempo, la spirale di platino serve anche come resistore di misurazione delle variazioni di temperatura. Se le molecole di gas infiammabile



STP-1581-2007

#### Pellistor attivo (sezione trasversale schematica)

All'entrata, la molecola di metano viene ossidata a vapore acqueo e anidride carbonica da parte dell'ossigeno ambiente attivato situato all'interno della sfera riscaldata. Il calore di reazione rilasciato provoca una variazione rilevabile della resistenza all'interno della spirale di platino integrata.



penetrano attraverso il pellistor, vengono ossidate cataliticamente dall'ossigeno ambiente attivato che è legato all'interno della ceramica porosa. Il calore di reazione rilasciato si traduce in un aumento di temperatura (per esempio, circa 2 °C per l'ottano che ha un LEL del 10%). L'aumento di temperatura determina una variazione della resistenza di soli alcuni millesimi di ohm, che è proporzionale alla concentrazione di gas.

Tuttavia, l'aumento di temperatura basato sulla concentrazione del gas può essere utilizzato come segnale di misurazione solo se le fluttuazioni della temperatura ambiente, possibilmente molto più ampie, sono compensate metrologicamente. Per questo viene utilizzato il secondo pellistor, denominato appunto compensatore. Diversamente dal pellistor attivo, nel compensatore la reazione catalitica è fisicamente o chimicamente soppressa, in modo tale che possa essere esposto solamente alla temperatura ambiente. Essendo interconnesso all'interno di un ponte di Wheatstone, compensa così le influenze ambientali, soprattutto l'influenza della temperatura ambiente. Per prestazioni ottimali, entrambi i pellistor devono essere quanto più simili possibile in termini di parametri tecnici. Per questo motivo vengono appositamente accoppiati durante la fabbricazione.

L'attività dei catalizzatori diminuisce con il passare del tempo e può anche essere notevolmente ridotta dall'avvelenamento catalitico. Per decenni, Dräger ha prodotto un proprio tipo di pellistor PR ("poison resistant", ovvero resistente ai veleni). Grazie alla loro struttura e ai materiali usati, durano più a lungo dei pellistor tradizionali in atmosfere industriali che

possono contenere veleni catalitici come zolfo, fosforo, piombo e composti di silicone.

#### SENSORI A INFRAROSSI

A differenza dei sensori catalitici, i sensori a infrarossi non presentano alcun rischio di avvelenamento catalitico e si basano su un principio di misurazione puramente fisico che non richiede ossigeno. Il gas viene separato dai rilevatori a IR attraverso "celle ottiche". Tuttavia, a volte i sensori a infrarossi misurano gas e vapori infiammabili con livelli di sensibilità estremamente variabili, e determinate sostanze, come il cloruro di vinile o l'acetone, contrariamente alle aspettative, non sono affatto rilevabili. Il laboratorio applicativo di Dräger ha indicizzato poco meno di 300 gas e vapori come rilevabili dai trasmettitori di rilevazione dei gas a IR.

Il principio di rilevazione mediante IR si basa sulla conoscenza del fatto che le molecole o i gas e vapori infiammabili (con pochissime eccezioni, come H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO, CS<sub>2</sub>, HCN, H<sub>2</sub>S e l'idruro) sono idrocarburi. Alcune lunghezze d'onda dello spettro IR provocano la vibrazione dei legami CH e, in questo modo, assorbono energia. Quando si irradia luce infrarossa in un sistema ottico riempito con un gas attivo agli infrarossi, si può osservare un aumento dell'assorbimento degli IR entro un determinato intervallo di lunghezze d'onda escluse per filtrazione ottica, dato che l'aria normale non assorbe la luce IR.

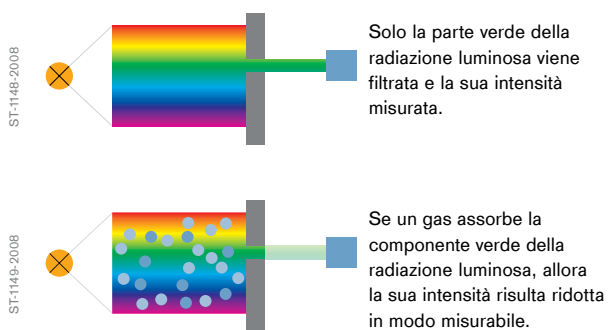
Mentre la produzione del quasi-infrarosso risulta relativamente semplice utilizzando lampade a bassa tensione, la costruzione di un rilevatore che misuri gli IR a specifiche lunghezze d'onda è molto più complicata. Si tratta di cristalli piroelettrici situati



dietro un filtro di interferenza che producono variazioni di tensione minime quando esposti a impulsi di luce IR. A seguito di un'intensa amplificazione elettronica e linearizzazione, producono in ultima istanza un segnale di 4-20 mA che è proporzionale alla concentrazione.

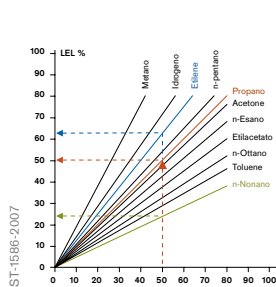
Eppure, non solo il gas, ma anche una riduzione della potenza radiante o la contaminazione del sistema ottico possono portare a un indebolimento del segnale IR. Tali effetti si compensano utilizzando un secondo rilevatore di misurazione a IR (rilevatore di riferimento) che riceve la radiazione IR tramite un separatore di fascio e che effettua la misurazione in un intervallo di lunghezze d'onda nel quale i gas non sono attivi alla luce IR. Pertanto, anche se entrambi i rilevatori di misurazione indicano un assorbimento significativo degli IR, solitamente ciò non è correlato al gas, ma ad altre cause, come la contaminazione del sistema ottico. A causa della compensazione, il segnale di rilevazione proveniente dal sensore a IR tollera la contaminazione e può persino generare un segnale di richiesta di manutenzione a partire da un certo grado di contaminazione. Nel dispositivo Dräger PIR 7000, le eventuali variazioni nei rilevatori di IR sono compensate anche dall'uso di un secondo emettitore ("processo di compensazione a quattro fasci").

Quante più molecole di gas si trovano all'interno del sistema ottico (cuvetta), tanto maggiore sarà l'assorbimento e quindi la possibilità di raggiungere una minore deflessione sull'intera scala; per esempio, solo il 10% del LEL, che consente una rilevazione molto precoce di qualsiasi perdita.



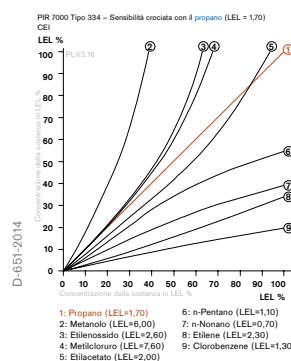
#### Trasmittitori a IR

La necessità costante di un segnale di misurazione alto disponibile in assenza di gas che assorbano gli IR ha aperto la via alle procedure di auto-diagnostica. Se, per esempio, la sorgente degli IR si guasta o se il sistema ottico si blocca, il trasmettitore a IR è in grado di rilevarlo. Si tratta di un sistema "fail-safe" come definito dalla norma CEI/EN 61508, un prerequisito per l'uso negli impianti ai sensi, per esempio, del SIL2.



### Sensori catalitici

Diverse sensibilità di un sensore catalitico tarato sul propano (schema): il LEL del 50% per il n-nonano si traduce in un valore di misurazione del LEL del propano pari solo al 23%, mentre il LEL del 50% per l'etilene si traduce in un valore misurato del LEL pari al 62%.



### Sensore a infrarossi

Diverse sensibilità di un sensore a infrarossi tarato sul propano (Dräger PIR 7000, Tipo 334, sensibilità crociate tipiche). Il LEL del 50% per il n-nonano si traduce in un valore di misurazione del LEL del propano pari solo al 23%, mentre il LEL del 50% per l'ossido di etilene si traduce in un valore misurato del LEL pari a circa il 64%. Il sensore configurato sul propano reagisce al clorobenzene e all'etilene con sensibilità significativamente più bassa. Non misura per niente idrogeno, ammoniaca o altre sostanze infiammabili.

## Solo mediante la calibrazione accurata e il posizionamento corretto del sensore si garantisce l'affidabilità di un sistema di rilevazione dei gas

### CALIBRAZIONE

La calibrazione si effettua solo con il gas target; il trasmettitore di rilevazione dei gas è regolato singolarmente su un gas specifico. Quando si devono rilevare in modo affidabile molti gas o vapori, il trasmettitore deve essere impostato sulla sostanza alla quale reagisce con la minor sensibilità. Perché il sistema di rilevazione dei gas sia affidabile, è necessario che la calibrazione sia condotta in maniera appropriata.

### POSIZIONAMENTO DEL SENSORE

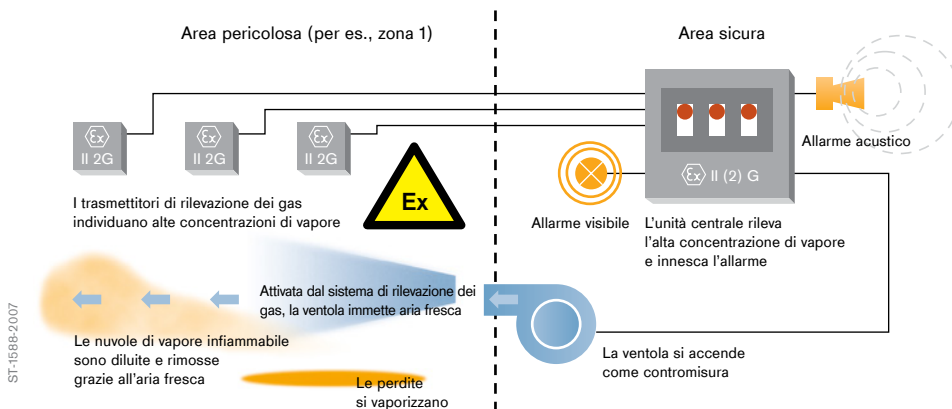
Vedere anche la sezione 8 della norma CEI/EN 60079-29-2 per i criteri di disposizione dei sensori e dei punti di misurazione. Esistono tre diverse strategie di posizionamento dei sensori:

1. Monitoraggio spot: le potenziali fonti di perdita (per es. valvole, ugelli di riempimento, flange, soffietti) sono note e localizzabili. Pertanto, i sensori possono essere posizionati in modo tale da consentire il rilevamento delle perdite di gas in modo affidabile e tempestivo.
2. Monitoraggio dell'area: le potenziali fonti di perdita non sono localizzabili e si trovano da qualche parte all'interno di un'area di grandi dimensioni (per es., un deposito di materiali pericolosi). Quindi, i sensori vengono posizionati a distanze uguali nell'intera superficie da monitorare.
3. Monitoraggio perimetrale: le potenziali fonti di perdita non sono localizzabili. Pertanto, il perimetro esterno della struttura viene monitorato per rilevare se le perdite di sostanze pericolose si disperdono nelle aree adiacenti.

Oltre all'esperienza operativa degli ingegneri responsabili della sicurezza a livello locale, necessaria per il corretto posizionamento dei trasmettitori di rilevazione gas, è disponibile anche la norma CEI/EN 60079-29-2, la "Guida alla selezione, installazione, uso e manutenzione delle apparecchiature per la rilevazione e la misurazione di gas combustibili o dell'ossigeno", che riporta molte informazioni sul corretto posizionamento di tali sensori.

Durante la corretta posa di un sistema di rilevazione dei gas è importante che un sensore possa rilevare naturalmente solo la concentrazione di gas nelle sue immediate vicinanze. I vapori dei liquidi infiammabili sono più pesanti dell'aria. Si diffondono in prossimità del suolo e si condensano o evaporano nuovamente, a seconda della temperatura. In ogni caso non sono infiammabili a temperature al di sotto del loro flashpoint. Questo perché il LEL del 100% può essere superato soltanto a temperature superiori ad esso.

I trasmettitori di rilevazione dei gas per vapori infiammabili e gas pesanti (per es., propano e butano) devono essere installati il più vicino possibile al suolo, perché tali sostanze si possono accumulare a questo livello. Idrogeno, metano e ammoniaca sono invece molto più leggeri dell'aria e pertanto tendono a salire verso l'alto. In questi casi, quindi, i sensori devono essere collocati al di sopra di eventuali punti dove si potrebbero verificare le perdite.



## Unità centrali - il fulcro della vostra sicurezza

In generale, i sistemi di rilevazione dei gas sono costituiti da trasmettitori a distanza (trasmettitori di rilevazione dei gas), unità centrali e dispositivi di allarme ottico e acustico. I trasmettitori sono protetti dalle esplosioni e sono installati all'interno dell'area pericolosa. Le unità centrali sono collocate all'interno delle aree non pericolose, gestiscono i segnali di rilevazione e attuano le contromisure in caso di emergenza. I dispositivi di allarme possono essere posizionati in entrambi i settori. Assicurarsi che i dispositivi di allarme collocati nella zona di pericolo siano sufficientemente protetti dalle esplosioni.

### UNITÀ CENTRALI

Le unità centrali sono unità di controllo. Collocate al di fuori delle aree pericolose, alimentano i trasmettitori di rilevazione dei gas collegati. Inoltre, ricevono i segnali e le informazioni di stato dai trasmettitori di rilevazione dei gas e li gestiscono. In caso di superamento delle soglie di allarme preimpostate, le unità di controllo avvisano l'operatore e inviano segnali di uscita affidabili agli allarmi. Per una maggiore sicurezza, le unità di controllo sono spesso dotate di alimentatori di emergenza.

Le unità centrali possono variare da piccoli dispositivi a singolo canale, per collegare un solo trasmettitore, ad armadi di controllo completi con rack integrati per molti moduli plug-in (moduli di ingresso e uscita) concepiti per implementare la specifica strategia di allarme dell'operatore. In generale, i moduli di uscita contengono 4 o 8 relè con contatti liberi da potenziali.

I contatti dei relè possono controllare le contromisure (attivare e disattivare i ventilatori, aprire e chiudere le valvole di ventilazione, aprire e chiudere la mandata dell'alimentazione del gas, attivare lo spegnimento di emergenza, ecc.). Per questo, i contatti devono essere cablati in modo ridondante, secondo necessità.













## Trasmettitori







La gamma Dräger dei trasmettitori per la rilevazione del gas ne include svariati tipi. Qui è riportata una selezione delle loro caratteristiche. I dettagli

sui trasmettitori e sulle loro caratteristiche sono reperibili anche nelle schede Informazioni sul prodotto.

	Dräger PEX 3000	Dräger PIR 3000	Dräger PIR 7000	Dräger Polytron® 5100
				
Tipo di sensore	Catalitico	A infrarossi	A infrarossi	Elettrochimico
Pericolo	ex	ex	ex	ox, tox
Protezione dalle esplosioni	'd', 'e'	'd', 'e'	'd', 'e'	'd', 'e'
Segnale di uscita	4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA, HART®	4-20 mA
Omologazioni Ex	-	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA
	Dräger Polytron® 5200	Dräger Polytron® 5310	Dräger Polytron® 5700	Dräger Polytron® 7000
				
Tipo di sensore	Catalitico	A infrarossi	A infrarossi	Elettrochimico
Pericolo	ex	ex	ex	ox, tox
Protezione dalle esplosioni	'd', 'e'	'd', 'e'	'd', 'e'	'i'
Segnale di uscita	4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA, HART®, LON, FF, PB
Omologazioni Ex	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA

HART® è un marchio registrato di HART® Communication Foundation.  
 FF = FOUNDATION fieldbus™ è un marchio registrato di Fieldbus Foundation™.  
 PB = PROFIBUS® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).  
 PN = PROFINET® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).



	<b>Dräger Polytron® 8100</b>	<b>Dräger Polytron® 8200</b>	<b>Dräger Polytron® 8310</b>	<b>Dräger Polytron® 8700</b>
	 D-52604-2012	 D-15042-2010	 D-14983-2010	 D-14983-2010
Tipo di sensore	Elettrochimico	Catalitico	A infrarossi	A infrarossi
Pericolo	ox, tox	ex	ex	ex
Protezione dalle esplosioni	'd', 'e' (scatola di derivazione opzionale)	'd', 'e' (scatola di derivazione opzionale)	'd', 'e' (scatola di derivazione opzionale)	'd', 'e' (scatola di derivazione opzionale)
Segnale di uscita	4-20 mA, HART®, Modbus, FF, PB	4-20 mA, HART®, Modbus, FF, PB	4-20 mA, HART®, Modbus, FF, PB	4-20 mA, HART®, Modbus, FF, PB
Omologazioni Ex	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA	ATEX, IECEx, UL, CSA
	<b>Dräger Polytron® SE Ex</b>	<b>Dräger Pulsar 7000 Series</b>		
	 D-13660-2010	 D-7357-2016		
Tipo di sensore	Catalitico	A raggio aperto (IR)		
Pericolo	ex	ex		
Protezione dalle esplosioni	'd', 'e' (scatola di derivazione)	'd', 'e' (scatola di derivazione)		
Segnale di uscita	mV	4-20 mA, HART®		
Omologazioni Ex	ATEX, IECEx	ATEX, IECEx		

HART® è un marchio registrato di HART® Communication Foundation.

FF = FOUNDATION fieldbus™ è un marchio registrato di Fieldbus Foundation™.





PB = PROFINET® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).

PN = PROFINET® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).



## Unità centrali

Qui si riporta una selezione di unità centrali e informazioni sulle loro caratteristiche. I dettagli sulle unità centrali e sulle loro caratteristiche sono reperibili anche nelle schede Informazioni sul prodotto.

	<b>Dräger REGARD 2400/2410</b>	<b>Dräger REGARD 3900 Series</b>	<b>Dräger REGARD 7000</b>	<b>Dräger REGARD-1</b>
	 ST-86330-2007	 D-1129-2010	 D-6806-2016	 ST-335-2004
Segnale di ingresso	4-20 mA, mV (SE Ex)	4-20 mA	4-20 mA, HART®, Modbus RTU, mV (SE Ex)	4-20 mA, mV (SE Ex)
Segnale di uscita	4-20 mA, Modbus, PB	4-20 mA, Modbus, PB	4-20 mA, Modbus, PB, PN	4-20 mA
Canali	4	16	1536 (canali logici)	1
Montaggio	Scocca da montare a parete, guida a cappello	Scocca da montare a parete	Docking station	Scocca da montare a parete
Configurazione	PC	Manuale, PC	Dashboard, PC	Manuale

HART® è un marchio registrato di HART® Communication Foundation.  
 FF = FOUNDATION fieldbus™ è un marchio registrato di Fieldbus Foundation™.  
 PB = PROFIBUS® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).  
 PN = PROFINET® è un marchio registrato di PROFIBUS e PROFINET International (PI).

Non tutti i prodotti, le funzionalità o i servizi sono in vendita in tutti i Paesi.

I marchi di fabbrica menzionati sono registrati solo in alcuni Paesi e non necessariamente nel Paese di diffusione del presente materiale. Per informazioni sullo stato corrente, visitare [www.draeger.com/trademarks](http://www.draeger.com/trademarks).

#### SEDE PRINCIPALE

Drägerwerk AG & Co. KGaA  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck, Germania

[www.draeger.com](http://www.draeger.com)

Potrete trovare il vostro  
responsabile vendite locale  
in: [www.draeger.com/](http://www.draeger.com/)  
contattateci



#### ITALIA

Draeger Italia S.p.A.  
Via Galvani, 7  
20094 Corsico (MI)  
Tel +39 02 45 87 21  
Fax +39 02 45 84 515  
Fax +39 02 48 60 24 64  
[infoitaly@draeger.com](mailto:infoitaly@draeger.com)

#### SVIZZERA

Dräger Schweiz AG  
Waldeggstrasse 30  
3097 Liebefeld  
Tel +41 58 748 74 74  
Fax +41 58 748 74 01  
[info.ch@draeger.com](mailto:info.ch@draeger.com)