

## I pericoli legati ai gas (by Honeywell)

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

### Gas Infiammabili

Rischio di incendio e/o esplosione ad es. metano, butano, propano



### Gas tossici

Rischio di avvelenamento ad es. monossido di carbonio, idrogeno solforato, anidride carbonica, cloro



### Gas asfissianti

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



### I 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 di idrocarburi che può essere allo stato solido, liquido, gassoso o di vapore. Il presente manuale tratta unicamente i gas e i vapori (N.B. i termini "infiammabile", "esplosivo" e "combustibile" all'interno della presente pubblicazione sono utilizzati come sinonimi).

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



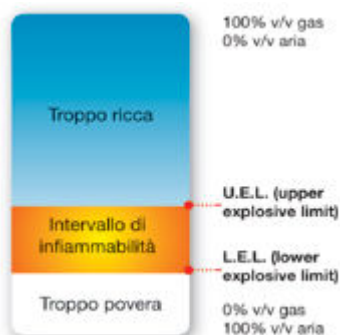
Per generare una combustione sono sempre necessari tre fattori:

1. Una sorgente di accensione
2. Ossigeno
3. Combustibile sottoforma di gas o di vapour

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).



Al di sotto del livello LEL la quantità di gas non è sufficiente per produrre un'esplosione (cioè la miscela è troppo "povera"), mentre sopra il livello UEL la miscela non ha 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 2.4, 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 gli impianti industriali non provocano 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 di gas dallo 0% al limite LEL. Prima che venga raggiunta tale concentrazione dovranno essere messe in atto le procedure di blocco 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.: gli acronimi LEL/LFL e UEL/UFL all'interno della presente pubblicazione sono utilizzati come sinonimi).

## Le proprietà dei gas infiammabile

### Temperatura di accensione

Per ogni gas infiammabile 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 devono avere una temperatura superficiale non superiore a quella di accensione dei gas potenzialmente presenti. A tal fine le apparecchiature riportano l'indicazione della temperatura superficiale massima (T rating).

### Punto di infiammabilità (F.P. °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	<-20	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 moltiplicare la temperatura Celsius per nove quinti (il risultato è -36). Quindi aggiungere 32; il risultato finale è -4°F. Vapour Density

### Densità di vapore

Aiuta a determinare la collocazione dei sensori

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

Densità di vapore < 1,0 salita il gas stratificherà in alto

Densità di vapore > 1,0 caduta il gas stratificherà in basso

Gas / Vapore	Densità di vapore
Metano	0.55
Monossido di carbonio	0.97
Acido solfidrico	1.19
Vapore di benzina	3,0 circa

### 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,

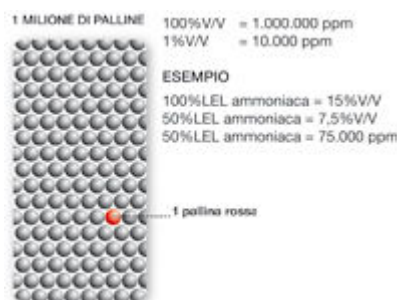
Riferimenti: BS EN 61779-1:2000 Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases-Part 1: General requirements and test methods.

NIST Chemistry Web Book edizione giugno 2005. Aldrich Handbook of Fine Chemicals and Laboratory Equipment 2003-2004.

*(Parte superiore)*

### I 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<sub>2</sub>S) 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 ad 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 di decessi per l'accensione 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. Il motivo principale per cui i gas infiammabili e quelli tossici sono trattati separatamente è che i pericoli e le impostazioni necessarie 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 molto 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.

### Igiene ambientale

Normalmente si utilizza l'espressione "Igiene ambientale" 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 sostanze nel luogo di lavoro non superino i livelli prescritti dalla legge.

Si tratta sia di ricognizioni dell'area interessata (identificazione delle possibili esposizioni) che di monitoraggi individuali, eseguiti facendo indossare ai lavoratori appositi strumenti e prelevando campioni il più possibile vicino all'area in cui avviene la 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 all'interno di un piano di sicurezza complessivo ed 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

#### European Occupational Exposure Limits (Limiti europei di esposizione professionale)

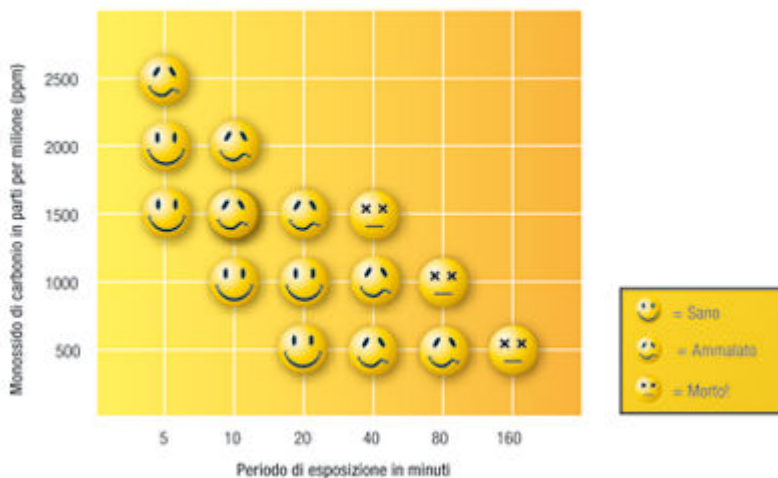
I valori OEL (Occupational Exposure Limit) relativi all'esposizione professionale sono stabiliti dalle autorità nazionali competenti o da altri enti preposti a livello nazionale e concernono i limiti relativi alle concentrazioni nell'aria dei composti pericolosi all'interno dei luoghi di lavoro. I limiti 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.

Tali limiti possono essere riferiti sia ai prodotti commercializzati che ai rifiuti e ai 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.

I limiti OEL nel Regno Unito 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 l'OES (Occupational Exposure Standards, ovvero norme 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 all'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.

### Effetti dell'esposizione al monossido di carbonio



## **US Occupational Exposure Limits**

(Limiti statunitensi di esposizione professionale)

Negli Stati Uniti i sistemi relativi alla sicurezza nei luoghi 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 di 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 di 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 – limite medio ponderato nel tempo):**

la concentrazione media ponderata nel tempo per una normale giornata lavorativa di 8 ore ed 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 per breve periodo):**

la 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):**

la concentrazione che non deve mai essere superata in qualsiasi momento in cui si verifichi l'esposizione.

Per i TLV-TWA che non hanno gli STEL viene fornita una raccomandazione generale sul limite di escursione. Le escursioni nei livelli di esposizione dei lavoratori possono superare per tre volte il TLV-TWA per un periodo complessivo non superiore ai 30 minuti durante la giornata lavorativa, e non devono in nessun caso superare 5 volte il TLV-TWA, a condizione che non venga superato 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 di esposizione ammessi). 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 REL (Recommended Exposure Levels, livelli di esposizione raccomandati) per circa 700 sostanze pericolose. Tali limiti non hanno valore legale. Il NIOSH propone i propri limiti inviando dei documenti con i criteri da adottare all'OSHA e ad altri enti che stabiliscono gli OEL. Tra i tipi di REL possiamo citare TWA, STEL, Ceiling e i BEI. Le raccomandazioni e i criteri sono pubblicati in vari tipi di documenti, 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 Analytics. 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.

## **Pericolo di asfissia (carenza di ossigeno)**

Noi tutti dobbiamo respirare l'ossigeno (O<sub>2</sub>) contenuto nell'aria per vivere. 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 è inferiore

al 19,5% v/v l'aria viene considerata carente di ossigeno. Concentrazioni di ossigeno inferiori al 16% sono ritenute pericolose per gli esseri umani.

**La riduzione dell'ossigeno può essere causata da:**

- Spostamento
- Combustione
- Ossidazione
- Reazione chimica



**Arricchimento di ossigeno**

Spesso si dimentica che anche l'arricchimento di ossigeno può creare rischi. Infatti aumentando i livelli di O<sub>2</sub> anche l'inflammabilità 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 uniscono 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 dall'industria cartaria e impianti per il trattamento delle acque chiare o stoccaggi o reti di distribuzione ossigeno. I sensori devono essere specificamente certificati per l'utilizzo in atmosfere arricchite di O<sub>2</sub>.

**Aree in cui normalmente è necessario il rilevamento dei gas**

Il rilevamento dei gas infiammabili e tossici e dell'ossigeno ha numerose applicazioni diverse. 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 residente nelle vicinanze. Queste problematiche vengono costantemente riportate all'attenzione di tutti dagli incidenti che si verificano in tutto il mondo causando asfissie, esplosioni e decessi.

In moltissimi settori uno degli elementi chiave del piano 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. Inoltre possono essere utilizzati all'interno di un sistema di sicurezza e monitoraggio integrato a livello di stabilimento industriale.

## **Petrolio e gas**

Il settore petrolifero e del gas comprende numerose attività, che vanno dall'esplorazione onshore e offshore alla produzione di petrolio e gas, dal trasporto allo stoccaggio fino alla raffinazione. La grande quantità di gas idrocarburi altamente infiammabili presenti crea un elevato rischio di esplosione; inoltre spesso sono presenti altri gas tossici quali l'acido solfidrico.

### **Applicazioni più comuni:**

- Impianti di trivellazione per l'esplorazione
- Piattaforme di produzione
- Terminali costieri di petrolio e gas
- Raffinerie

### **Gas più comuni:**

Infiammabili: Gas idrocarburi

Tossici: Acido solfidrico, monossido di carbonio

## **Produzione di semiconduttori**

La produzione di materiali semiconduttori comporta l'utilizzo di sostanze altamente tossiche e di gas infiammabili. Il fosforo, l'arsenico, il boro e il gallio vengono utilizzati comunemente come agenti droganti. L'idrogeno viene utilizzato sia come reagente che come gas vettore per creare atmosfere riducenti. Tra i gas per incisione e pulizia possiamo citare l'NF3 e altri composti perfluorati.

### **Applicazioni più comuni:**

- Reattori per wafer
- Essiccatori per wafer
- Armadietti gas
- Deposizione chimica da fase vapore

### **Gas più comuni:**

Infiammabili: Idrogeno, alcol isopropilico, metano

Tossici: HCl, AsH3, BCl3, PH3, CO, HF, O3, H2Cl2Si, TEOS, C4F6, C5F8, GeH4, NH3, NO2 e carenza di O2.

Piroforici: Silano

## **Stabilimenti chimici**

Gli stabilimenti chimici sono tra i principali utilizzatori di apparecchiature per il rilevamento dei gas. Spesso infatti per i procedimenti produttivi viene utilizzata una vasta gamma di gas infiammabili e tossici; in altri casi tali gas vengono creati come sottoprodotti delle lavorazioni.

### **Applicazioni più comuni:**

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

### **Gas più comuni:**

Infiammabili: Idrocarburi in genere

Tossici: Vari, ad esempio acido solfidrico, acido fluoridrico e ammoniaca

## **Centrali elettriche**

Il carbone e il petrolio sono tradizionalmente i principali combustibili utilizzati nelle centrali elettriche.

In Europa e negli Stati Uniti la maggior parte delle centrali sono in fase di riconversione al gas naturale.

### **Applicazioni più comuni:**

- Intorno alle tubature della caldaia e ai bruciatori
- All'interno e intorno ai gruppi di turbine
- Nei silos per il carbone e nei nastri trasportatori delle centrali più vecchie a carbone e petrolio

### **Gas più comuni:**

Infiammabili: Gas naturale, idrogeno

Tossici: Monossido di carbonio, SOx, NOx e carenza di ossigeno.

Impianti di trattamento delle acque reflue

Gli impianti di trattamento delle acque reflue si trovano vicino a molte piccole e grandi città.

I liquami emettono naturalmente metano e H2S.

Spesso è possibile distinguere l'odore di uova marce dell'H2S. dato che il naso è in grado di rilevarlo a concentrazioni inferiori a 0,1 ppm.

**Applicazioni più comuni:**

- Digestori
- Pozzetti degli impianti
- Sistemi di abbattimento H<sub>2</sub>S (scrubbers)
- Pompe

**Gas più comuni:**

Infiammabili: Metano, vapori di solventi

Tossici: Acido solfidrico, anidride carbonica, cloro, anidride solforosa, ozono

**Sale caldaie**

Le sale caldaie possono avere le forme e le dimensioni più diverse. Negli edifici di piccole dimensioni si può trovare una sola caldaia, mentre in quelle più grandi spesso vi sono ampie sale caldaie che ospitano diverse grosse caldaie.

**Applicazioni più comuni:**

- Perdite di gas infiammabili dalle tubature di ingresso del gas
- Perdite dalla caldaia e dalle tubature del gas circostanti
- Monossido di carbonio emesso da caldaie in cattivo stato di manutenzione

**Gas più comuni:**

Infiammabili: Metano

Tossici: Monossido di carbonio

**Ospedali**

Gli ospedali in genere utilizzano molti tipi di sostanze tossiche e infiammabili, soprattutto nei laboratori. Inoltre gli ospedali molto grandi possono disporre di una fornitura in loco delle utenze e di centrali elettriche per l'alimentazione di emergenza.

**Applicazioni più comuni:**

- Laboratori
- Impianti frigoriferi
- Sale caldaie

**Gas più comuni:**

Infiammabili: Metano, idrogeno

Tossici: Monossido di carbonio, cloro, ammoniaca, ossido di etilene e carenza di ossigeno.

**Tunnel / Parcheggi**

Nei tunnel e nei parcheggi al chiuso è necessario monitorare i gas tossici dei fumi di scarico. Le strutture moderne utilizzano questo monitoraggio per controllare la ventilazione. Inoltre nei tunnel può essere necessario controllare l'accumulo di gas naturali.

**Applicazioni più comuni:**

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

**Gas più comuni:**

Infiammabili: Metano (gas naturale), GPL, GLN, vapori di benzina.

Tossici: Monossido di carbonio, biossido di azoto