



# ANTINCENDIO

Angelo Alberti

Resp. Colonna Mobile CCV-MB



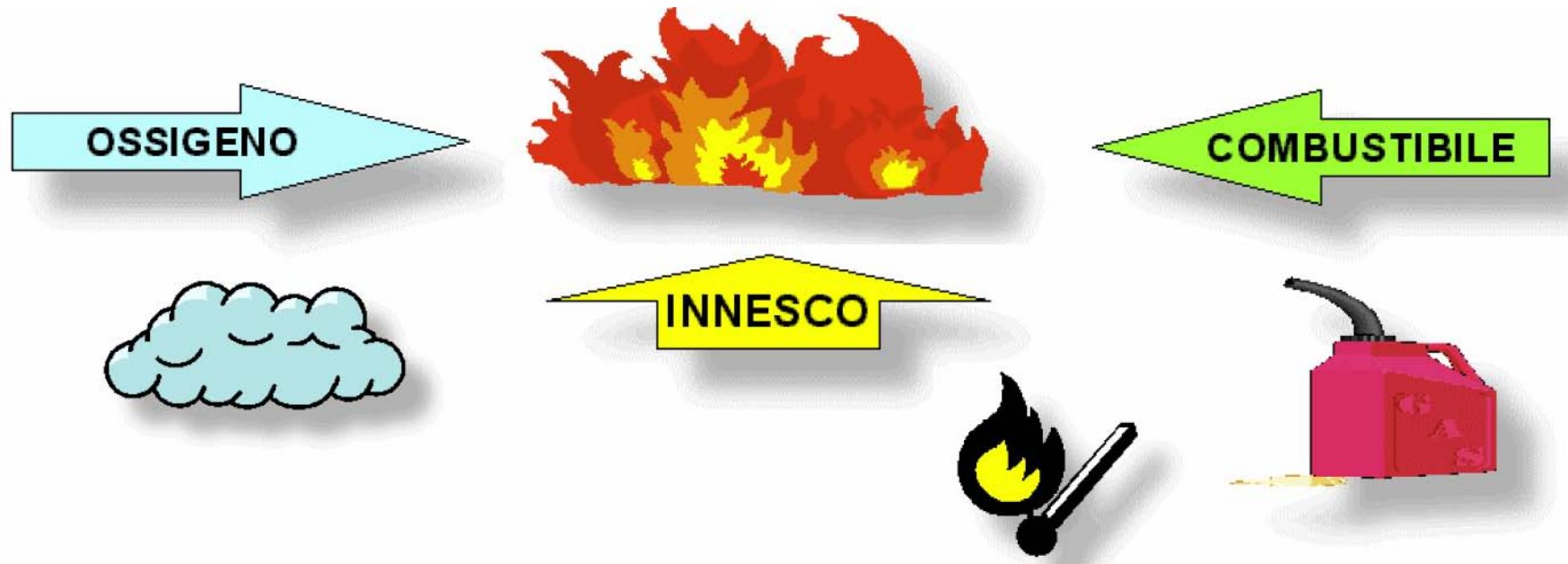
**Corso per Volontari Operativi Generici di Protezione Civile**

realizzato secondo gli Standard Regionali in materia di Formazione per la Protezione Civile

**D.G.R. 4036/2007 - Scuola Superiore di Protezione Civile -Eupolis**



# Il Fuoco



## Parametri della combustione

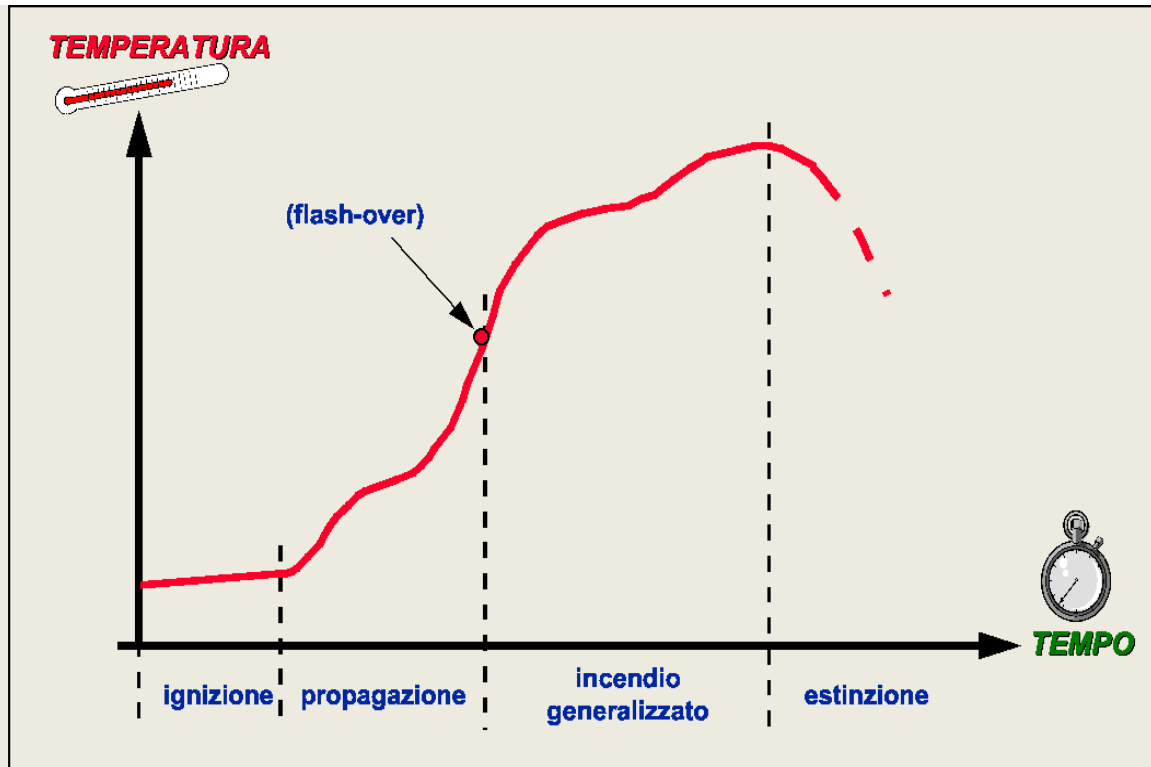
- La combustione è caratterizzata da numerosi parametri
- fisici e chimici, i principali dei quali sono i seguenti:





## L'incendio reale

- Fase di ignizione
- Fase di propagazione
- Fase di Incendio generalizzato (flash-over)
- Fase di Estinzione e raffreddamento

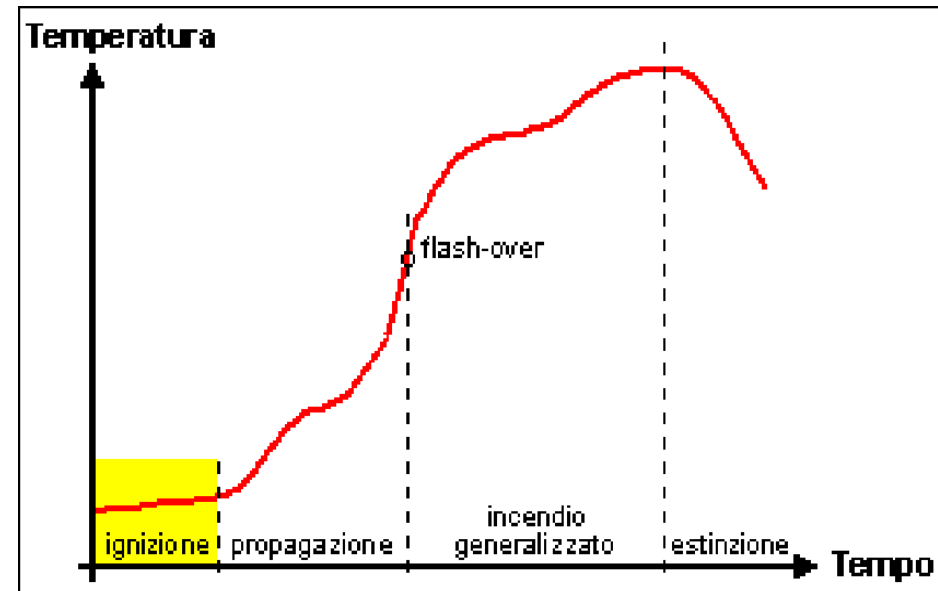






## Fase di ignizione

- infiammabilità del combustibile;
- possibilità di propagazione della fiamma;
- grado di partecipazione al fuoco del combustibile;
- geometria e volume degli ambienti;
- possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;
- ventilazione dell'ambiente;
- caratteristiche superficiali del combustibile;
- distribuzione nel volume del combustibile, punti di contatto

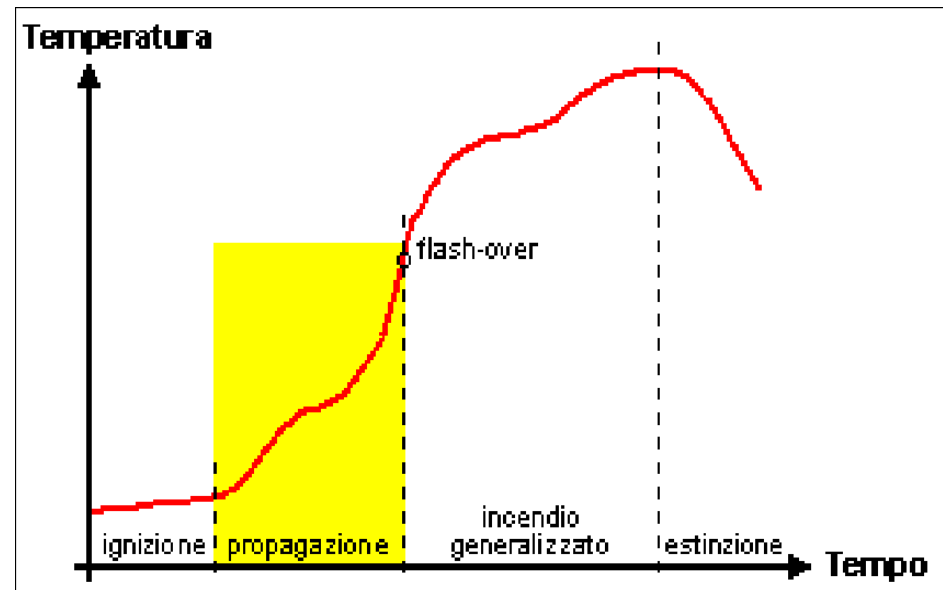


**E' il momento in cui l'incendio può essere spento con maggiore semplicità**



## Fase di propagazione

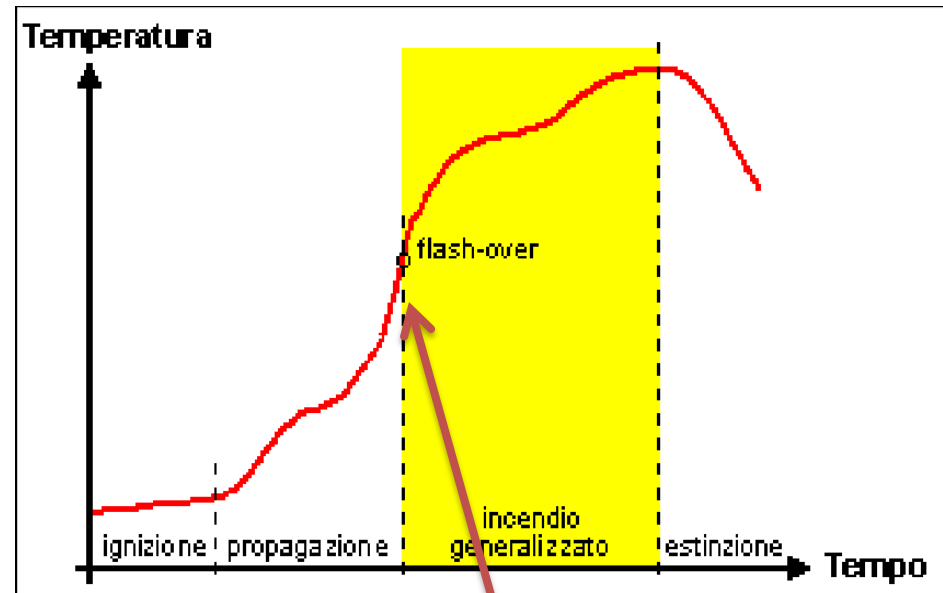
- produzione dei gas tossici e corrosivi;
- riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione;
- aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;
- aumento rapido delle temperature;
- aumento dell'“energia di irraggiamento”





## Fase di Incendio generalizzato (flash-over):

- brusco incremento della temperatura;
- crescita esponenziale della velocità di combustione;
- forte aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti, che si espandono e vengono trasportate in senso orizzontale, e soprattutto in senso ascensionale; si formano zone di turbolenze visibili;
- i combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili

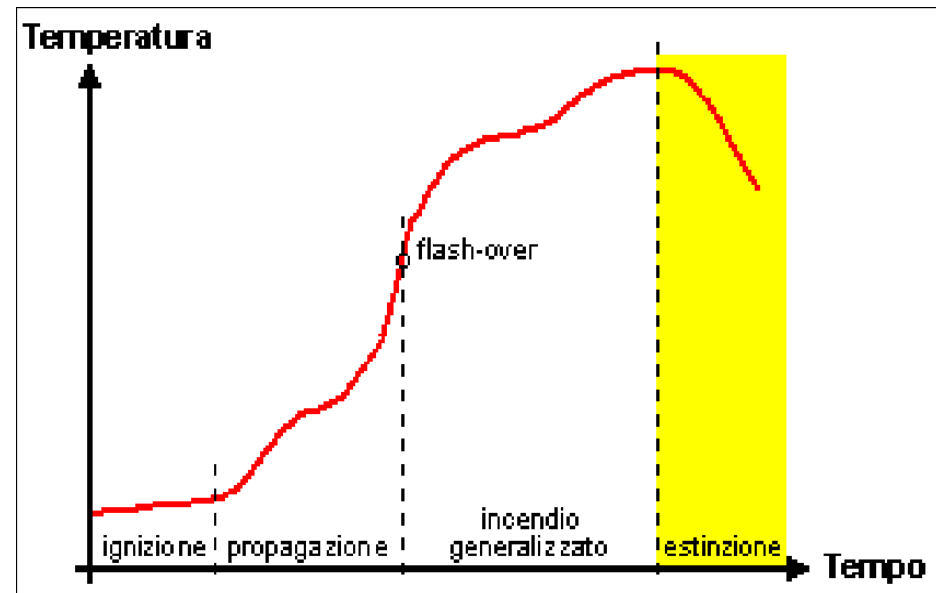


**E' il momento in cui l'incendio non può più essere spento**



## Fase di Estinzione e raffreddamento

- Quando l'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile ha inizio la fase di decremento delle temperature all'interno del locale a causa del progressivo diminuzione dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso i fumi e di fenomeni di conduzione termica.





# L'incendio

- **L'Incendio:**  
L'incendio può essere definito come la rapida ossidazione di materiali con notevole sviluppo di calore, fiamme, fumo e gas caldi.
- Gli effetti dell'incendio sono:
- **Emanazione di energia** sotto forma di luce e calore
- **Trasformazione delle sostanze combustibili** in altri elementi (**prodotti di combustione**).





## La combustione – Principi della combustione

- La **combustione** è una **reazione chimica** sufficientemente rapida di una sostanza **combustibile** con un **comburente** che dà luogo allo sviluppo di **calore, fiamma, gas, fumo e luce**.
- Avviene per ossidazione degli atomi di carbonio (C) e di idrogeno (H) presenti nelle sostanze combustibili. Ad esempio, nella combustione dei combustibili più comuni (legno, carbone, carta, idrocarburi, ecc.), costituiti in gran parte da carbonio e idrogeno, l'ossigeno dell'aria reagisce con l'idrogeno (formando acqua (H<sub>2</sub>O) sotto forma di vapore) e con il carbonio (formando anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ossido di carbonio (CO), fumi ecc.)
- La combustione può avvenire **con o senza sviluppo di fiamme** superficiali.
- La combustione senza fiamma superficiale si verifica generalmente quando la sostanza combustibile non è più in grado di sviluppare particelle volatili.
- Solitamente il comburente è l'ossigeno contenuto nell'aria**, ma sono possibili incendi di sostanze che contengono nella loro molecola una quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli **esplosivi** e la celluloidi.







## Combustione – condizioni necessarie

- Le condizioni necessarie per avere una combustione sono:
  - presenza del **combustibile**
  - presenza del **comburente**
  - presenza di una **sorgente di calore**
- Nota:** Composizione dell'aria: Azoto ( $N_2$ ): 78,08%; Ossigeno ( $O_2$ ): 20,95%; Argon (Ar): 0,934%; altri gas: 0,036%
- Combustibile:** qualsiasi **sostanza in grado di bruciare**. I materiali combustibili possono essere allo stato solido, liquido o gassoso.
- Comburente:** sostanza che **consente** e favorisce **la combustione**; il più importante è l'ossigeno dell'aria ed è quello maggiormente reperibile in natura
- Calore:** **forma di energia** che si manifesta con l'innalzamento della temperatura. Un combustibile brucia quando viene a trovarsi ad una temperatura tale che, avvicinando l'innesco, inizia la combustione





# Combustibili solidi, liquidi e gassosi (approfondimento)

- **Combustibili solidi**

I combustibili solidi più comuni sono il legno, i suoi derivati e i prodotti simili (p.e. carta, cartone, canapa, cotone, iuta, vegetali, ecc.). Questi materiali normalmente necessitano di una prolungata esposizione al calore prima di dar vita alla combustione e sono in grado di bruciare con fiamma viva o senza fiamma, nonché di carbonizzarsi. Grande importanza riveste la pezzatura in cui il materiale si trova, infatti tanto più è suddiviso finemente più è alta la sua combustibilità. Estremizzando, le polveri fluttuanti nell'aria come segatura, farine, fibre tessili vegetali possono provocare, qualora innescate da un arco elettrico o da un comune accendino, rapidissime combustioni con effetti addirittura esplosivi. Trovano molta diffusione negli ambienti ricettivi e nelle scuole anche le materie plastiche (nylon, pvc, polistirolo, bachelite, ecc.) usate spesso negli arredi; questi materiali bruciando provocano fumi scuri e molto densi, nocivi e in qualche caso tossici.

- **Combustibili liquidi**

I combustibili liquidi sono quelli che presentano il più alto potere calorifico e vengono impiegati sia nei motori a combustione interna, negli impianti di riscaldamento e in alcuni prodotti utilizzati per la pulizia dei locali. I più comuni sono la benzina, il gasolio, gli alcoli, gli oli combustibili. L'indice della maggiore o minore combustibilità di un liquido è fornito dalla temperatura di infiammabilità. Per questo è utile conoscere il significato di questi valori, per scegliere i prodotti detergenti meno pericolosi dal punto di vista della temperatura di infiammabilità.

- **Combustibili gassosi**

I combustibili gassosi sono generalmente conservati all'interno di recipienti atti ad impedirne la dispersione incontrollata nell'ambiente. Lo stoccaggio può essere eseguito con diverse modalità dando luogo a gas compressi (conservati sotto pressione allo stato gassoso alla temperatura ambiente) e gas liquefatti (conservati alla temperatura ambiente in parte allo stato liquido ed in parte allo stato di vapore sotto una pressione relativamente bassa).







## Triangolo del fuoco

- La combustione può essere rappresentata schematicamente da un **triangolo** i cui lati sono costituiti dai tre elementi necessari affinché questa si possa sviluppare.
- Le condizioni necessarie per avere una combustione sono:
  - presenza del **combustibile**
  - presenza del **comburente**
  - presenza di una **sorgente di calore**
- Pertanto solo la **contemporanea presenza** di questi tre elementi dà luogo al fenomeno dell'incendio, e di conseguenza **al mancare di almeno uno di essi l'incendio si spegne.**





## Sistemi di spegnimento

- Per ottenere lo spegnimento dell'incendio si può ricorrere a **vari sistemi**:
- **Esaurimento del combustibile:**  
allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendi
- **Soffocamento:**  
separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente in aria;
- **Raffreddamento:**
- sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione





## Sistemi di spegnimento (2)

- **Azione Chimica:**
- Oltre i tre sistemi sopraindicati, deve essere considerata anche **l'azione chimica** di estinzione dell'incendio (azione anticatalitica o catalisi negativa). L'azione chimica di estinzione si realizza attraverso l'uso di sostanze che **inibiscono il processo della combustione** (es. halon, polveri).
- Gli estinguenti chimici si combinano con i prodotti volatili che si sprigionano dal combustibile, rendendo questi ultimi inadatti alla combustione, **bloccando la reazione chimica della combustione**.
- Normalmente per lo spegnimento di un incendio si utilizza una **combinazione delle operazioni** di **esaurimento del combustibile**, di **soffocamento**, di **raffreddamento** e di **azione chimica**.





## Gli elementi che caratterizzano la combustione

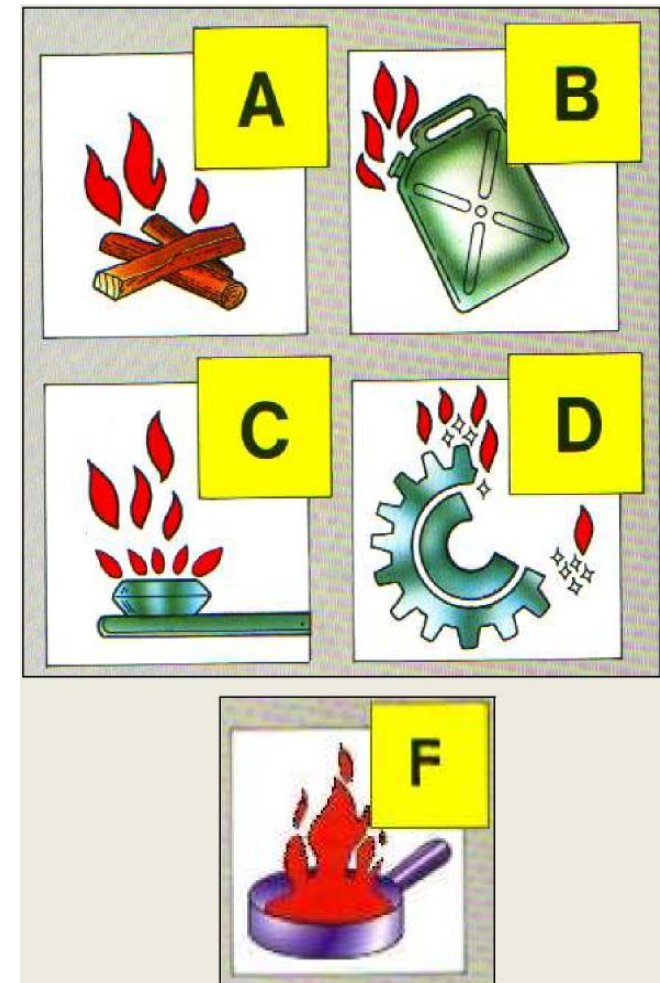
- Premesso che un incendio, nella quasi totalità dei casi, per ciò che riguarda la sostanza comburente, viene alimentato dall'ossigeno naturalmente contenuto nell'aria, ne consegue che esso si caratterizza per tipo di **combustibile** e per il tipo di **sorgente d'innescò**.
- **Comburente:** Ossigeno dell'aria
- Tipi di **Combustibile:** Solidi, liquidi, gas, metalli
- Tipi di **Sorgente di innescò:** Accensione diretta, accensione indiretta, attrito, autocombustione o riscaldamento spontaneo





## La classificazione dei fuochi

- **Norma europea UNI EN 2:2005** "Classificazione dei fuochi"
- Gli incendi vengono distinti in **cinque classi**, secondo le caratteristiche dei materiali combustibili, in accordo con la norma **UNI EN 2:2005** nella quale sono stati suddivisi i tipi di fuoco dei diversi materiali ed in base alla quale vengono caratterizzati i vari estinguenti.
- **classe A** Fuochi da materiali **solidi** generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con formazione di braci.
- **classe B** Fuochi da **liquidi** o da solidi liquefatti
- **classe C** Fuochi da **gas**
- **classe D** Fuochi da **metalli**
- **classe F** Fuochi che interessano **mezzi di cottura** (oli e grassi vegetali o animali) in apparecchi di cottura.
- Le originarie 4 classi sono diventate 5 con l'aggiornamento della norma UNI EN 2:2005 che ha introdotto la classe F.







## La classificazione dei fuochi

- La norma **UNI EN 2:2005** suddivide in **cinque classi** i diversi tipi di fuoco, in relazione al **tipo di combustibile**.
- Di conseguenza essa **non definisce una classe particolare per i fuochi in presenza di un rischio dovuto all'elettricità**.
- Questa **classificazione è utile** in modo particolare nel settore della lotta contro l'incendio mediante **estintori**.
- La classificazione degli incendi è **tutt'altro che accademica**, in quanto essa consente l'identificazione della classe di rischio d'incendio a cui corrisponde
  - una **precisa azione operativa** antincendio
  - Una **opportuna scelta del tipo di estinguente**.
- **Non tutte le sostanze estinguenti possono essere impiegate indistintamente su tutti i tipi di incendio** generati dalla combustione dei molteplici materiali suscettibili di accendersi.

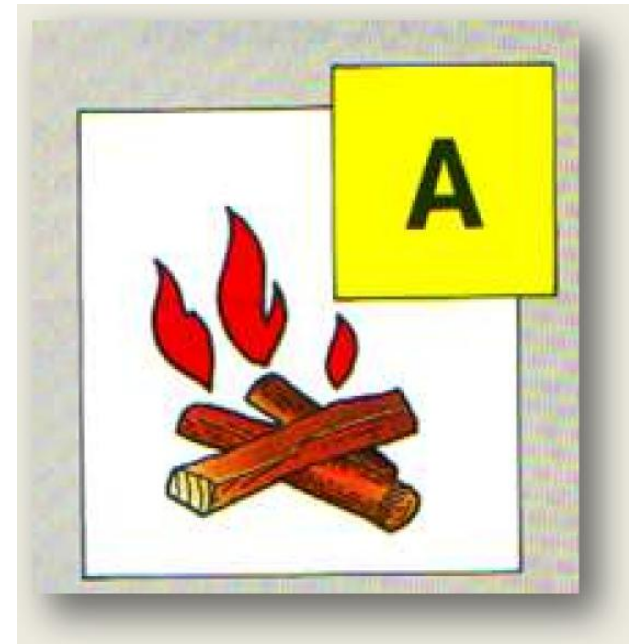




## Classe A – fuochi da materiale solidi

**Classe A** **Fuochi da materiali solidi**  
quali: legname carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci

- La combustione può presentarsi in **due forme**:
  - combustione viva **con fiamme**
  - combustione lenta **senza fiamme**, ma con formazione di braci incandescente.
- L'**acqua**, la **schiuma** e la **polvere** sono le sostanze estinguenti più comunemente utilizzate.
- In genere l'agente estinguente **migliore** è l'**acqua**, che agisce per **raffreddamento**.



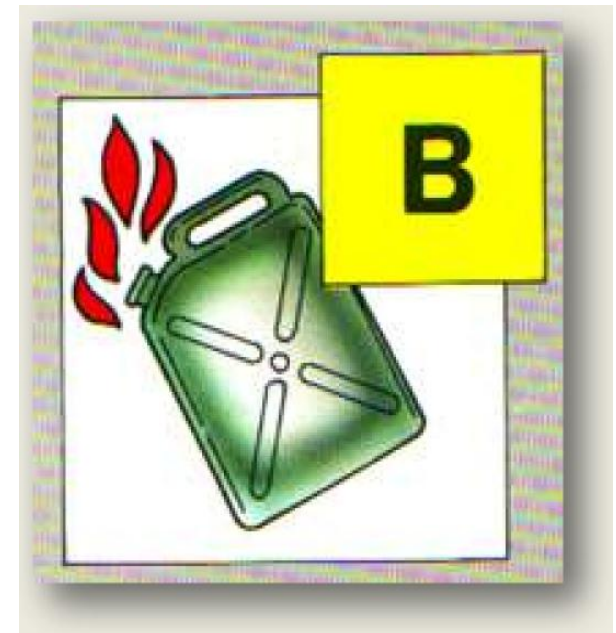




## Classe B – fuochi da liquidi

**Classe B** Fuochi da liquidi  
idrocarburi, benzine, alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri

- Gli estinguenti più comunemente utilizzati sono costituiti da **schiuma**, **polvere** e **CO2**.
- L'agente estinguente **migliore** è la **schiuma** che agisce per **soffocamento**.
- È **controindicato** l'uso di **acqua a getto pieno** (può essere utilizzata acqua con getto frazionato o nebulizzato).





## Classe C – fuochi da gas

**Classe C** Fuochi da gas:  
metano, G.P.L., idrogeno, acetilene, butano, propano.

- L'intervento principale contro tali incendi è quello di bloccare il flusso di gas **chiudendo la valvola di intercettazione** o otturando la falla.
- A tale proposito si richiama il fatto che **esiste il rischio di esplosione** se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il flusso del gas
- **L'acqua è consigliata solo a getto frazionato** o nebulizzato per raffreddare i tubi o le bombole coinvolte.
- Sono utilizzabili le polveri polivalenti. Il riferimento **all'“idoneità di un estintore** all'uso contro fuochi da gas (fuochi di classe C) è a **discrezione del costruttore**, ma **si applica solo agli estintori a polvere** che hanno ottenuto una valutazione di classe B o **classe A e classe B** (norma UNI EN 3-7).



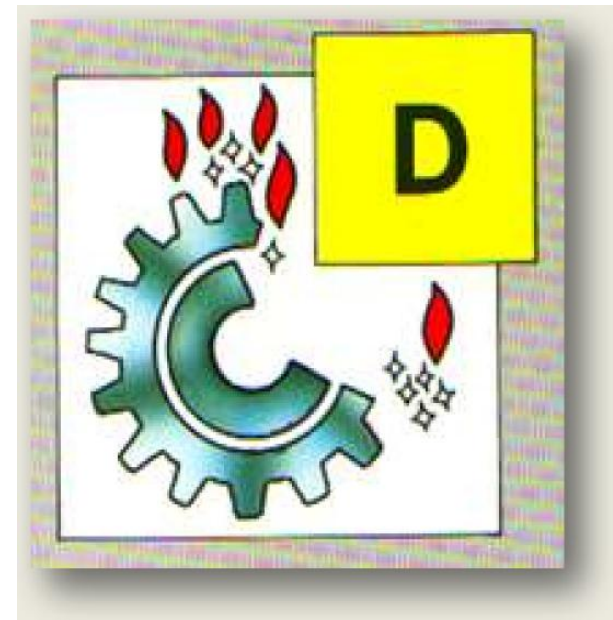


## Classe D – fuochi da metalli

### Classe D

Fuochi da metalli  
alluminio, magnesio, sodio, potassio

- Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di sostanze metalliche che bruciano (alluminio, magnesio, potassio, sodio).
- In tali incendi occorre utilizzare delle **polveri speciali** ed operare con **personale particolarmente addestrato**.
- Sono particolarmente difficili da estinguere data la loro **altissima temperatura**.
- Nei fuochi coinvolgenti alluminio e magnesio si utilizza la polvere al cloruro di sodio.
- Gli **altri agenti estinguenti** (compresa l'acqua) **sono da evitare** in quanto possono causare reazioni con rilascio di gas tossici o esplosioni.





## Classe D – fuochi da metalli

- **Classe D: Norma UNI EN 3-7** (segue)
- L'“idoneità degli estintori all'uso ai fuochi di classe D (fuochi da metalli infiammabili) **non rientra nel campo di applicazione della norma UNI EN 3-7** in relazione ai focolari di prova.
- Tuttavia, gli estintori per i quali è dichiarata l'“idoneità alla classe D sono coperti, sotto ogni altro aspetto, dai requisiti della norma per gli estintori a polvere.
- L'“estinzione di un fuoco da metallo **presenta tali peculiarità** (in termini di caratteristiche e forma del metallo, configurazione dell'“incendio ecc.) **da non permettere la definizione di un fuoco rappresentativo ai fini delle prove.**
- L'“efficacia degli estintori contro gli incendi di classe D deve essere stabilita caso per caso.



## Classe F – fuochi Olii

### Classe F

Fuochi che interessano mezzi di cottura  
Olio da cucina e grassi vegetali o animali

- È riferita ai fuochi di **oli combustibili di natura vegetale** e/o **animale** quali quelli usati nelle cucine, **in apparecchi di cottura**.
- La formula chimica degli oli minerali (idrocarburi - fuochi di classe B) **si distingue** da quella degli oli vegetali e/o animali. Gli estinguenti per fuochi di classe F spengono per **azione chimica**, e devono essere in grado di effettuare una catalisi negativa per la reazione chimica di combustione di queste altre specie chimiche.
- L'utilizzo di **estintori a polvere** e di estintori a **CO2** contro fuochi di **classe F** è considerato **pericoloso**. Pertanto non devono essere sottoposti a prova secondo la norma europea **UNI EN 3-7:2008** e **non devono essere marcati con il pittogramma di classe "F"**.
- Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di **classe F** devono essere conformi ai requisiti della **prova dielettrica** del punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008.

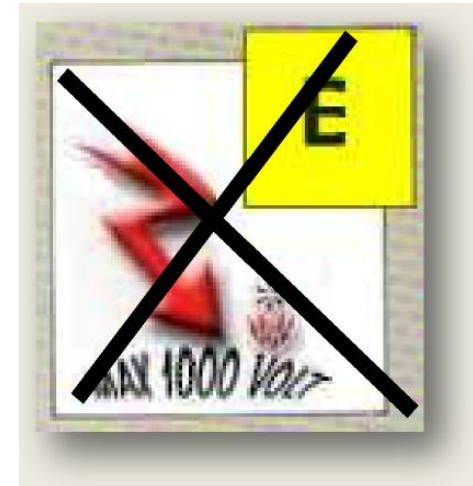






## Ex Classe E – fuochi da elettrici

- La norma **UNI EN 2:2005** non comprende i fuochi di "Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione" (vecchia **classe E**) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B.
- Gli estinguenti specifici per questi incendi sono costituiti da **polveri dielettriche** e **CO<sub>2</sub>**, mentre non devono essere usati acqua e schiuma.
- Nella norma **UNI EN 3-7** si richiama l'attenzione sui regolamenti e le prassi nazionali.
- Per stabilire se l'estintore può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione, deve essere effettuata la **prova dielettrica** prevista dal punto 9 della norma **UNI EN 3-7:2008**.
- Tale **prova non è richiesta per gli estintori a CO<sub>2</sub>** in quanto l'anidride carbonica non è conduttrice di elettricità, ne è richiesta per quegli estintori per i quali non viene chiesto l'impiego per parti elettriche sotto tensione. Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di **classe F** devono essere conformi ai requisiti della **prova dielettrica** del punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008.
- Gli estintori d'incendio portatili che non sono sottoposti a prova dielettrica, o non soddisfano i requisiti di tale punto, devono riportare la seguente avvertenza: **"AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione"**
- Gli estintori d'incendio portatili che utilizzano altri agenti e gli estintori a base d'acqua conformi ai requisiti della norma UNI EN 3-7, devono riportare l'indicazione della loro idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione, per esempio: **"adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro"**

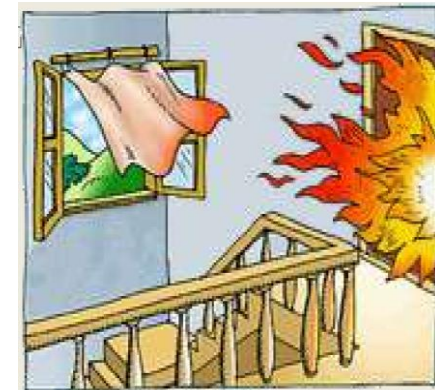






## Le sorgenti di innesco

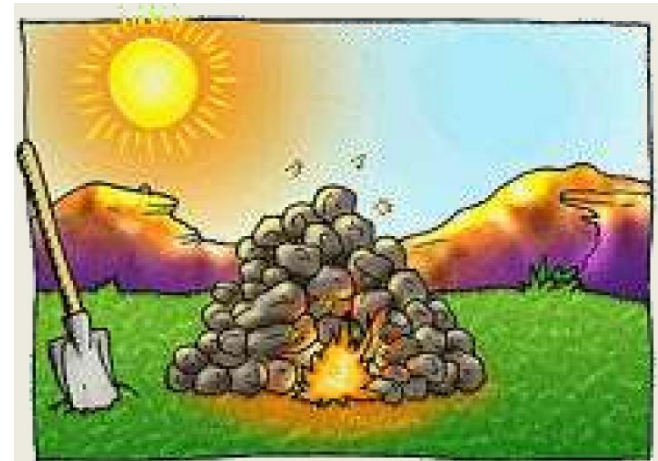
- Nella ricerca delle cause d'incendio, sia a livello preventivo che a livello di accertamento, è fondamentale **individuare tutte le possibili fonti d'innesco**.
- Esse possono essere suddivise in **quattro categorie**: **Accensione diretta**, **Accensione indiretta**, **Attrito**, **Autocombustione o riscaldamento spontaneo**
- ACCENSIONE DIRETTA**: quando una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in **contatto** con un materiale combustibile in presenza di ossigeno.
  - Esempi: operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, lampade resistenze elettriche, stufe elettriche, scariche elettrostatiche.*
- ACCENSIONE DIRETTA**: quando il calore d'innesco avviene nelle forme della **convezione**, **conduzione** e **irraggiamento** termico.
  - Esempi: correnti di aria calda generate da un incendio e diffuse attraverso un vano scala o altri collegamenti verticali negli edifici; propagazione di calore attraverso elementi metallici strutturali degli edifici.*





## Le sorgenti di innesco

- **ATTRITO**: quando il calore è prodotto dallo **sfregamento** di due materiali.
- *Esempi: malfunzionamento di parti meccaniche rotanti quali cuscinetti, motori; urti; rottura violenta di materiali metallici.*
- **Autocombustione o riscaldamento spontaneo**: quando il **calore viene prodotto dallo stesso combustibile** come ad esempio lenti processi di ossidazione, reazione chimiche, decomposizioni esotermiche in assenza d'aria, azione biologica.
- *Esempi: cumuli di carbone, stracci o segatura imbevuti di olio di lino, polveri di ferro o nichel, fermentazione di vegetali.*





## I prodotti della combustione

- I principali effetti dell'incendio sull'uomo sono:
  - ***anossia*** (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria);
  - ***azione tossica dei fumi***;
  - ***riduzione della visibilità***;
  - ***azione termica***
- Essi sono determinati dai prodotti della combustione che sono suddivisibili in **quattro categorie**:
  - ***gas di combustione*** (ossido di carbonio, anidride carbonica, idrogeno solforato, anidride solforosa, ecc.);
  - ***fiamma***;
  - ***calore***;
  - ***fumo***.





## Gas di combustione

- I gas di combustione sono quei prodotti della combustione che **rimangono allo stato gassoso** anche quando raggiungono raffreddandosi la **temperatura ambiente di riferimento 15 °C**.
- La produzione di tali gas dipende: dal tipo di **combustibile**, dalla **percentuale di ossigeno** presente, dalla **temperatura** raggiunta nell'incendio.
- Nella stragrande maggioranza dei casi, **la mortalità per incendio è da attribuire all'inalazione di questi gas** che producono danni biologici per anossia o per tossicità.

### Principali **GAS DI COMBUSTIONE**

*ossido di carbonio  
anidride carbonica  
idrogeno solforato  
anidride solforosa  
acido cianidrico  
aldeide acrilica  
fosgene  
ammoniaca  
ossido e perossido di azoto  
acido cloridrico*

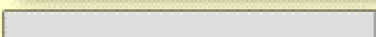






## Fiamme

- Le fiamme sono costituite dall'emissione di luce conseguente alla combustione di gas sviluppatasi in un incendio.
- In particolare **nell'incendio di combustibili gassosi** è possibile valutare approssimativamente il valore raggiunto dalla temperatura di combustione dal colore della fiamma, come mostrato nella seguente tabella
- (Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas).*

| Colore della fiamma |                                                                                     | Temperatura (°C) |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Rosso nascente      |  | 525              |
| Rosso scuro         |  | 700              |
| Rosso ciliegia      |  | 900              |
| Giallo scuro        |  | 1100             |
| Giallo chiaro       |  | 1200             |
| Bianco              |  | 1300             |
| Bianco abbagliante  |  | 1500             |



## Fumi

- Il fumo è l'elemento più caratteristico dell'incendio, perché ne identifica la presenza anche da grandi distanze. I fumi sono formati da piccolissime **particelle solide** (aerosol), **liquide** (nebbie o vapori condensati).
- Le **particelle solide** sono sostanze incombuste e ceneri che si formano quando la combustione avviene in carenza di ossigeno e vengono trascinate dai gas caldi prodotti dalla combustione stessa. Normalmente sono prodotti in quantità tali da impedire la visibilità ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone.
- Le particelle solide dei fumi che sono incombusti e ceneri rendono il **fumo di colore scuro**. Le **particelle liquide** (nebbie o vapori condensati), invece, sono costituite essenzialmente da vapor d'acqua che al di sotto dei 100 °C condensa dando luogo a **fumo di color bianco**.



Particelle solide (fumo di colore scuro) Particelle liquide (fumo di colore chiaro)

### Nota

Quantità del fumo prodotto da un combustibile: legno 17 m<sup>3</sup>/kg; benzina 38 m<sup>3</sup>/kg; alcool etilico 25 m<sup>3</sup>/kg





## Calore

- Il calore è la **causa principale della propagazione degli incendi.**
- 
- Realizza l'aumento della temperatura di tutti i materiali e i corpi esposti, provocandone il danneggiamento fino alla distruzione.
- Il calore è **dannoso per l'uomo** potendo causare:
  - disidratazione dei tessuti,
  - difficoltà o blocco della **respirazione**,
  - scottature.





## I parametri fisici della combustione

- La combustione è caratterizzata da numerosi parametri fisici e chimici, i principali dei quali sono i seguenti:
- Temperatura di accensione
- Temperatura teorica di combustione
- Aria teorica di combustione
- Potere calorifico
- Temperatura di infiammabilità
- Limiti di infiammabilità e di esplosibilità





## Temperatura di accensione o di autoaccensione (°C)

- **Temperatura di accensione o di autoaccensione** (°C)
- La minima temperatura alla quale la **miscela combustibile – comburente inizia a bruciare spontaneamente** in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

| Sostanze        | Temperatura di accensione (°C)<br>valori indicativi | Sostanze        | Temperatura di accensione (°C)<br>valori indicativi |
|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------|
| Acetone         | 540                                                 | carta           | 230                                                 |
| Benzina         | 250                                                 | legno           | 220-250                                             |
| Gasolio         | 220                                                 | gomma sintetica | 300                                                 |
| Idrogeno        | 560                                                 | metano          | 537                                                 |
| alcool metilico | 455                                                 |                 |                                                     |





## Temperatura di infiammabilità (°C)

- La **temperatura minima** alla quale i **liquidi infiammabili** o combustibili **emettono vapori in quantità tali da incendiarsi in caso di innesco.**
- *I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e aria.*
- *La combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie i sono opportunamente innescati vapori dei liquidi infiammabili o combustibili, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria*

| Sostanze          | Temperatura di infiammabilità (°C) |
|-------------------|------------------------------------|
| gasolio           | 65                                 |
| acetone           | -18                                |
| benzina           | -20                                |
| alcool metilico   | 11                                 |
| alcool etilico    | 13                                 |
| toluolo           | 4                                  |
| olio lubrificante | 149                                |
| kerosene          | 37                                 |





## Limiti di infiammabilità (% in volume)

- Tali limiti individuano il **campo di infiammabilità** all'interno del quale si ha, in caso d'innesco, l'accensione e la propagazione della fiamma nella miscela
- Limite inferiore di infiammabilità:  
la più **bassa** concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale **non si ha accensione** in presenza di innesco per **carenza di combustibile**;
- Limite superiore di infiammabilità:  
la più **alta** concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale **non si ha accensione** in presenza di innesco per **eccesso di combustibile** limite superiore di infiammabilità.

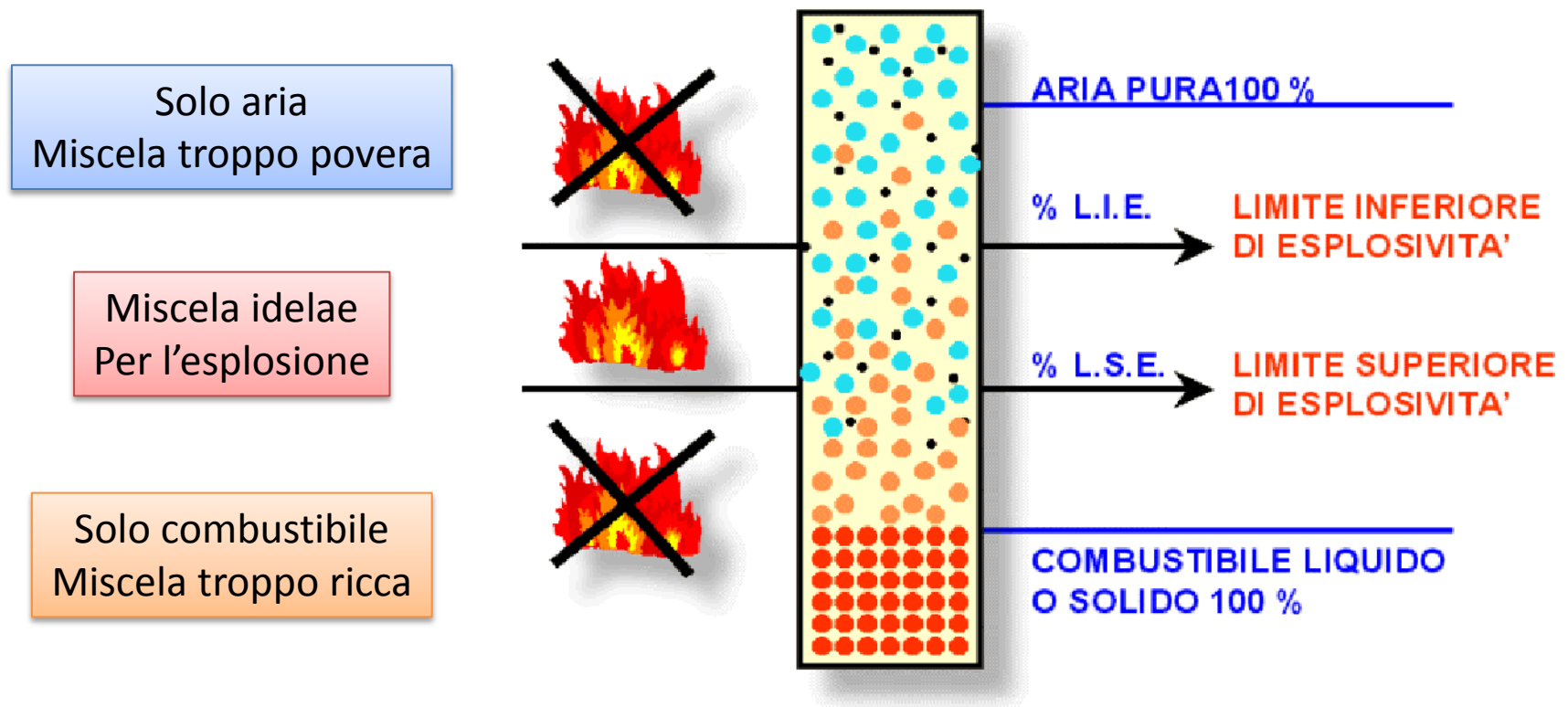
| SOSTANZE  | Campo di infiammabilità (% in volume) |                  |
|-----------|---------------------------------------|------------------|
|           | limite inferiore                      | limite superiore |
| acetone   | 2,5                                   | 13               |
| ammoniaca | 15                                    | 18               |
| benzina   | 1                                     | 6,5              |
| gasolio   | 0,6                                   | 6,5              |
| idrogeno  | 4                                     | 75,6             |
| metano    | 5                                     | 15               |
| G.P.L.    | 2                                     | 9                |





## Limiti di esplosibilità: (% in volume)

- Sono la più bassa e la più alta concentrazione in volume di **vapore della miscela al di sotto o al di sopra della quale non si ha esplosione** in presenza di innesco.





## Combustione delle sostanze solide, liquide e gassose

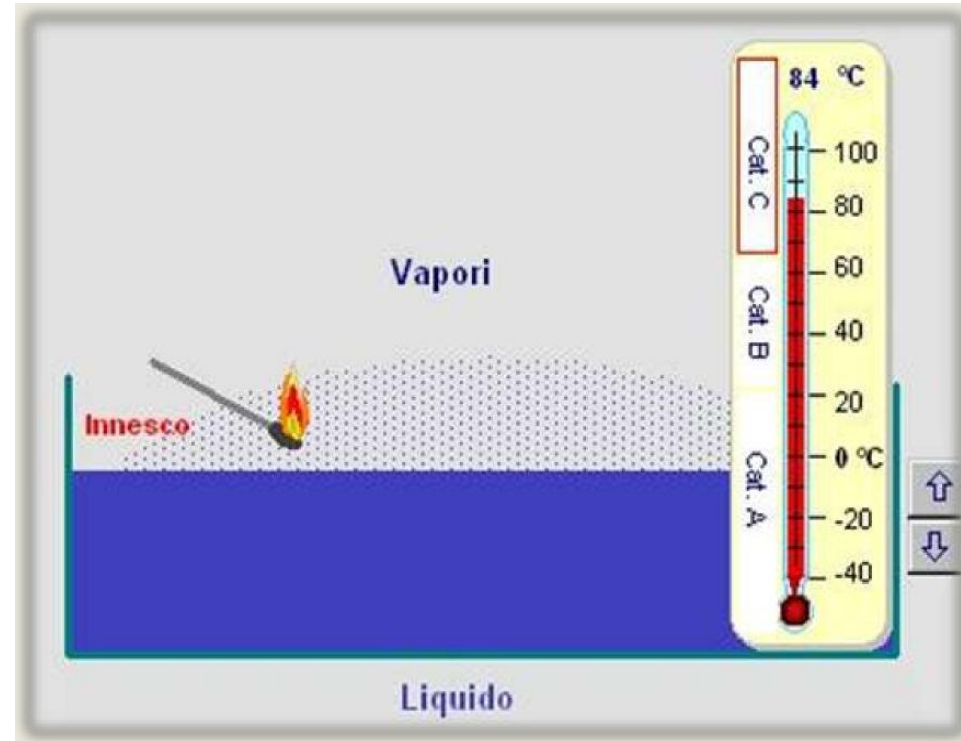
- La combustione delle **sostanze solide**
- L'accensione di un combustibile solido rappresenta la fase di superamento di un processo di degradazione del materiale superficiale, della sua evaporazione (**pirolisi**) e combinazione con l'ossigeno circostante e quindi, in presenza di innesco, dell'instaurarsi di una reazione esotermica capace di auto sostenersi.
- Parametri che caratterizzano la combustione delle sostanze solide:
  - **pezzatura e forma** del materiale (pezzature di piccola taglia e forme irregolari favoriscono la combustione);
  - grado di **porosità** del materiale (la maggiore porosità favorisce la combustione);
  - **elementi** che compongono la sostanza (presenza di elementi combustibili favorisce la combustione);
  - contenuto di **umidità** del materiale (la maggiore umidità non favorisce la combustione);
  - condizioni di **ventilazione** (la maggiore ventilazione favorisce la combustione).
- Inoltre il processo di combustione delle sostanze solide porta alla formazione di braci che sono costituite dai prodotti della combustione dei residui carboniosi della combustione stessa.





## La combustione dei liquidi infiammabili

- Tutti i liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano in misura differente a seconda delle condizioni di pressione e temperatura sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e mezzo che lo sovrasta.
- Nei liquidi infiammabili la combustione avviene proprio quando, in corrispondenza della suddetta superficie **i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni comprese nel campo infiammabilità, sono opportunamente innescati.**





## Classificazione dei liquidi infiammabili

- Per bruciare in presenza di innesco un liquido infiammabile deve passare dallo stato liquido allo stato di vapore.
- L'indice della maggiore o minore combustibilità è fornito dalla temperatura di infiammabilità:
- **Categoria A:**  
punto di infiammabilità **inferiore a 21°C**
- **Categoria B:**  
punto di infiammabilità **compreso tra 21°C e 65°C**
- **Categoria C:**  
punto d'infiammabilità **superiore a 65°C**  
compreso tra 65°C e 125°C (oli combustibili),  
superiore a 125°C (oli lubrificanti)

| SOSTANZE          | Temperatura di infiammabilità (°C) | Categoria |
|-------------------|------------------------------------|-----------|
| gasolio           | 65                                 | C         |
| acetone           | <b>-18</b>                         | <b>A</b>  |
| benzina           | <b>-20</b>                         | <b>A</b>  |
| alcool metilico   | 11                                 | <b>A</b>  |
| alcool etilico    | 13                                 | <b>A</b>  |
| toluolo           | 4                                  | <b>A</b>  |
| olio lubrificante | 149                                | C         |
| kerosene          | 37                                 | B         |
| petrolio greggio  | 20                                 | <b>A</b>  |

| Classe | Gradi                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| A      | Inferiore 21°                                                                               |
| B      | tra 21° e 65°                                                                               |
| C      | superiore a 65°<br>(tra 65° e 125° oli combustibili)<br>superiori a 125° (oli lubrificanti) |



## La combustione dei gas infiammabili

- Nelle applicazioni civili ed industriali i gas, compresi quelli infiammabili, sono generalmente contenuti in recipienti atti ad impedirne la dispersione incontrollata.
- I gas possono essere **classificati** in funzione delle loro:
  - **caratteristiche fisiche** (*densità*)
  - **modalità di conservazione.**
- La **densità** di un gas o vapore è definita come rapporto tra il peso della sostanza allo stato di gas o vapore e quello di un ugual volume di aria a pressione e temperatura ambiente.
- Essa fornisce informazioni sulla propagazione dei gas o vapori dopo l'emissione accidentale.
- Nella tabella a lato sono riportati i valori della densità di alcuni gas.



| GAS                | Densità |
|--------------------|---------|
| Acetilene          | 0,90    |
| Ammoniaca          | 0,59    |
| Cloro              | 1,47    |
| Gasolio            | 3,4     |
| Idrogeno           | 0,07    |
| Metano             | 0,55    |
| Idrogeno solforato | 1,19    |
| GPL                | 1,9     |
| Ossido di carbonio | 0,97    |





## Classificazione in base alle caratteristiche fisiche (densità)

- **Gas Leggero**

- Gas avente **densità** rispetto all'aria **inferiore a 0,8** (*metano, idrogeno, ecc.*)
- *Un gas leggero quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare verso l'alto*



- **Gas Pesante**

- Gas avente **densità** rispetto all'aria **superiore a 0,8** (*G.P.L., acetilene, etc.*)
- *Un gas pesante quando liberato dal proprio contenitore **tende** a stratificare ed **a permanere nella parte bassa** dell'ambiente ovvero a penetrare in cunicoli o aperture praticate a livello del piano di calpestio.*





## Classificazione in base alle modalità di conservazione

- **Gas Compresso**
- Gas che vengono conservati allo stato gassoso ad una pressione superiore a quella atmosferica in appositi recipienti detti bombole o trasportati attraverso tubazioni.
- La pressione di compressione può variare da poche centinaia millimetri di colonna d'acqua (*rete di distribuzione gas metano per utenze civili*) a qualche **centinaio di atmosfere** (*bombole di gas **metano** e di aria compressa*)



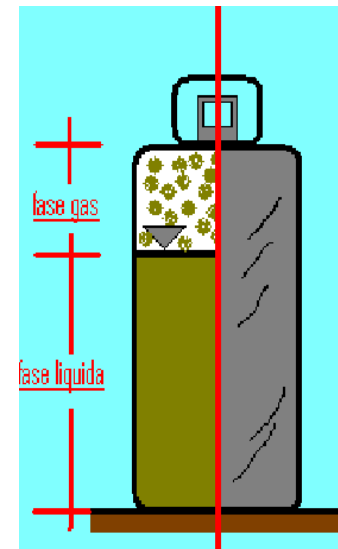
*Serbatoi di metano compresso*

| GAS                   | Pressione di stoccaggio (bar) <i>valori indicativi</i> |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| metano                | 300                                                    |
| idrogeno              | 250                                                    |
| gas nobili            | 250                                                    |
| ossigeno              | 250                                                    |
| aria                  | 250                                                    |
| CO <sub>2</sub> (gas) | 20                                                     |



## Classificazione in base alle modalità di conservazione

- **Gas Liquefatto**
- Gas che per le sue caratteristiche chimico-fisiche **può essere liquefatto a temperatura ambiente mediante compressione (GPL, butano, propano, ammoniaca, cloro).**
- Il vantaggio della conservazione di gas allo stato liquido consiste nella possibilità di detenere grossi quantitativi di prodotto in spazi contenuti, in quanto **un litro di gas liquefatto** può sviluppare nel passaggio di fase fino a **800 litri di gas.**
- I contenitori di gas liquefatto debbono garantire una parte del loro volume geometrico sempre libera dal liquido per consentire allo stesso l'equilibrio con la propria fase vapore; pertanto è prescritto un limite **massimo** di riempimento dei contenitori detto grado di riempimento.



| GAS LIQUEFATTO  | Grado di riempimento (kg/dm <sup>3</sup> ) |
|-----------------|--------------------------------------------|
| ammoniaca       | 0,53                                       |
| cloro           | 1,25                                       |
| butano          | 0,51                                       |
| propano         | 0,42                                       |
| GPL             | 0,43-0,47                                  |
| CO <sub>2</sub> | 0,75                                       |



## Classificazione in base alle modalità di conservazione

- **Gas Refrigerato**
- Gas che possono essere conservati in fase liquida mediante refrigerazione alla temperatura di equilibrio liquido-vapore con livelli di pressione estremamente modesti, assimilabili alla pressione atmosferica.
- Es. Ossigeno liquido: temperatura di liquefazione  $-182.97^{\circ}\text{C}$  ( $T=90.18\text{ K}$ )
- Azoto liquido: temperatura di liquefazione  $-195.82^{\circ}\text{C}$  ( $T=77.35\text{ K}$ )

- Approfondimento
- La temperatura più bassa che teoricamente si può ottenere rappresenta lo "zero assoluto",  $0\text{ K}$  (gradi Kelvin) e corrisponde a  $-273,15^{\circ}\text{C}$  ( $-459,67^{\circ}\text{F}$ )



Serbatoi di ossigeno liquido



## Classificazione in base alle modalità di conservazione

- **Gas Disciolto**
- Gas che sono conservati in fase gassosa disciolti entro un liquido ad una determinata pressione
- (ad es.: **acetilene** disciolto in acetone, anidride carbonica disciolta in acqua gassata – acqua minerale).



Saldatura portatile ossigeno  
acetilene





## Le sostanze estinguenti normalmente utilizzate sono

- acqua
- schiuma
- polveri
- gas inerti
- idrocarburi alogenati (HALON)
- agenti estinguenti alternativi all'halon

- **Nota:**

Alcune delle sostanze oggi usate sono state sempre usate in passato, mentre altre sono di più recente scoperta e rappresentano il risultato delle continue ricerche effettuate per disporre di mezzi e sistemi sempre più efficaci nella lotta contro gli incendi. Tali ricerche sono tanto più necessarie quanto più le moderne tecniche e lavorazioni portano a concentrare in zone ristrette sempre maggiori quantità di prodotti pericolosi o facilmente combustibili.



# Le sostanze estinguenti

## Azioni per estinzione in base all'effettivo contributo usualmente riscontrato per ciascun estinguento

| Estinguento                                                                           | 1° azione             | 2° azione      | 3° azione      | Classi di fuoco | apparecchi in tensione (*) |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------------|
| <b>Polvere</b>                                                                        | <b>chimica</b>        | soffocamento   | raffreddamento | A B C           | se senza simbolo           |
| <b>CO<sub>2</sub></b>                                                                 | <b>raffreddamento</b> | soffocamento   | -              | B C             | SI                         |
| <b>Schiuma</b>                                                                        | <b>soffocamento</b>   | raffreddamento | -              | A B             | NO                         |
| <b>Halon</b>                                                                          | <b>chimica</b>        | raffreddamento | soffocamento   | A B C           | se senza simbolo           |
| <b>Acqua</b>                                                                          | <b>raffreddamento</b> | soffocamento   | -              | A B             | NO                         |
| (*) si fa riferimento al simbolo di divieto all'uso su apparecchiature sotto tensione |                       |                |                |                 |                            |



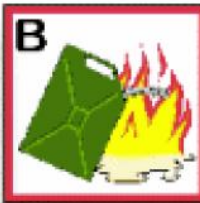
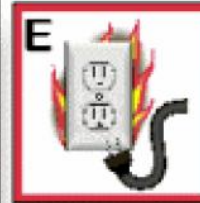
## Le sostanze estinguenti

| Estinguenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco |                 |                |                |                 |                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Descrizione                                                     | Classe di fuoco | 1° estinguente | 2° estinguente | 3° estinguente  | 4° estinguente    |
| Legno, cartone, carta, plastica, pvc, tessuti, moquette         |                 | <b>acqua</b>   | polvere        | halon           | schiuma           |
| Benzina, petrolio, gasolio, lubrificanti, oli, alcol, solventi  |                 | <b>schiuma</b> | polvere        | halon           | CO <sub>2</sub>   |
| Metano, g.p.l., gas naturale                                    |                 | <b>polvere</b> | halon          | CO <sub>2</sub> | acqua nebulizzata |





## Azione degli estinguenti

| ESTINGUENTE      | AZIONE ESPLETATA                                                                    |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | SOLIDI                                                                              | LIQUIDI                                                                             | GAS                                                                                  | ELETTR.                                                                               |
|                  | A  | B  | C  | E  |
| ACQUA            | ★                                                                                   | ■                                                                                   | ■                                                                                    | ▲                                                                                     |
| SCHIUMA          | ★                                                                                   | ★                                                                                   | ▲                                                                                    | ▲                                                                                     |
| ANIDRIDE CARBON. | ☼                                                                                   | ■                                                                                   | ■                                                                                    | ★                                                                                     |
| POLVERE          | ■                                                                                   | ★                                                                                   | ★                                                                                    | ★                                                                                     |
| HALON            | ☼                                                                                   | ★                                                                                   | ★                                                                                    | ★                                                                                     |

|   |                  |
|---|------------------|
| ▲ | INADATTO         |
| ☼ | EFFETTO SCARSO   |
| ■ | EFFETTO MEDIOCRE |
| ★ | EFFETTO BUONO    |



## Azione degli estinguenti

|                                                                                   |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|  | EFFETTO<br>SCARSO   |
|  | EFFETTO<br>MEDIOCRE |
|  | EFFETTO<br>BUONO    |

| ESTINGUENTE         | AZIONE ESPLETATA                                                                   |                                                                                      |                                                                                      |                                                                                       |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | SEPARAZ.<br>RIMOZIONE                                                              | SOFFOCAM.<br>DILUIZIONE                                                              | RAFFRED-<br>DAMENTO                                                                  | INIBIZIONE<br>CHIMICA                                                                 |
| ACQUA               |   |   |   |                                                                                       |
| SCHIUMA             |                                                                                    |   |   |                                                                                       |
| ANIDRIDE<br>CARBON. |                                                                                    |   |   |                                                                                       |
| POLVERE             |  |  |  |   |
| HALON               |                                                                                    |                                                                                      |                                                                                      |  |





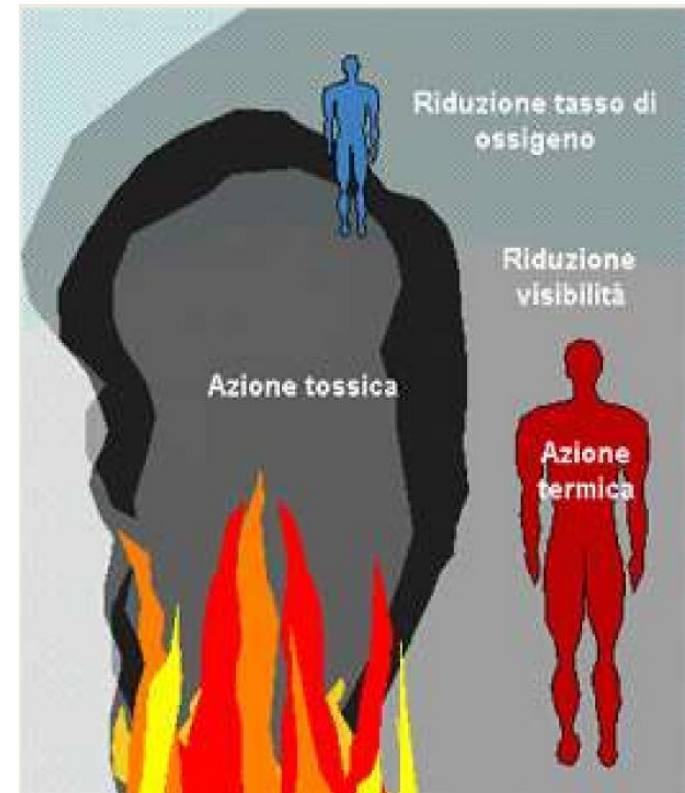
## Idoneita' degli estinguenti

| ESTINGUENTE         | IMPIEGO                           |                               |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                     | IMPIANTI ELETTRICI<br>IN TENSIONE | TEMPERATURE<br>MINORI DI 0 °C |
|                     |                                   | 0 °C                          |
| ACQUA               |                                   |                               |
| SCHIUMA             |                                   |                               |
| ANIDRIDE<br>CARBON. |                                   |                               |
| POLVERE             |                                   |                               |
| HALON               |                                   |                               |

|  |              |
|--|--------------|
|  | PERICOLOSO   |
|  | SCONSIGLIATO |
|  | IDONEO       |

## Effetti dell'incendio sull'uomo

- Principali **effetti dell'incendio sull'uomo**:
  - **Anossia** (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria)
  - **Azione tossica dei fumi**
  - **Riduzione della visibilità**
  - **Azione termica**
- Causati dai **prodotti della combustione**:
  - Gas di Combustione
  - Fiamma
  - Calore
  - Fumo





## Gas di combustione

**ossido di carbonio** (CO)  
**anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>)  
idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S)  
anidride solforosa (SO<sub>2</sub>)  
ammoniaca (NH<sub>3</sub>)  
**acido cianidrico** (HCN)  
acido cloridrico (HCl)  
diossido di azoto (NO<sub>2</sub>)  
aldeide acrilica (CH<sub>2</sub>CHCHO)  
**fosgene** (COCl<sub>2</sub>)

### Principali ***GAS DI COMBUSTIONE***

*ossido di carbonio  
anidride carbonica  
idrogeno solforato  
anidride solforosa  
acido cianidrico  
aldeide acrilica  
fosgene  
ammoniaca  
ossido e perossido di azoto  
acido cloridrico*





## Ossido di carbonio (CO)

- **OSSIDO DI CARBONIO (CO)**
- L'ossido (o monossido) di carbonio si sviluppa in **incendi covanti** in ambienti chiusi ed **in carenza di ossigeno**.
- È il più pericoloso tra i **tossici del sangue** sia per l'elevato livello di tossicità, sia per i notevoli quantitativi generalmente sviluppati.
- **Caratteristiche:** incolore, inodore, non irritante
- **Meccanismo d'azione:** Il CO viene assorbito per via polmonare; attraverso la parete alveolare passa nel sangue **per combinazione con l'emoglobina** dei globuli rossi formando la **carbossi-emoglobina**. Con tale azione si bloccano i legami che la stessa ha con l'ossigeno che in condizioni normali forma l'ossiemoglobina.
- La presenza di CO nell'aria determina un legame preferenziale tra questo e l'emoglobina, in quanto **l'affinità di legame che intercorre tra il CO e l'emoglobina è di circa 220 volte superiore a quella tra l'emoglobina e l'ossigeno**.
- **Sintomatologia:** cefalea, nausea, vomito, palpitazioni, astenia, tremori muscolari.
- Se si sommano gli effetti del CO sull'organismo umano con quelli conseguenti ad una situazione di stress, panico e condizioni termiche avverse, i massimi tempi di esposizione sopportabili dall'uomo in un incendio reale sono quelli indicati in tabella.

| Concentrazione di CO (ppm) | Tempo max di esposizione (sec) |
|----------------------------|--------------------------------|
| 500                        | 240                            |
| 1000                       | 120                            |
| 2500                       | 48                             |
| 5000                       | 24                             |
| 10000                      | 12                             |



## Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)

- L'anidride carbonica non è un gas tossico.
- È un **gas asfissiante** in quanto, pur non producendo effetti tossici sull'organismo umano, **si sostituisce all'ossigeno dell'aria**.
- Quando ne determina una diminuzione a valori inferiori al 17% in volume, produce asfissia.
- Inoltre è un gas che accelera e stimola il ritmo respiratorio; con una percentuale del 2% di CO<sub>2</sub> in aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alle normali condizioni. Con una percentuale di CO<sub>2</sub> al 3% l'aumento è del 100%, cioè raddoppia.

- **Nota:**

La deficienza di ossigeno e/o l'eccesso di anidride carbonica possono condurre alla perdita di conoscenza e alla morte per asfissia. Quando la concentrazione dell'ossigeno scende **intorno al 15%** (la concentrazione normale dell'ossigeno alla quale siamo abituati a svolgere la nostra attività è intorno al 20%) l'attività muscolare diminuisce, si ha difficoltà nei movimenti. Quando la concentrazione dell'ossigeno è **tra il 10 e il 15%** l'uomo è ancora cosciente, anche se, e non necessariamente se ne rende conto, commette valutazioni errate. A concentrazioni di ossigeno **tra il 6 e il 10%** si ha collasso. **Sotto il 6%** cessa la respirazione e la morte per asfissia ha luogo nel giro di circa 6 minuti.







## Acido Cianidrico (HCN)

- **ACIDO CIANIDRICO (HCN)**
- L'acido cianidrico si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete (carenza di ossigeno) di lana, seta, resine acriliche, uretaniche e poliammidiche. Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.
- **Meccanismo d'azione:** L'acido cianidrico è un aggressivo chimico che interrompe la catena respiratoria a livello cellulare generando grave sofferenza funzionale nei tessuti ad alto fabbisogno di ossigeno, quali il cuore e il sistema nervoso centrale
- **Vie di penetrazione:** inalatoria, cutanea, digerente.
- I cianuri dell'acido cianidrico a contatto con l'acidità gastrica presente nello stomaco vengono idrolizzati bloccando la respirazione cellulare con la conseguente morte della cellula per anossia.
- **Sintomatologia:** iperpnea (fame d'aria), aumento degli atti respiratori, colore della cute rosso, cefalea, ipersalivazione, bradicardia, ipertensione.





## Fosgene (COCl<sub>2</sub>)

- **FOSGENE (COCl<sub>2</sub>)**
- Il fosgene è un gas tossico che si sviluppa durante le combustioni di materiali che contengono il cloro, come per esempio alcune materie plastiche. Esso diventa particolarmente pericoloso in ambienti chiusi.
- **Meccanismo d'azione:** Il fosgene a contatto con l'acqua o con l'umidità si scinde in anidride carbonica e acido cloridrico che è estremamente pericoloso in quanto intensamente caustico e capace di raggiungere le vie respiratorie.
- **Sintomatologia:** irritazione (occhi, naso, e gola), lacrimazione, secchezza della bocca, costrizione toracica, vomito, mal di testa.





## Effetti del calore

- *Il calore è dannoso per l'uomo potendo causare la disidratazione dei tessuti, difficoltà o blocco della respirazione e scottature.*
- Una temperatura dell'aria di circa 150 °C è da ritenere la massima sopportabile sulla pelle per brevissimo tempo, a condizione che l'aria sia sufficientemente secca. Tale valore si abbassa se l'aria è umida.
- Purtroppo negli incendi sono presenti notevoli quantità di vapore acqueo. Una temperatura di circa **60 °C è da ritenere la massima respirabile per breve tempo.**

*L'irraggiamento genera ustioni sull'organismo umano che possono essere classificate a seconda della loro profondità in ustioni di I, II e III grado.*

ustioni di I grado

**superficiali  
facilmente  
guaribili**

ustioni di II grado

**formazione di bolle e vescicole  
consultazione struttura sanitaria**

ustioni di III grado

**profonde  
urgente ospedalizzazione**



## Ustioni

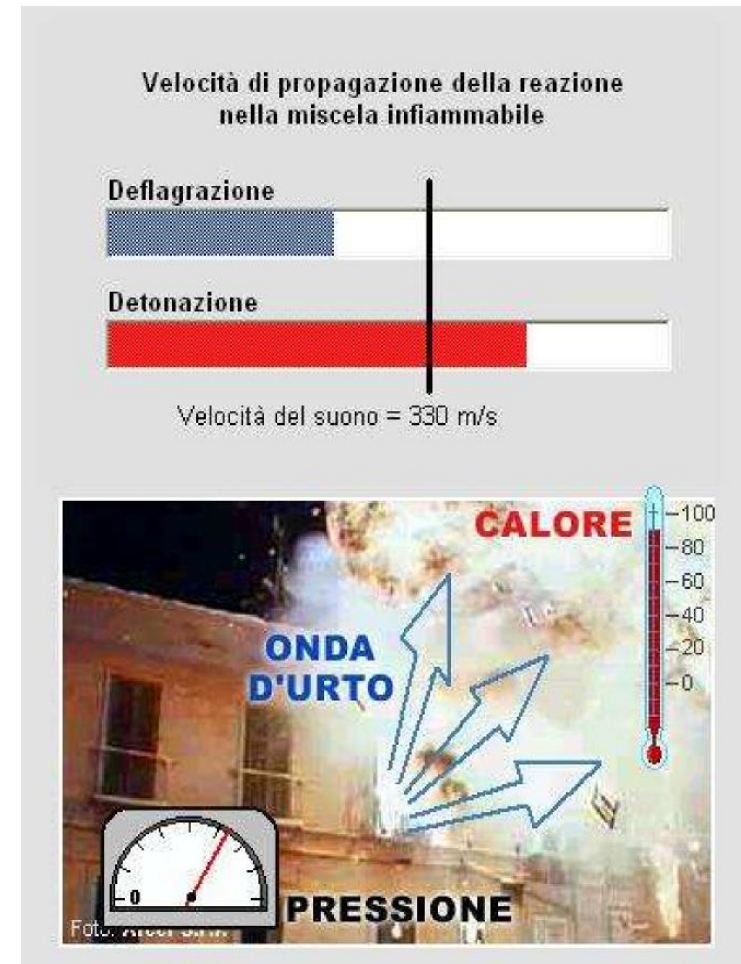
- Oltre alle lesioni alla superficie cutanea, l'ustione può comportare altre gravi patologie che interessano organi vitali, con relativa complicità del quadro clinico. In particolare:
- **intossicazioni**, dovute all'inalazione di ossido di carbonio, vapori o gas bollenti che possono provocare una compromissione delle vie aeree fino al tessuto polmonare
- **infezioni**, provocate dall'assenza di protezione esercitata dalla pelle contro l'ingresso di microrganismi
- **insufficienza renale**, per l'eccessivo sforzo a cui è sottoposto il rene per riassorbire i detriti metabolici provenienti dai tessuti distrutti.
- Il primo soccorso ad un individuo ustionato consiste innanzitutto nell'allontanarlo dalla sorgente dell'ustione e nello spegnere o eliminare immediatamente indumenti ancora infiammati o eventualmente imbrattati da sostanze chimiche causa di causticazione.





## Esplosione

- Rapida espansione di gas, dovuta ad una reazione chimica di combustione, avente come effetto la **produzione di calore**, un'onda **d'urto** ed un **picco di pressione**.
- L'esplosione è detta:
  - **Deflagrazione** quando la reazione si propaga alla miscela infiammabile non ancora bruciata con una **velocità minore di quella del suono**;
  - **Detonazione** se la reazione procede nella miscela con **velocità superiore a quella del suono**.
- Gli effetti distruttivi delle detonazioni sono maggiori rispetto a quelli delle deflagrazioni.







## Esplosione

- Un'esplosione può aver luogo quando gas, vapori o **anche polveri infiammabili** (es. **segatura di legno, farina**, ecc.), entro il loro campo di esplosività, vengono innescati da una fonte di innesco avente sufficiente energia.
- In particolare in un ambiente chiuso saturo di gas, vapori o polveri l'aumento della temperatura dovuto al processo di combustione sviluppa un **aumento di pressione** che può arrivare fino ad 8 volte la pressione iniziale.
- Il modo migliore di proteggersi dalle esplosioni sta nel prevenire la formazione di miscele infiammabili nel luogo ove si lavora, in quanto è estremamente difficoltoso disporre di misure che fronteggiano gli effetti delle esplosioni come è invece possibile fare con gli incendi.





**71° Nucleo Volontariato e Protezione Civile  
Associazione Nazionale Carabinieri  
Sezione di Brugherio – “Virgo Fidelis”**

Via San Giovanni Bosco, 29  
20861 Brugherio (MB)  
e-mail: [info@anc-brugherio.it](mailto:info@anc-brugherio.it)  
Web: [www.anc-brugherio.it](http://www.anc-brugherio.it)

