

CORSO DI PREVENZIONE INCENDI



Corso per i lavoratori incaricati dell'attività di prevenzione incendi e lotta antincendio, evacuazione dei luoghi di lavoro e gestione delle emergenze

(Art. 37 comma 9 del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81)

INTRODUZIONE

Cenni sul **D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81** (Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).

*Il **D.Lgs n. 81/08** come modificato dal **D.Lgs n. 106/09 (Nuovo testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro)**, garantendo l'uniformità della tutela delle lavoratrici e dei lavoratori sul territorio nazionale, si prefigge la valutazione, la riduzione e il controllo dei rischi per la salute e per la sicurezza dei lavoratori negli ambienti di lavoro, mediante un'azione combinata di vari soggetti per ognuno dei quali prevede obblighi e sanzioni.*

Più specificatamente il D.Lgs. 81/08 prescrive l'adozione di tutte le misure necessarie per evitare l'insorgenza di un incendio e limitarne le conseguenze qualora esso si verifichi, anche mediante la preventiva designazione dei lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di pronto soccorso e, comunque di gestione dell'emergenza, i quali devono essere adeguatamente formati.

I soggetti del Decreto Legislativo n. 81/08

Lavoratore: persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione, esclusi gli addetti ai servizi domestici e familiari.

Datore di lavoro: il soggetto titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore o, comunque, il soggetto che, secondo il tipo e l'assetto dell'organizzazione nel cui ambito il lavoratore presta la propria attività, ha la responsabilità dell'organizzazione stessa o dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa.

Azienda: il complesso della struttura organizzata dal datore di lavoro pubblico o privato;

Dirigente: persona che, in ragione delle competenze professionali e di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, attua le direttive del datore di lavoro organizzando l'attività lavorativa e vigilando su di essa;

Preposto: persona che, in ragione delle competenze professionali e nei limiti di poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico conferitogli, sovrintende alla attività lavorativa e garantisce l'attuazione delle direttive ricevute, controllandone la corretta esecuzione da parte dei lavoratori ed esercitando un funzionale potere di iniziativa;

Responsabile del servizio di prevenzione e protezione: persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali di cui all'art. 32 designata dal datore di lavoro, a cui risponde, per coordinare il servizio di prevenzione e protezione dai rischi;

Addetto al servizio di prevenzione e protezione: persona in possesso delle capacità e dei requisiti professionali di cui all'art. 32, facente parte del servizio di cui alla lettera l);

Medico competente: medico in possesso di uno dei titoli e dei requisiti formativi e professionali di cui all'art. 38, che collabora, secondo quanto previsto all'art. 29, co. 1, con il datore di lavoro ai fini della valutazione dei rischi ed è nominato dallo stesso per effettuare la sorveglianza

sanitaria e per tutti gli altri compiti di cui al decreto;

Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza: persona eletta o designata per rappresentare i lavoratori per quanto concerne gli aspetti della salute e della sicurezza durante il lavoro;

Servizio di prevenzione e protezione dai rischi: insieme delle persone, sistemi e mezzi esterni o interni all'azienda finalizzati all'attività di prevenzione e protezione dai rischi professionali per i lavoratori;

Valutazione dei rischi: valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito dell'organizzazione in cui essi prestano la propria attività, finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ad elaborare il programma delle misure atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza;

Pericolo: proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni;

Rischio: probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione;

Unità produttiva: stabilimento o struttura finalizzati alla produzione di beni o all'erogazione di servizi, dotati di autonomia finanziaria e tecnico funzionale;

Formazione: processo educativo attraverso il quale trasferire ai lavoratori ed agli altri soggetti del sistema di prevenzione e protezione aziendale conoscenze e procedure utili alla acquisizione di competenze per lo svolgimento in sicurezza dei rispettivi compiti in azienda e alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi;

Informazione: complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro;

Addestramento: complesso delle attività dirette a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale, e le procedure di lavoro.

Obblighi e Sanzioni per i lavoratori previsti dal D.Lgs n. 81/2008:

Articolo 20 - Obblighi dei lavoratori

1. Ogni lavoratore deve prendersi cura della propria salute e sicurezza e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui ricadono gli effetti delle sue azioni o omissioni, conformemente alla sua formazione, alle istruzioni e ai mezzi forniti dal datore di lavoro.
2. I lavoratori devono in particolare:
 - a) contribuire, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento degli obblighi previsti a tutela della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro;
 - b) **osservare le disposizioni** e le istruzioni impartite **dal datore di lavoro**, dai dirigenti e dai preposti, ai fini della protezione collettiva ed individuale;
 - c) **utilizzare** correttamente le **attrezzature di lavoro**, le sostanze e i preparati pericolosi, i mezzi di trasporto e, nonché i **dispositivi di sicurezza**;
 - d) **utilizzare** in modo appropriato i **dispositivi di protezione** messi a loro disposizione;
 - e) **segnalare** immediatamente **al datore di lavoro**, al dirigente o al preposto **le deficienze dei mezzi e dei dispositivi** di cui alle lettere c) e d), nonché qualsiasi eventuale **condizione di pericolo** di cui vengano a conoscenza, adoperandosi direttamente, in caso di urgenza, nell'ambito delle proprie competenze e possibilità e fatto salvo l'obbligo di cui alla lettera f) ...;
 - f) non rimuovere o modificare senza autorizzazione i dispositivi di sicurezza o di segnalazione o di controllo;
 - g) non compiere di propria iniziativa operazioni o manovre che non sono di loro competenza ovvero che possono compromettere la sicurezza propria o di altri lavoratori;
 - h) **partecipare** ai programmi di **formazione** e di **addestramento** organizzati dal datore di lavoro;
 - i) sottoporsi ai controlli sanitari previsti dal decreto o comunque disposti dal medico competente.

Articolo 59 - Sanzioni per i lavoratori

1. I lavoratori sono puniti: a) con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda da 200 a 600 euro per la violazione dell'articolo 20, comma 2, lett. b), c), d), e), f), g), h) e i);
-

Cenni sulla classificazione delle attività

1) Attività a rischio di incendio elevato

In caso di incendio possono determinare danni gravi alle persone, per l'elevato numero di persone, anche impedito nella loro mobilità, nonché a causa della conformazione degli ambienti di lavoro tale da comportare difficoltà in caso di evacuazione.

Elenco di attività a rischio di incendio elevato (a titolo esemplificativo e non esaustivo):

- *attività a rischio di incidente rilevante;*
- *fabbriche e depositi di esplosivi;*
- *centrali termoelettriche;*
- *impianti di estrazione di oli minerali e gas combustibili;*
- *impianti e laboratori nucleari;*
- *depositi al chiuso di materiali combustibili aventi superficie superiore a 20.000 mq.;*
- *attività commerciali ed espositive con superficie aperta al pubblico superiore a 10.000 m²;*
- *scali aeroportuali, staz. ferroviarie con sup. al chiuso aperta al pubblico, > 5.000 m², metropolitane;*
- *alberghi con oltre 200 posti letto;*
- *ospedali, case di cura e case di ricovero per anziani;*
- *scuole di ogni ordine e grado con oltre 1000 persone presenti;*
- *uffici con oltre 1000 dipendenti;*
- *cantieri temporanei o mobili in sotterraneo per la costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi ed opere simili di lunghezza superiore a 50 m;*
- *cantieri temporanei o mobili ove si impiegano esplosivi.*

2) Attività a rischio di incendio medio

Luoghi di lavoro di cui al DM 16/2/1982, con esclusione delle attività di cui al punto 1.

3) Attività a rischio di incendio basso

Attività non ricomprese nei punti 1 e 2, per le quali si può ritenere che i fattori di rischio, che possono determinare l'insorgere di un incendio e le conseguenze, siano limitati.

Attestato di idoneità tecnica

Si riporta l'elenco (*previsto dall'allegato X al DM 10/3/1998*) dei luoghi di lavoro ove si svolgono attività per le quali, ai sensi dell'art. 6, co. 3 del **DM 10/3/1998**, è previsto che i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze, conseguano, oltre l'attestato di frequenza, anche **l'attestato di idoneità tecnica** di cui all'art. 3 della legge 28 novembre 1996, n. 609:

- *attività a rischio di **incidente rilevante**;*
- *fabbriche e depositi di **esplosivi**;*
- ***centrali termoelettriche**;*
- *impianti di estrazione di oli minerali e gas combustibili;*
- *impianti e laboratori **nucleari**;*
- ***depositi** al chiuso di materiali combustibili aventi superficie superiore a **10.000 mq**;*
- ***attività commerciali** ed espositive con superficie aperta al pubblico superiore a **5.000 mq**;*
- ***aeroporti, stazioni ferroviarie** con superficie, al chiuso, aperta al pubblico, sup. a 5.000 mq, **metropolitane**;*
- ***alberghi** con oltre **100** posti letto;*
- ***ospedali**, case di cura e case di ricovero per anziani;*
- ***scuole** di ogni ordine e grado con oltre **300** persone presenti;*
- ***uffici** con oltre **500** dipendenti;*
- ***locali di spettacolo e trattenimento** con capienza superiore a **100** posti;*
- ***edifici pregevoli** per arte e storia, sottoposti alla vigilanza dello Stato ai sensi del R.D. 7/11/1942 n. 1564, adibiti a musei, gallerie, collezioni, biblioteche, archivi, con superficie aperta a pubblico superiore a **1000 m²***
- ***cantieri** temporanei o mobili **in sotterraneo** per la costruzione, manutenzione e riparazione di gallerie, caverne, pozzi ed opere simili di lunghezza superiore a 50 m;*
- ***cantieri** temporanei o **mobili** ove si impiegano esplosivi.*

Premessa

Il manuale da cui sono tratte le presentazioni trae origine dalle dispense distribuite nell'aprile 1997 dall'allora Servizio Tecnico Centrale (ufficio centrale del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco), e dalla documentazione multimediale fornita nell'ambito della convenzione tra il Ministero dell'Istruzione e il Ministero dell'Interno per la formazione degli addetti antincendio negli istituti di istruzione.

Tali dispense, pur mantenendo lo schema e gli argomenti originari, sono state ampiamente modificate ed integrate anche per tener conto dei numerosi aggiornamenti normativi che si sono succeduti nel tempo.

*Si è fatto riferimento al **D.Lgs n. 81/08** come modificato dal **D.Lgs 3 agosto 2009 n. 106** (Nuovo testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), che ha sostituito tra gli altri il D.lgs 626/94 e il D.lgs 493/96, ai nuovi decreti sulla resistenza al fuoco che recepiscono le norme europee e che hanno sostituito la vecchia circolare n. 91/61, (**DM 9/3/2007** "Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco" e **DM 16/2/2007** "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione"), ai decreti sulla reazione al fuoco dei materiali (**DM 10/3/2005** modificato dal **DM 25/10/2007** "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali e' prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio"; e **DM 15/3/2005** "Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo"); al **DM sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37** (che ha sostituito la legge n. 46/90), Norma **UNI EN 2:2005** "Classificazione dei fuochi", **UNI EN 3/7:2008** "Estintori di incendio portatili", ecc.*

Termini e definizioni generali relativi all'incendio

Pericolo: fonte di possibile danno fisico alle persone.

Rischio: probabilità che si verifichino eventi che producono danni fisici alla salute.

Sicurezza: L'attività finalizzata a rendere minimi i rischi.

Combustione: Reazione chimica sufficientemente rapida di una sostanza combustibile con l'ossigeno accompagnata da sviluppo di calore, fiamma, di gas fumo e luce.

Incendio: Combustione sufficientemente rapida e non controllata che si sviluppa senza limitazioni nello spazio e nel tempo.

Fiamma: Combustione di gas con emissione di luce.

Combustibile: Sostanza solida, liquida o gassosa nella cui composizione molecolare sono presenti elementi quali il carbonio, l'idrogeno, lo zolfo, ecc.

Programma del Corso per addetto antincendio in attività a rischio di incendio **ELEVATO** (16 ore)

ARGOMENTO	DURATA
1) L'INCENDIO E LA PREVENZIONE INCENDI <ul style="list-style-type: none">- principi della combustione- le principali cause d'incendio in relazione allo specifico ambiente di lavoro- le sostanze estinguenti- i rischi alle persone ed all'ambiente- specifiche misure di prevenzione incendi- accorgimenti comportamentali per prevenire gli incendi- l'importanza del controllo degli ambienti di lavoro- l'importanza delle verifiche e delle manutenzioni sui presidi antincendio	4 ore
2) LA PROTEZIONE ANTINCENDIO <ul style="list-style-type: none">- misure di protezione passiva- vie di esodo, compartimentazioni, distanziamenti- attrezzature ed impianti di estinzione- sistemi di allarme- segnaletica di sicurezza- impianti elettrici di sicurezza- illuminazione di sicurezza	4 ore
3) PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI INCENDIO <ul style="list-style-type: none">- procedure da adottare quando si scopre un incendio- procedure da adottare in caso di allarme- modalità di evacuazione- modalità di chiamata dei servizi di soccorso- collaborazione con i vigili del fuoco in caso di intervento- esemplificazione di una situazione di emergenza e modalità procedurali-operative	4 ore
4) ESERCITAZIONI PRATICHE <ul style="list-style-type: none">- presa visione e chiarimenti sulle principali attrezzature ed impianti di spegnimento- presa visione delle attrezzature di protezione individuale (maschere, autorespiratore, tute, etc.)- esercitazioni sull'uso delle attrezzature di spegnimento e di protezione individuale	4 ore

Programma del Corso per addetto antincendio in attività a rischio di incendio **MEDIO** (8 ore)

ARGOMENTO	DURATA
1) L'INCENDIO E LA PREVENZIONE INCENDI <ul style="list-style-type: none">- principi sulla combustione e l'incendio- le sostanze estinguenti- triangolo della combustione- le principali cause di un incendio- rischi alle persone in caso di incendio- principali accorgimenti e misure per prevenire gli incendi	2 ore
2) LA PROTEZIONE ANTINCENDIO E LE PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI INCENDIO <ul style="list-style-type: none">- le principali misure di protezione contro gli incendi- vie di esodo- procedure da adottare quando si scopre un incendio o in caso di allarme- procedure per l'evacuazione- rapporti con i vigili del fuoco- attrezzature ed impianti di estinzione- sistemi di allarme- segnaletica di sicurezza- illuminazione di emergenza	3 ore
3) ESERCITAZIONI PRATICHE <ul style="list-style-type: none">- presa visione e chiarimenti sui mezzi di estinzione più diffusi- presa visione e chiarimenti sulle attrezzature di protezione individuale- esercitazioni sull'uso degli estintori portatili e modalità di utilizzo di naspi ed idranti	3 ore

Programma del Corso per addetto antincendio in attività a rischio di incendio **BASSO** (4 ore)

ARGOMENTO	DURATA
1) L'INCENDIO E LA PREVENZIONE <i>- principi della combustione</i> <i>- prodotti della combustione</i> <i>- sostanze estinguenti in relazione al tipo di incendio</i> <i>- effetti dell'incendio sull'uomo</i> <i>- divieti e limitazioni di esercizio</i> <i>- misure comportamentali</i>	1 ora
2) PROTEZIONE ANTINCENDI E PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI INCENDIO <i>- principali misure di protezione antincendi</i> <i>- evacuazione in caso di incendio</i> <i>- chiamata dei soccorsi</i>	1 ora
3) ESERCITAZIONI PRATICHE <i>- presa visione e chiarimenti sugli estintori portatili</i> <i>- esercitazioni sull'uso degli estintori portatili</i>	2 ore

CAPITOLO 1

L'INCENDIO E LA PREVENZIONE INCENDI

L'Incendio

Definizione: **rapida ossidazione di materiali** con notevole sviluppo di calore, fiamme, fumo e gas caldi.

Effetti dell'incendio:

- ✓ **Emanazione di energia** sotto forma di luce e calore
- ✓ **Trasformazione dei combustibili** in altri elementi (*prodotti di combustione*)



La 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 (H₂O) sotto forma di vapore) e con il carbonio (formando anidride carbonica (CO₂), ossido di carbonio (CO), fumi ecc.)

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 cellulosa.



Condizioni necessarie per la combustione:

- ✓ 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: *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 più comuni sono il legno e i prodotti simili (es. carta, cartone, canapa, cotone, iuta, vegetali, ecc.). 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

Presentano il più alto potere calorifico e vengono impiegati sia nei motori a combustione interna, negli impianti di riscaldamento e in vari prodotti utilizzati per la pulizia.

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

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).

Sostanze comburenti (approfondimento)

Un gas comburente partecipa alla combustione, la attiva e la mantiene anche in assenza di aria.

Il più noto e diffuso comburente è l'ossigeno (O₂).

Altri comburenti a base d'ossigeno sono il protossido di azoto (N₂O), il biossido di azoto (NO₂), l'ossido di azoto (NO). Nella categoria dei comburenti rientrano anche gli alogeni (fluoro e cloro) e quindi le sostanze capaci di liberarli.

I gas comburenti sono ordinariamente conservati compressi liquefatti.

*L'**ossigeno è una sostanza molto pericolosa** in quanto nelle atmosfere sovraossigenate esiste un altissimo rischio di incendio. Il rischio diventa elevato a concentrazioni di O₂ superiori al 30%.*

Nelle atmosfere sovraossigenate, in caso di presenza di gas infiammabile:

- ✓ **Il campo di infiammabilità si allarga poiché cresce il L.S.**
il L.S del metano passa dal 15% al 61%
- ✓ **Aumenta la velocità di propagazione dell'incendio**
nel metano si passa da 0,4 m/s a circa 40 m/s
- ✓ **Diminuisce l'energia minima di innesco**
nel metano si passa da 0,3 mj a 0,003 mj (circa 100 volte inferiore)
- ✓ **Aumenta la temperatura teorica di combustione**
nel metano da 2000 °C fino a 3000 °C
- ✓ **Si abbassa la temperatura di autoaccensione**

Quasi tutte le sostanze sono combustibili in ossigeno puro, pertanto un aumento di concentrazione di ossigeno può cambiare la classificazione di una sostanza da non infiammabile ad infiammabile.

In atmosfere ricche di ossigeno il corpo umano brucia vigorosamente.

Triangolo del fuoco

La combustione può essere rappresentata schematicamente da un **triangolo** i cui lati sono costituiti dai **3 elementi necessari**:

- ✓ **Combustibile**
- ✓ **Comburente**
- ✓ **Sorgente di calore**

Solo la **contemporanea presenza** di questi 3 elementi dà luogo al fenomeno dell'incendio.

Al mancare di almeno uno di essi l'incendio si spegne.



Sistemi per ottenere **lo spegnimento** dell'incendio:

Esaurimento del combustibile:

allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio;



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.



Azione Chimica:

Oltre i 3 sistemi visti in precedenza, esiste anche l'**azione chimica** di estinzione dell'incendio (*azione anticatalitica o catalisi negativa*).

Sono 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

Un incendio si caratterizza per tipo di **combustibile** e per il tipo di **sorgente d'innescò** (nella quasi totalità dei casi il comburente è l'ossigeno naturalmente contenuto nell'aria).

Comburente:

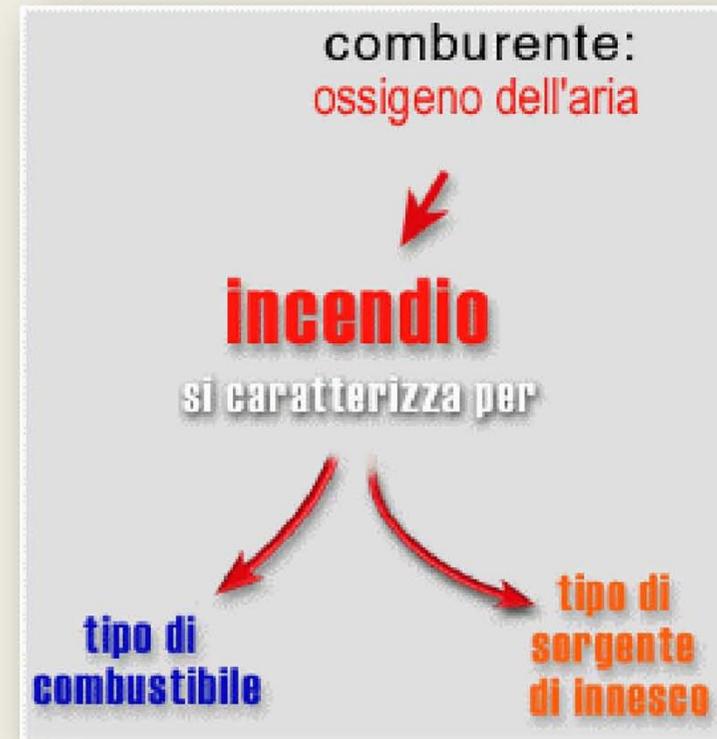
Ossigeno dell'aria

Tipi di Combustibile:

Solidi, liquidi, gas, metalli

Tipi di Sorgente d'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 **5 classi**, secondo *le caratteristiche* dei materiali combustibili, in accordo con la norma **UNI EN 2:2005**.

classe A Fuochi da materiali **solidi** *generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con formazione di braci.*

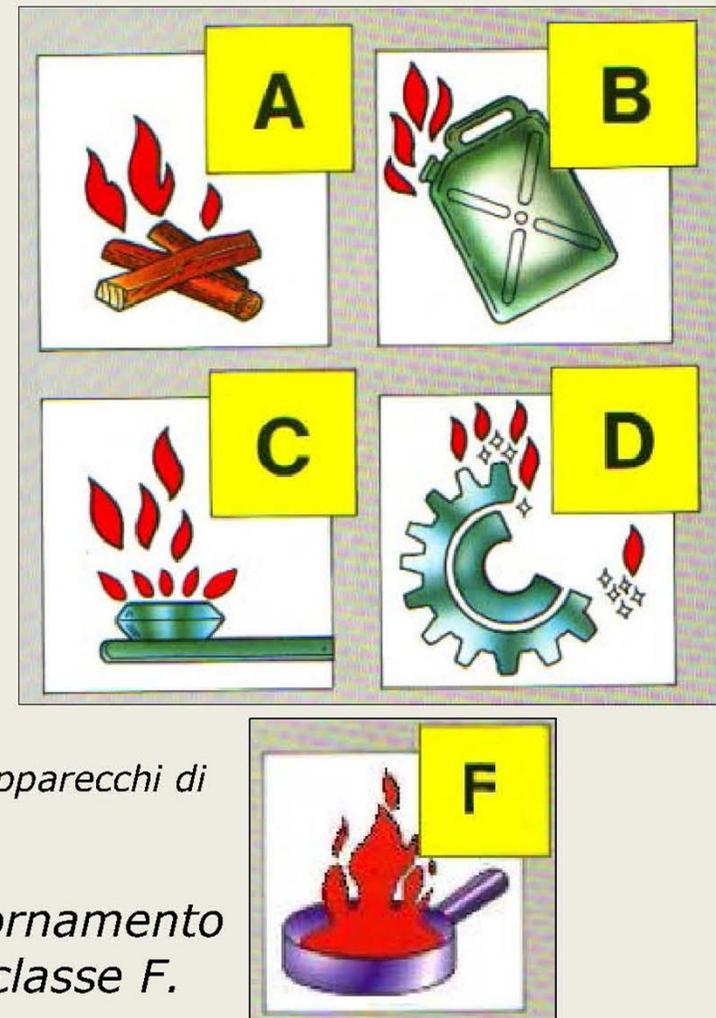
classe B Fuochi da **liquidi** o da solidi liquefatti

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 norma **UNI EN 2:2005** suddivide **5 classi** di fuoco in relazione al **tipo di combustibile**.

Non definisce una classe per i fuochi con 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
- ✓ un'**opportuna scelta del tipo di estinguente**.

Non tutte le sostanze estinguenti possono essere impiegate indistintamente su tutti i tipi di incendio.

**Classe
A**

Fuochi da materiali solidi

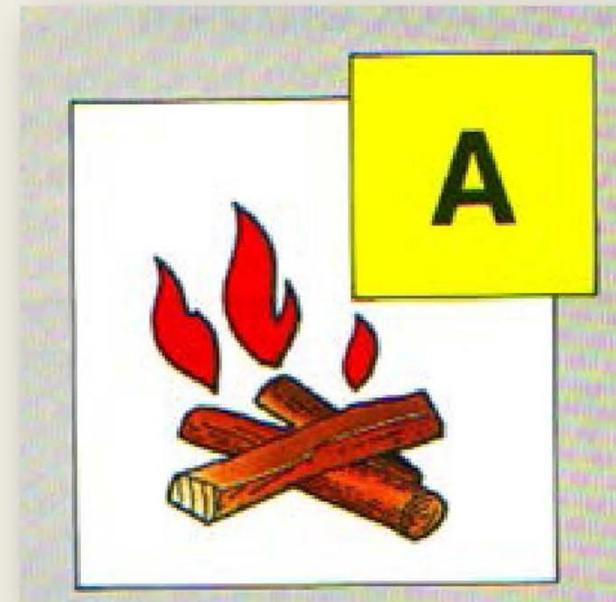
quali: legname carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci

La combustione può presentarsi in **2 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**

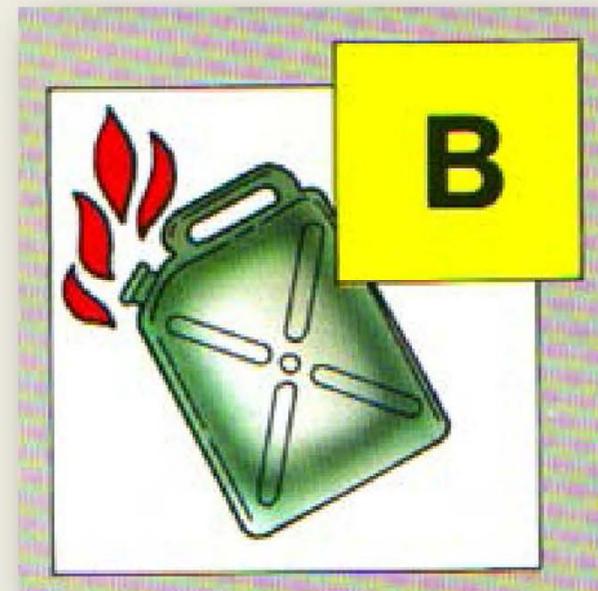
Fuochi da liquidi

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:

metano, G.P.L., idrogeno, acetilene, butano, propano.

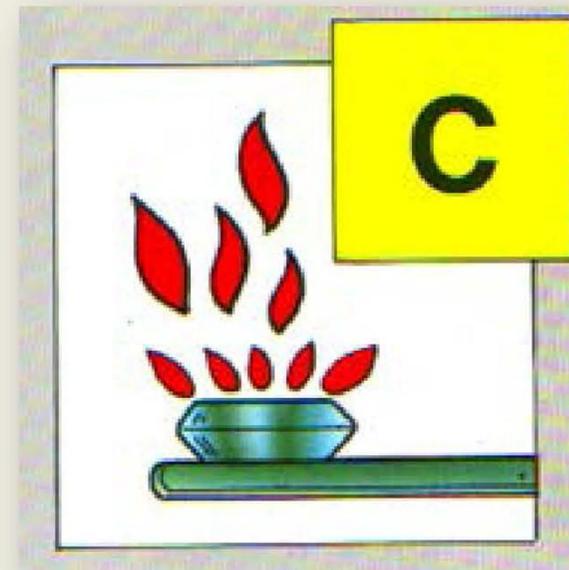
L'intervento principale contro tali incendi è quello di bloccare il flusso di gas **chiudendo la valvola di intercettazione** o otturando la falla.

Esiste il rischio di esplosione se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il 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 (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 3-7:2008).



**Classe
D**

Fuochi da metalli

alluminio, magnesio, sodio, potassio

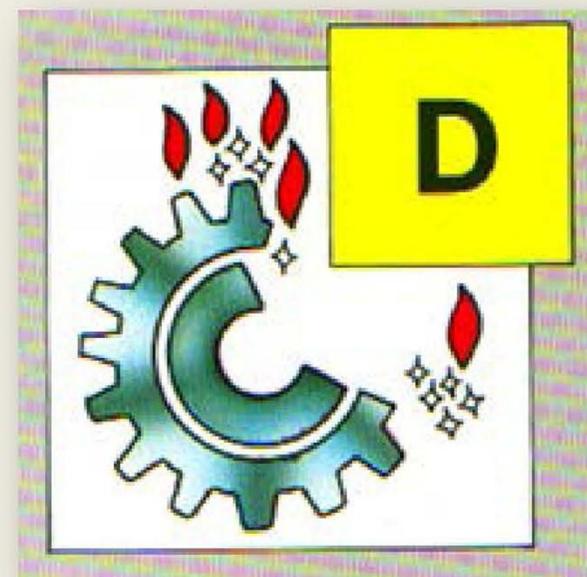
Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di metalli che bruciano (alluminio, magnesio, potassio, sodio).

*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: Norma UNI EN 3-7:2008 (approfondimento)

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 che interessano mezzi di cottura

Olio da cucina e grassi vegetali o animali

Recentemente introdotta dalla norma **UNI EN 2:2005**.

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 classe F spengono per **azione chimica**, effettuando una catalisi negativa per la reazione chimica di combustione.*

*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"**.*

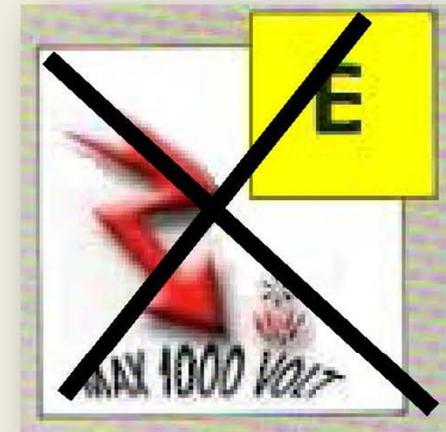
*Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di **classe F** devono essere conformi ai requisiti della **prova dielettrica** del punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008.*



Ex Classe E

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 le **polveri** dielettriche e la **CO₂**, mentre non devono essere usati acqua e schiuma.



Ex Classe E (approfondimento)

Per stabilire se l'estintore può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione deve essere effettuata la **prova dielettrica** prevista dalla norma **UNI EN 3-7:2008**.

Tale **prova non è richiesta per gli estintori a CO₂** 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**.

Gli estintori portatili che non sono sottoposti a prova dielettrica, o non soddisfano tali requisiti, devono riportare la seguente avvertenza: **"AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione"**

Gli estintori portatili che utilizzano altri agenti e gli estintori a base d'acqua conformi alla norma UNI EN 3-7:2008, 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 d'innesco

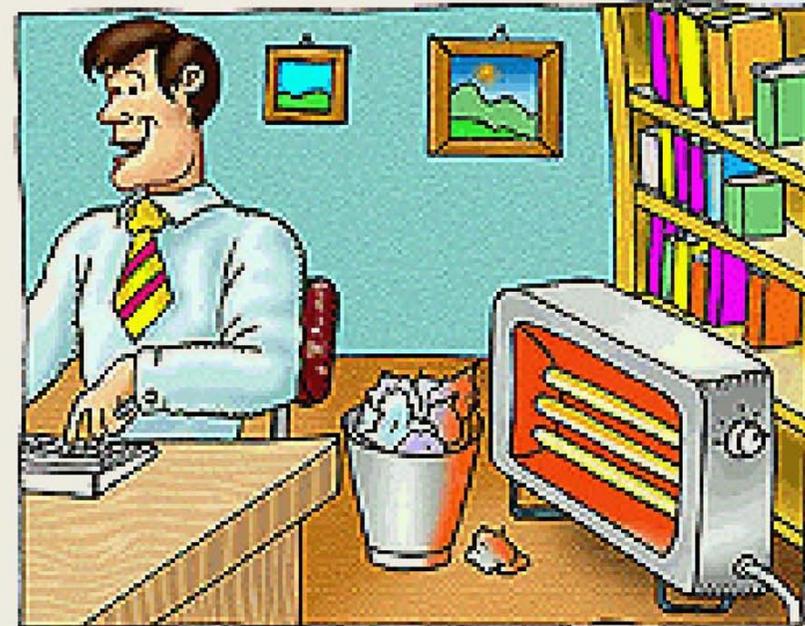
Possono essere suddivise in **4 categorie**:

- ✓ ***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.

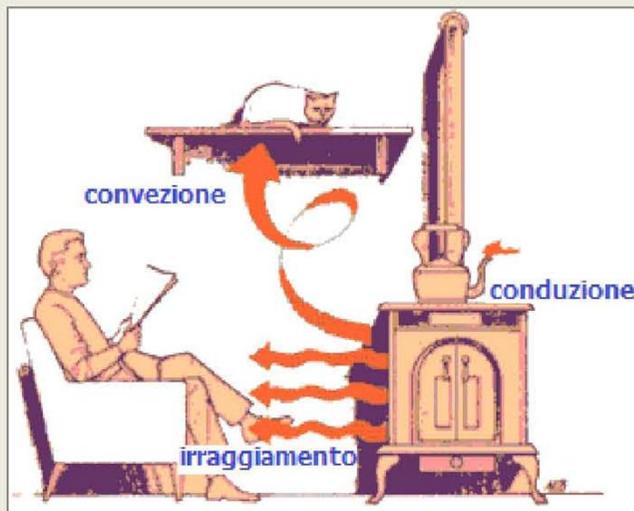
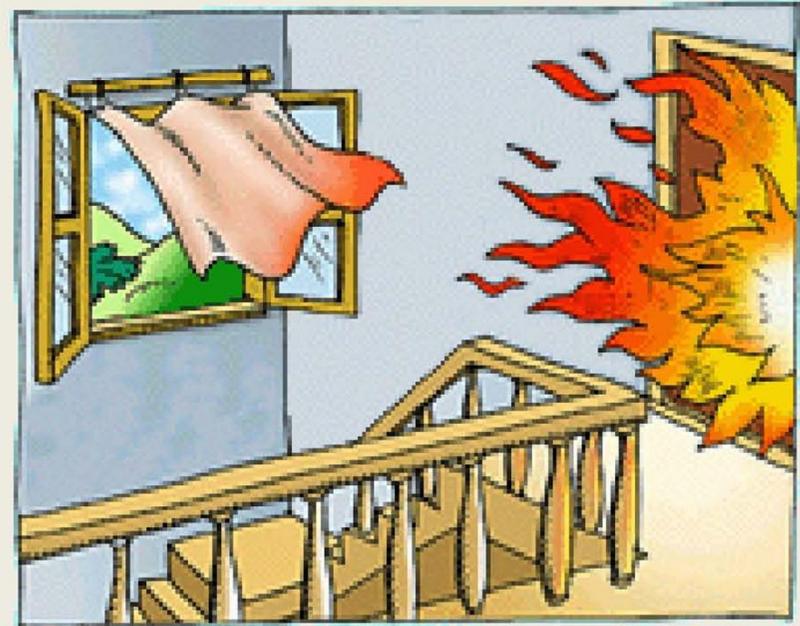
Esempi: operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, lampade e resistenze elettriche, stufe elettriche, scariche elettrostatiche.



Accensione indiretta

Il calore d'innescò 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; propagazione di calore attraverso elementi metallici strutturali degli edifici.

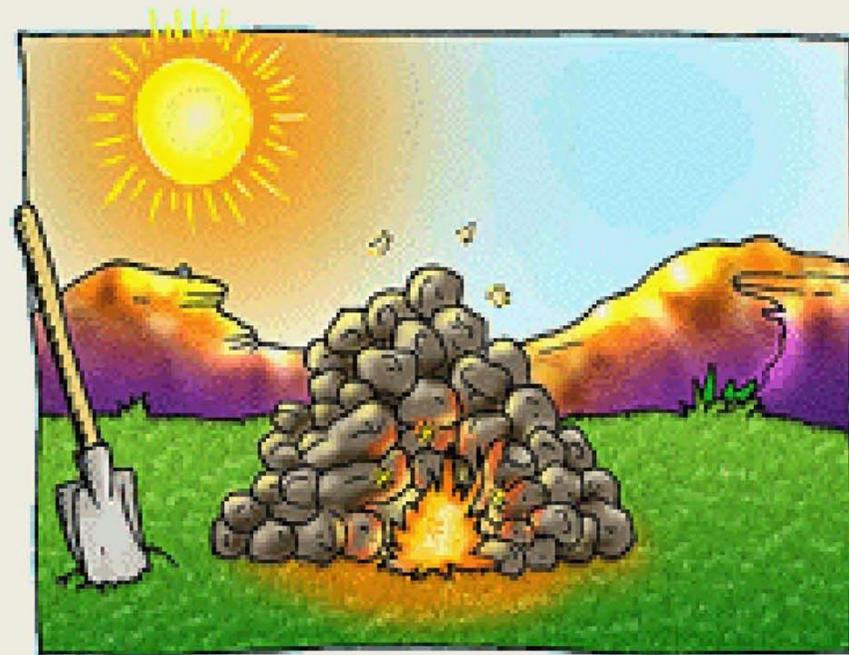


*Le 3 forme di propagazione del calore:
Convezione, Conduzione, Irraggiamento*

Autocombustione o riscaldamento spontaneo

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.



Prodotti della combustione

Sono suddivisibili in **4 categorie**:

- ✓ ***Gas di combustione***
- ✓ ***Fiamme***
- ✓ ***Fumo***
- ✓ ***Calore***



Gas di combustione

Rimangono allo stato gassoso alla temperatura ambiente di riferimento di 15 °C.

La produzione di tali gas in un incendio dipende:

- dal tipo di **combustibile**;
- dalla **percentuale di ossigeno**;
- dalla **temperatura** raggiunta.

Nella maggioranza dei casi, **la mortalità per incendio è da attribuire all'inalazione di questi gas** che producono danni biologici per anossia o per tossicità.



Gas tossici (T) o molto tossici (T+): in caso di inalazione in piccole o piccolissime quantità, possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche

Principali **GAS DI COMBUSTIONE**

ossido di carbonio

anidride carbonica

idrogeno solforato

anidride solforosa

acido cianidrico

aldeide acrilica

fosgene

ammoniaca

ossido e perossido di azoto

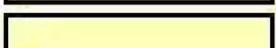
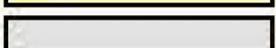
acido cloridrico

Fiamme



Sono costituite dall'**emissione di luce** dovuta alla combustione di gas.

Nell'**incendio di combustibili gassosi** è possibile valutare approssimativamente il valore raggiunto dalla temperatura di combustione dal colore della fiamma:

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

Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas

Fumi

L'elemento più caratteristico dell'incendio, ne identifica la presenza anche da grandi distanze.

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. Rendono il **fumo di colore scuro**. Impediscono la visibilità ostacolando

l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone.

Le **particelle liquide** (*nebbie o vapori condensati*) sono costituite da vapor d'acqua che al di sotto dei 100 °C condensa dando luogo a **fumo di color bianco**.



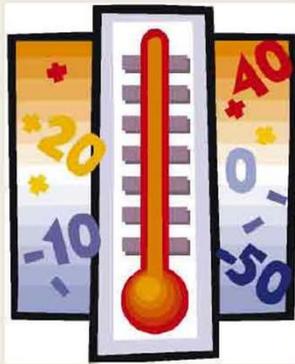
Particelle solide (fumo di colore scuro)



Particelle liquide (fumo di colore chiaro)

Nota: *Quantità del fumo prodotto da un combustibile: legno 17 m³/kg; benzina 38 m³/kg; alcool etilico 25 m³/kg*

Calore



È la **causa principale della propagazione degli incendi.**

Provoca 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)

La minima temperatura alla quale la **miscela combustibile - combu-
rente inizia a bruciare spontaneamente** in modo continuo senza ul-
teriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

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

Temperatura teorica di combustione (°C)

Il **più elevato valore di temperatura** che è possibile raggiungere nei prodotti di combustione di una sostanza

Temperatura Sostanze di combustione (°C teorici)	
idrogeno	2205
metano	2050
petrolio	1800
propano	2230

Temperatura delle fiamme: valori indicativi a seconda del tipo di combustibile

- *Combustibili solidi: da 500 a 800 °C*
- *Combustibili liquidi: da 1300 a 1600 °C*
- *Combustibili gassosi: da 1600 a 3000 °C*

Aria teorica di combustione (m^3)

Quantità di aria necessaria per raggiungere la **combustione completa** del materiale combustibile.

Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm³/Kg)	Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm³/Kg)
legno	5	polietilene	12,2
carbone	8	propano	13
benzina	12	idrogeno	28,5
alcool etilico	7,5		

Potere calorifico (MJ/Kg o MJ/mc o Kcal/Kg)

Quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume; si definisce:

Potere calorifico superiore (P.C.S.)

Si considera anche il calore di condensazione del vapore d'acqua prodotto (calore latente di vaporizzazione);

Potere calorifico inferiore (P.C.I.)

Non si considera il calore di evaporazione del vapore acqueo.

Sostanze	Potere calorifico inferiore (MJ/Kg)	Potere calorifico inferiore (KCal/Kg)
legno (*)	17,5	4192
carbone	30	7170
carta, cartone	20	4780
benzina	45	10755
alcool etilico	30	7170
polietilene	40	9560
propano	46	10994
idrogeno	120	28680

(*) 1 MJ = 0,057 Kg di legna equivalente

In genere nella prevenzione incendi viene considerato il potere calorifico inferiore.

Unità di misura dell'energia:

La caloria è definita come la quantità di calore necessaria ad elevare da 14,5 a 15,5 °C la temperatura della massa di un grammo di acqua distillata a livello del mare, a pressione di 1 atm; equivale a 4,184 Joule.

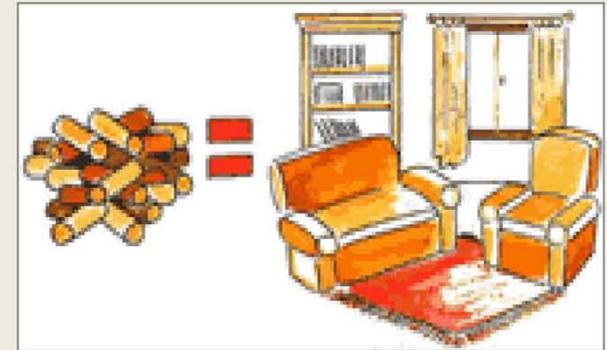
Formule di conversione:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,239 \text{ cal} \rightarrow 1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal}$$

Carico di Incendio (MJ o Kcal) (approfondimento):

Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.



$$(q = \sum g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i)$$

Convenzionalmente **1 MJ** è assunto pari a **0,057 Kg di legna equivalente**.

(ossia 1 kg_{leq} viene assunto pari a 17.5 MJ , o più precisamente 1/0,057= 17,54 MJ).

$$1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal} \rightarrow 1 \text{ kg}_{leq} = 239 \times 17,54 = 4192 \text{ Kcal/Kg.}$$

(cioè è come considerare un legno standard con un potere calorifico di circa 4192 Kcal/Kg invece che 4400 Kcal/Kg della vecchia Circolare n. 91/61).

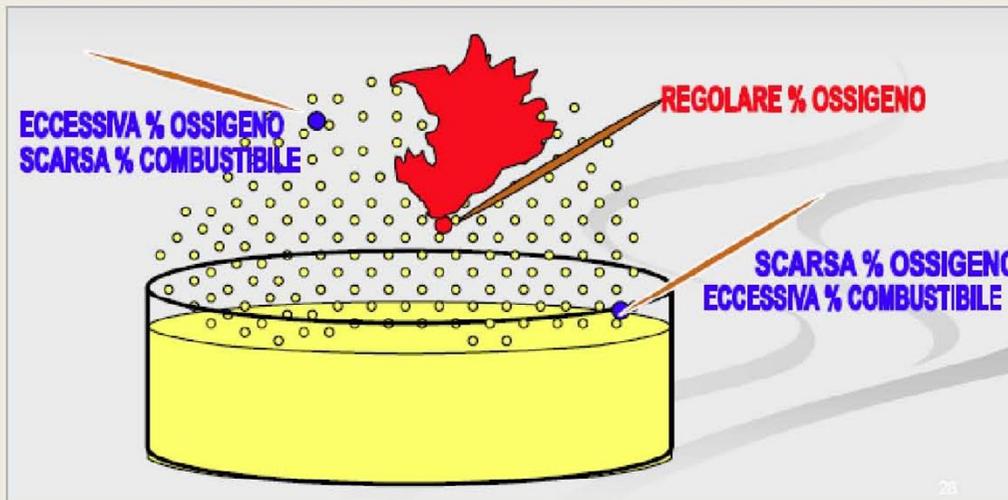
Temperatura di infiammabilità (°C)

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 superficie i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria sono innescati.

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)

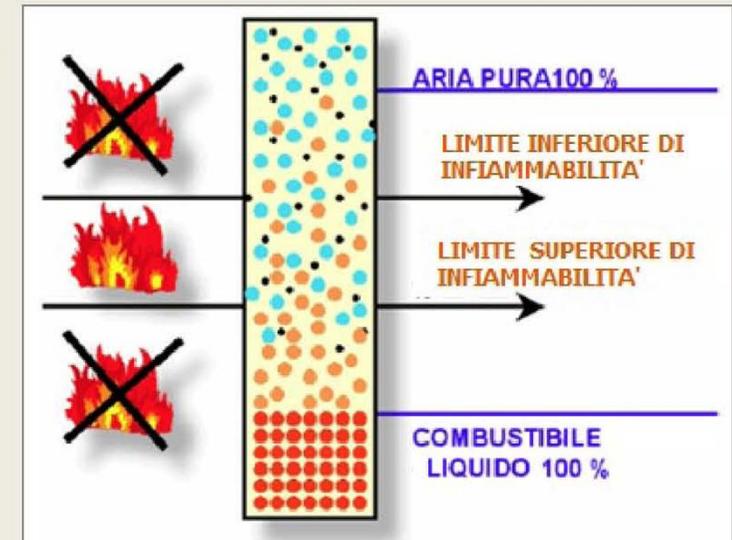
Individuano il **campo di infiammabilità** all'interno del quale si ha, in caso d'innesco, l'accensione e la propagazione della fiamma.

✓ 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.



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)

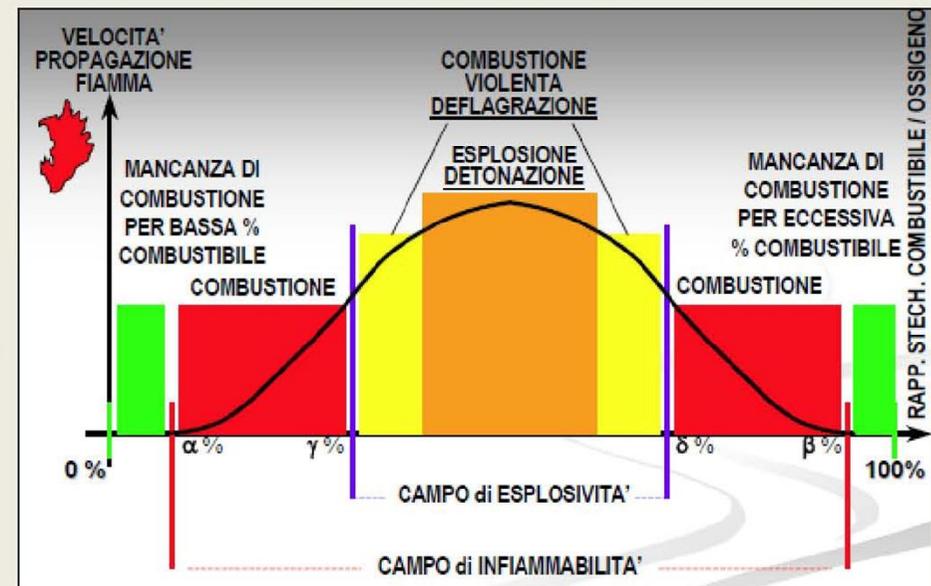
Limite inferiore di esplosibilità

La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha esplosione in presenza di innesco

Limite superiore di esplosibilità

La più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha esplosione in presenza di innesco

Sono posizionati all'interno del campo di infiammabilità.



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 autosostenersi.*

Parametri che caratterizzano la combustione delle sostanze solide:

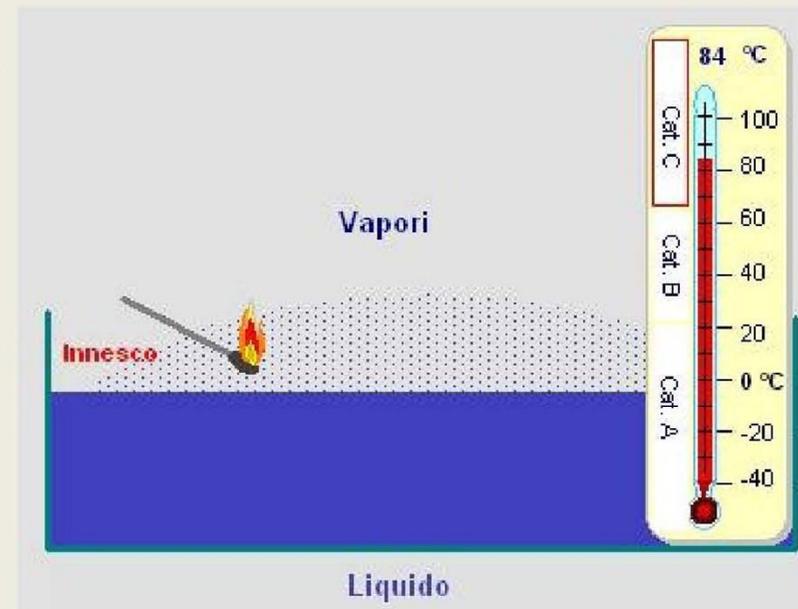
- ✓ **Pezzatura e forma** (pezzature di piccola taglia e forme irregolari favoriscono la combustione);
- ✓ **Porosità** (la maggiore porosità favorisce la combustione);
- ✓ **Elementi** che compongono la sostanza (la presenza di elementi combustibili favorisce la combustione);
- ✓ **Umidità** (la maggiore umidità non favorisce la combustione);
- ✓ **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*

I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano a seconda delle condizioni di pressione e temperatura sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e l'aria.

Nei liquidi infiammabili la combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie, i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità, sono innescati.



Classificazione dei liquidi infiammabili

Per bruciare in presenza di innesco un liquido infiammabile deve passare dallo stato liquido allo stato vapore.

L'indice della maggiore o minore combustibilità è fornito dalla temperatura di infiammabilità:

Categoria A:

punto di infiammabilità **< 21°C**

Categoria B:

punto d'infiammabilità **compreso tra 21°C e 65°C**

Categoria C:

punto d'infiammabilità **> 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	-18	A
benzina	-20	A
alcool metilico	11	A
alcool etilico	13	A
toluolo	4	A
olio lubrificante	149	C
kerosene	37	B
petrolio greggio	20	A

La combustione dei **gas** infiammabili

Nelle applicazioni civili ed industriali **i gas**, compresi quelli infiammabili, **sono contenuti in recipienti** (*serbatoi, bombole, ecc.*) atti ad impedirne la dispersione incontrollata nell'ambiente.



I gas possono essere **classificati** in funzione delle loro:

- ✓ **Caratteristiche fisiche** (*densità*)
- ✓ **Modalità di conservazione.**

Densità di un gas o vapore:

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.

Fornisce informazioni sulla propagazione dei gas o vapori dopo l'emissione accidentale.

In questo caso intendiamo la **densità relativa**, cioè il rapporto tra la densità della sostanza in esame e quella di una sostanza presa come riferimento, per una data temperatura e pressione, che nel caso dei gas o vapori è rappresentata dall'aria.

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

densità di alcuni gas

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 o a penetrare in cunicoli o aperture presenti 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 (**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
CO₂ (gas)	20

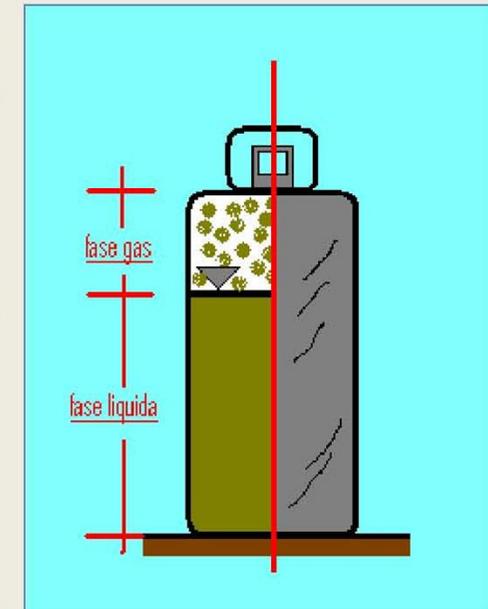
Gas Liquefatto

Gas che per le sue caratteristiche chimico-fisiche può essere liquefatto a temperatura ambiente mediante compressione (**GPL**, butano, propano, ammoniacca, cloro).

Il vantaggio consiste nella possibilità di detenere grossi quantitativi di prodotto in spazi contenuti:

Un litro di gas liquefatto può sviluppare nel passaggio di fase fino a **800 litri di gas**.

I contenitori debbono garantire una parte del 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 ³)
ammoniaca	0,53
cloro	1,25
butano	0,51
propano	0,42
GPL	0,43-0,47
CO ₂	0,75

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 $-182.97\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T=90.18\text{ K}$)
Azoto liquido: temperatura di liquefazione $-195.82\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T=77.35\text{ K}$)*

Approfondimento

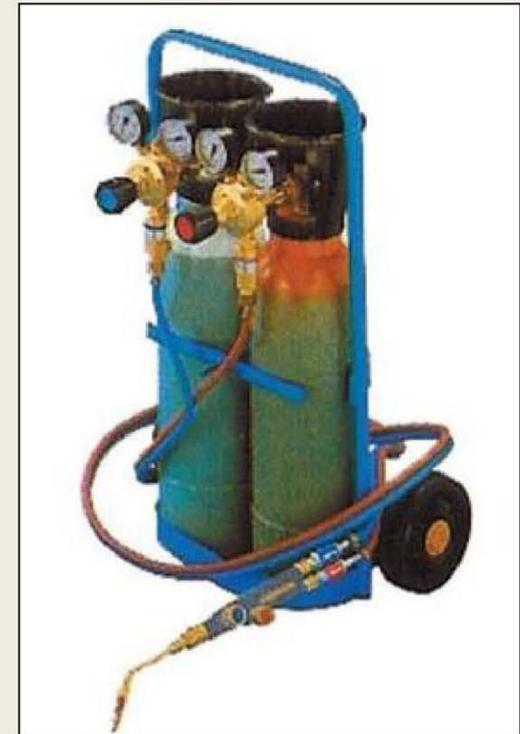
La temperatura più bassa che teoricamente si può ottenere rappresenta lo "zero assoluto", 0 K (gradi Kelvin) e corrisponde a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-459,67\text{ }^{\circ}\text{F}$)



Serbatoi di ossigeno liquido

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

Sostanze estinguenti in relazione al tipo di incendio

L'estinzione dell'incendio si ottiene per **raffreddamento**, **sottrazione del combustibile**, **soffocamento** e **azione chimica**.

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

Tali azioni possono essere ottenute **singolarmente** o **contemporaneamente** mediante l'uso delle sostanze estinguenti, scelte in funzione della natura del combustibile e delle dimensioni del fuoco.

Tabella "Estringuenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco"

È fondamentale conoscere le **proprietà** e le modalità d'uso delle principali **sostanze estinguenti**, in modo da valutarne anche l'**efficacia in relazione alla specifica classe di fuoco**.

Importante è la conoscenza della possibilità o meno di utilizzo dell'estinguento su attrezzature elettriche sotto tensione.



Sostanze estinguenti normalmente utilizzate:

- ✓ Acqua
- ✓ Schiuma
- ✓ Polveri
- ✓ Gas inerti
- ✓ Idrocarburi alogenati (HALON)
- ✓ Agenti estinguenti alternativi all'halon

Nota:

Alcune delle sostanze utilizzate oggi 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.

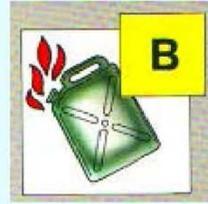
**Azioni per estinzione in base all'effettivo contributo
usualmente riscontrato per ciascun estinguente**

Estinguen- te	1° azione	2° azione	3° azione	Classi di fuoco	apparecchi in tensione (*)
Polvere	chimica	soffocamento	raffreddamen- to	A B C	se senza simbolo
CO₂	raffreddamen- to	soffocamento	-	B C	SI
Schiuma	soffocamento	raffreddamen- to	-	A B	NO
Halon	chimica	raffreddamen- to	soffocamento	A B C	se senza simbolo
Acqua	raffreddamen- to	soffocamento	-	A B	NO

(*) *si fa riferimento al simbolo di divieto all'uso su apparecchiature sotto tensione*



Estinguenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco

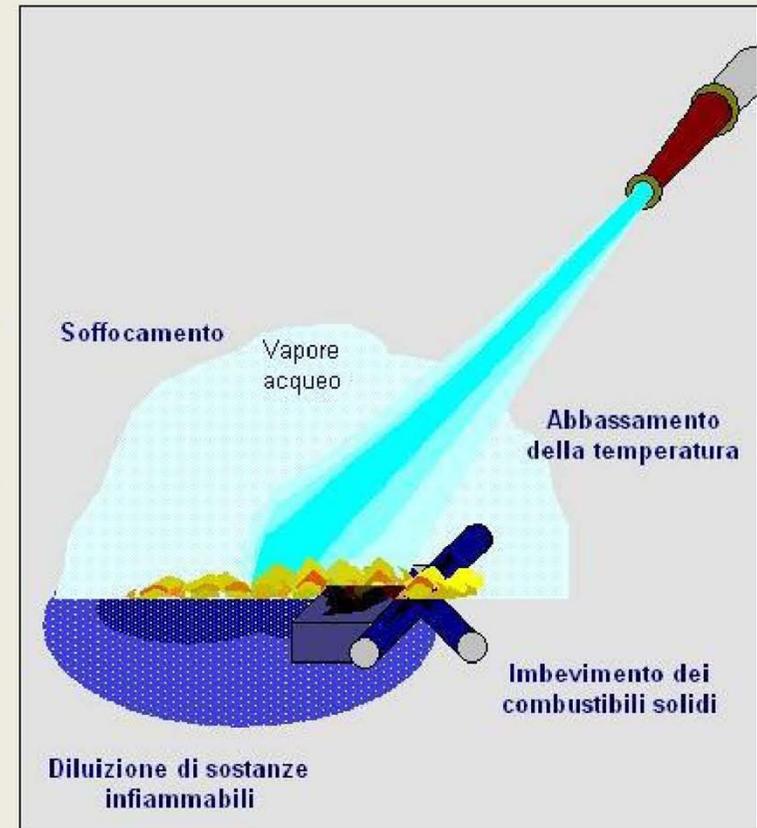
Descrizione	Classe di fuoco	1° estinguento	2° estinguento	3° estinguento	4° estinguento
Legno, cartone, carta, plastica, pvc, tessuti, moquette		acqua	polvere	halon	schiuma
Benzina, petrolio, gasolio, lubrificanti, oli, alcol, solventi		schiuma	polvere	halon	CO ₂
Metano, g.p.l., gas naturale		polvere	halon	CO ₂	acqua nebulizzata

ACQUA

È la sostanza **estinguente principale** per la **facilità** con cui può essere reperita a basso costo.

Azione estinguente:

- **Raffreddamento (abbassamento della temperatura)** del combustibile;
- **Soffocamento** per sostituzione dell'ossigeno con il vapore acqueo;
- **Diluizione di sostanze** infiammabili solubili in acqua fino a renderle non più tali;
- **Imbevimento** dei combustibili solidi.



Utilizzo dell'acqua

L'acqua è consigliata per incendi di **combustibili solidi (classe A)**, con esclusione delle sostanze incompatibili quali sodio e potassio che a contatto con l'acqua liberano idrogeno, e carburi che invece liberano acetilene.

In alcuni paesi europei questi estintori sono sottoposti alla prova dielettrica, con esito positivo, ottenendo pertanto l'approvazione di tipo.

*Per stabilire se un estintore a base d'acqua può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione, deve essere effettuata la **prova dielettrica** prevista dalla norma **UNI EN 3-7:2008***



In Italia non viene consentito l'uso su apparecchiature elettriche, in questo caso è obbligatorio riportare l'avvertenza nella parte terza dell'etichetta "**AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione**".

SCHIUMA

Costituita da una **soluzione in acqua di un liquido schiumogeno**, che per effetto della pressione di un gas fuoriesce dall'estintore e passa all'interno di una lancia dove si mescola con aria e forma la schiuma.



L'azione estinguente avviene per **Soffocamento** (*separazione del combustibile dal comburente*) e per *raffreddamento in minima parte*.

Sono impiegate normalmente per incendi di **liquidi infiammabili** (*classe B*).

Non è utilizzabile sulle apparecchiature elettriche e sui fuochi di **classe D**.



È obbligatorio riportare l'avvertenza nella parte terza dell'etichetta "**AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione**"

Schiume ad alta, media e bassa espansione

In base al **rapporto tra il volume della schiuma prodotta e la soluzione acqua-schiumogeno** d'origine, le schiume si distinguono in:

- | | | | |
|--------------------|-------|---|--------|
| ✓ Alta espansione | 1:500 | - | 1:1000 |
| ✓ Media espansione | 1:30 | - | 1:200 |
| ✓ Bassa espansione | 1:6 | - | 1:12 |



Tipi di liquidi schiumogeni (da impiegare in relazione al tipo di combustibile):

Liquidi schiumogeni fluoro-proteinici

Formati da una base proteinica addizionata con composti fluorurati.

Adatti alla formazione di schiume a bassa espansione, hanno un effetto rapido e molto **efficace** su **incendi di prodotti petroliferi**.

Liquidi schiumogeni sintetici

Formati da miscele di tensioattivi.

Adatti alla formazione di tutti i tipi di schiume e garantiscono una lunga conservabilità nel tempo, sono molto **efficaci** per azione di soffocamento **su grandi superfici e volumi**.

Liquidi schiumogeni fluoro-sintetici (AFFF - Aqueous Film Forming Foam)

Formati da composti fluorurati.

Adatti alla formazione di schiume a bassa e media espansione che hanno la caratteristica di scorrere rapidamente sulla superficie del liquido incendiato. L'impiego degli schiumogeni AFFF realizza una più efficace azione estinguente in quanto consente lo spegnimento in tempi più rapidi con una minore portata di soluzione schiumogena per metro quadrato di superficie incendiata.

Liquidi schiumogeni per alcoli

Formati da una base proteinica additivata con metalli organici. Sono adatti alla formazione di schiume a bassa espansione e sono molto **efficaci su incendi di alcoli**, esteri, chetoni, eteri, aldeidi, acidi, fenoli, ecc.

POLVERI

Sono costituite da **particelle solide finissime** a base di bicarbonato di sodio, potassio, fosfati e sali organici.

L'azione estinguente delle polveri è prodotta dalla loro decomposizione per effetto delle alte temperature, che dà luogo ad effetti chimici sulla fiamma con **azione anticatalitica** ed alla produzione di CO_2 e vapore d'acqua. I prodotti della decomposizione delle polveri separano il combustibile dal comburente, raffreddano il combustibile e inibiscono il processo della combustione.



L'azione esercitata nello spegnimento è di tipo **chimico** (inibizione del materiale incombusto tramite catalisi negativa), di **raffreddamento** e di **soffocamento**.

Possono essere utilizzate su **apparecchiature elettriche in tensione**.

Possono danneggiare apparecchiature e macchinari (essendo costituite da particelle solide finissime)

Utilizzo dell'estintore a polvere

L'estintore a polvere **può essere utilizzato** su:

- ✓ fuochi di classe A, B, C
- ✓ fuochi di classe D (*solo con polveri speciali*).
- ✓ quadri e **apparecchiature elettriche** fino a 1000 V;

*Gli estintori a polvere 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"***

*L'utilizzo di **estintori a polvere** 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"**.*

Una volta spento l'incendio è opportuno arieggiare il locale, in quanto, oltre ai prodotti della combustione (CO, CO₂, vari acidi e gas, presenza di polveri incombuste nell'aria) la stessa polvere estinguente, molto fine, può essere inspirata insieme ad altre sostanze pericolose dall'operatore.

GAS INERTI

È utilizzata principalmente l'**Anidride carbonica (CO₂)** e in minor misura l'azoto.

Utilizzati principalmente in ambienti chiusi.

La loro presenza nell'aria riduce la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione.

L'anidride carbonica:

- ✓ **non è tossica;**
- ✓ è **più pesante dell'aria;**
- ✓ è **dielettrica** (non conduce elettricità);
- ✓ è normalmente conservato come **gas liquefatto;**
- ✓ produce, differentemente dall'azoto, anche un'azione estinguente per **raffreddamento** dovuta all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.



I gas inerti possono essere utilizzati su apparecchiature elettriche in tensione.

Estintore a gas inerte

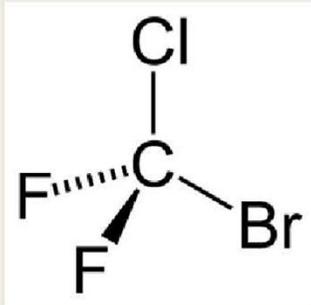
Raffreddamento



Sostanza	AZOTO	CO ₂
	(% in volume)	
acetone	45,2	32,4
alcool etilico	49,6	38,5
benzolo	47,1	34,3
idrogeno	76,4	72,1
metano	42,8	31,0
propano	45,6	32,4
benzina	45,2	31,9

percentuali in volume di CO₂ e di azoto necessarie per inertizzare l'atmosfera in modo da renderla incapace di alimentare la combustione di alcune sostanze infiammabili.

IDROCARBURI ALOGENATI



Detti anche **HALON** (*HAL*oged - *hydrocarb*ON), sono formati da **idrocarburi saturi** in cui gli atomi di idrogeno sono stati parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di **cromo**,

bromo o **fluoro**.

L'azione estinguente avviene con l'**interruzione chimica della reazione di combustione (catalisi negativa)**.

Sono **efficaci** su **incendi** in **ambienti chiusi scarsamente ventilati** e l'azione estinguente non danneggia i materiali.

Tuttavia, alcuni HALON per effetto delle alte temperature dell'incendio si decompongono **producendo gas tossici**.

Il loro utilizzo è stato abolito da disposizioni legislative emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico (D.M. Ambiente 3/10/2001 - Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon).



AGENTI ESTINGUENTI ALTERNATIVI ALL'HALON

Gli agenti sostitutivi degli halon *impiegati attualmente* sono "**ecocompatibili**" (**clean agent**), e generalmente combinano al **vantaggio della salvaguardia ambientale** lo **svantaggio di una minore capacità estinguente rispetto agli halon**.

Esistono sul mercato prodotti inertizzanti e prodotti che agiscono per **azione anticatalitica**.



Agenti sostitutivi degli halon

trattati nello standard NFPA 2001 (edizione 1994)

Sigla	Nome della molecola	Formula bruta	Nome commerciale (1)
FC-3-1-10	Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	CEA-410 (2)
HBFC-22B1	Bromodifluorometano	CHF ₂ Br	è l'Halon 1201
HCFC Blend A	Diclorotrifluoroetano HCFC-123 (4,75%) Clorodifluorometano HCFC.22 (82%) Clorotetrafluoroetano HCFC-124 (9,5%) Isopropenil-1-metilcicloesene (3,75%)	CHCl ₂ CF ₃ CHClF ₂ CHClFCF ₃ (3)	NAF S-III
HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	CHClFCF ₃	FE-241
HFC-125	Pentafluoroetano	CHF ₂ CF ₃	FE-25
HFC-227ea	Eptafluoropropano	CF ₃ CHF ₂ CF ₃	FM-200 (4)
HFC-23	Trifluorometano	CHF ₃	PF-23 oppure FE-13
IG-541	Azoto (52%) Argon (40%) Anidride carbonica (8%)	N ₂ Ar CO ₂	INERGEN

(1) Il nome commerciale è stato aggiunto rilevandolo dalle informazioni pubblicitarie e dalla letteratura.

(2) Esiste anche il CEA-614 (perfluoroesano) ma non è trattato nella NFPA 2001.

(3) La formula bruta non è riportata nello standard.

(4) Nei dati tecnici del FM-200 pubblicati dal distributore italiano è erroneamente indicato CF₃CHFCH₃

I rischi alle persone e all'ambiente

Dinamica dell'incendio

Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare **4 fasi**:

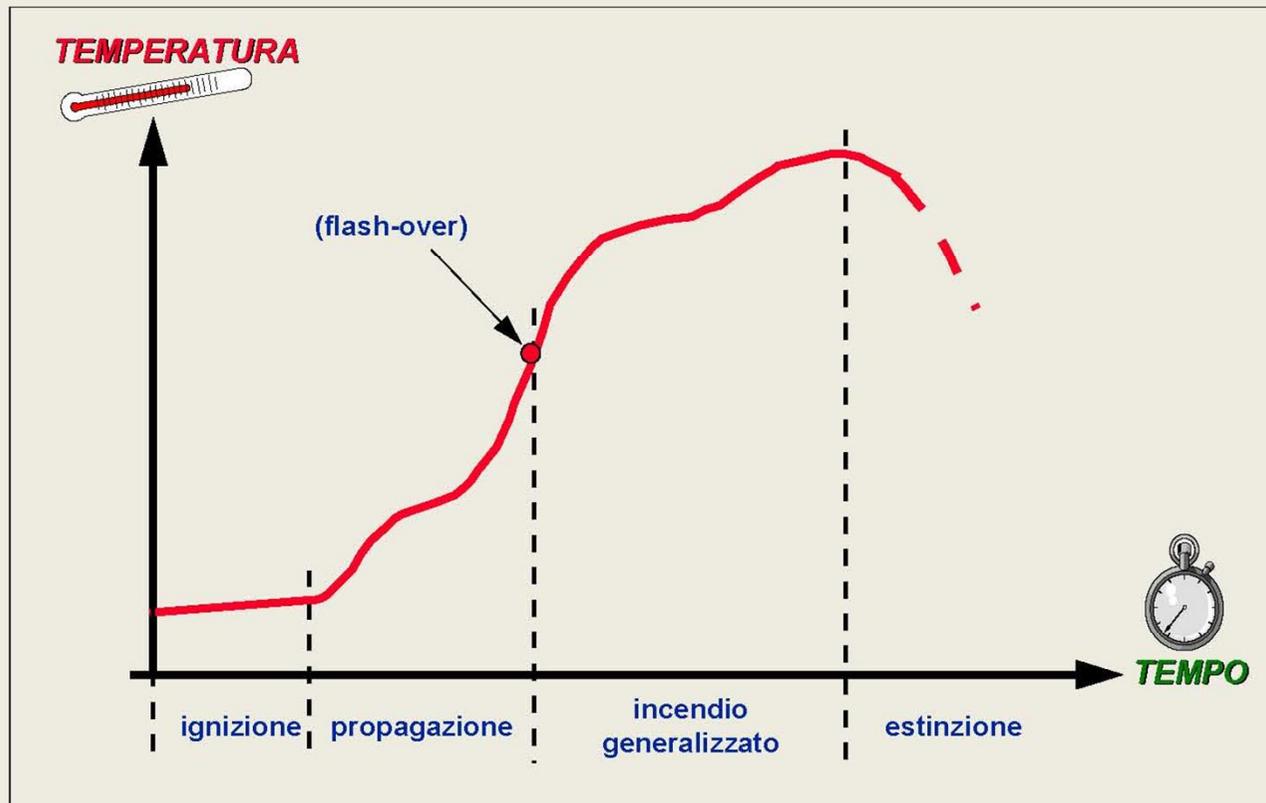
- ✓ **Fase di ignizione**
- ✓ **Fase di propagazione**
- ✓ **Incendio generalizzato (FLASH OVER)**
- ✓ **Estinzione e raffreddamento**

Le fasi sono evidenziate nel diagramma che descrive l'andamento delle temperature di un incendio nel tempo (**curva Temperatura – tempo**).

*La probabilità di intervenire con successo su un principio di incendio è molto alta nella fase di ignizione, nella quale le temperature sono ancora basse. Per questo **è importante che gli addetti antincendio siano ben addestrati all'intervento tempestivo, attraverso un buon piano di emergenza e che i mezzi di estinzione siano a portata di mano e segnalati.***

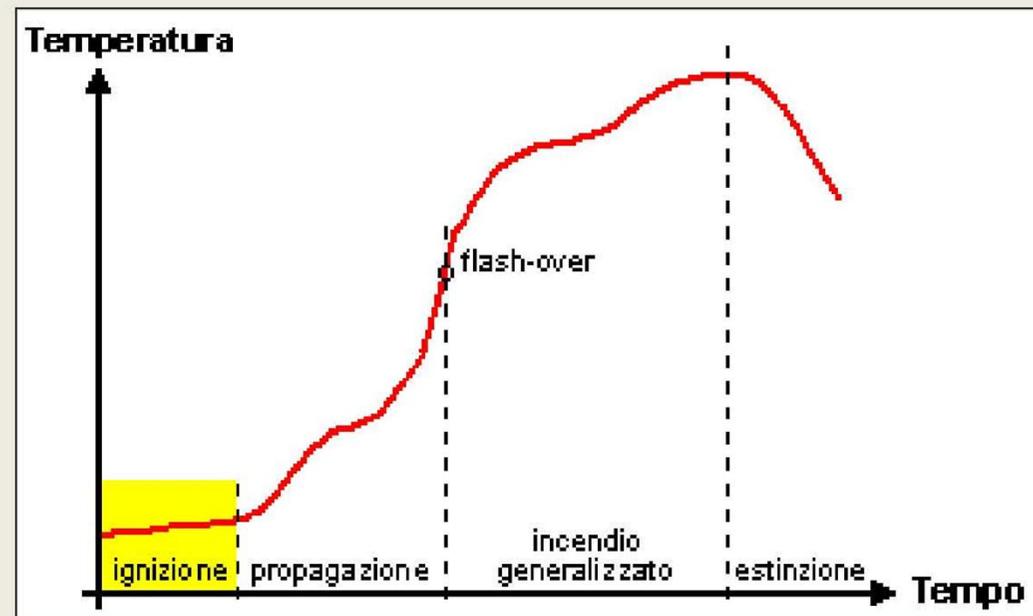
L' INCENDIO REALE

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



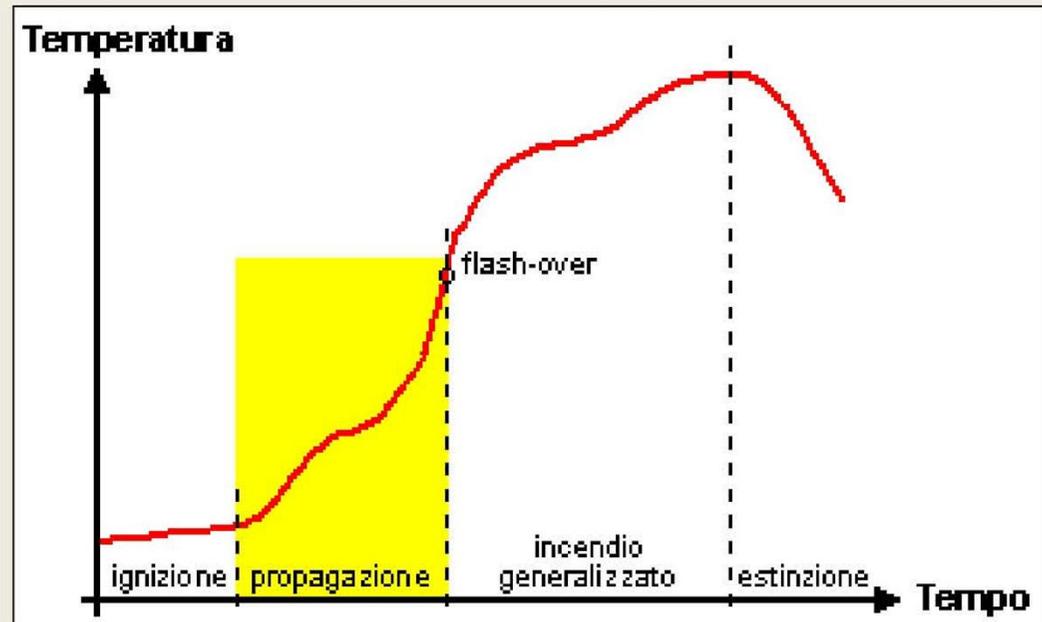
Fase di ignizione:

- *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.*



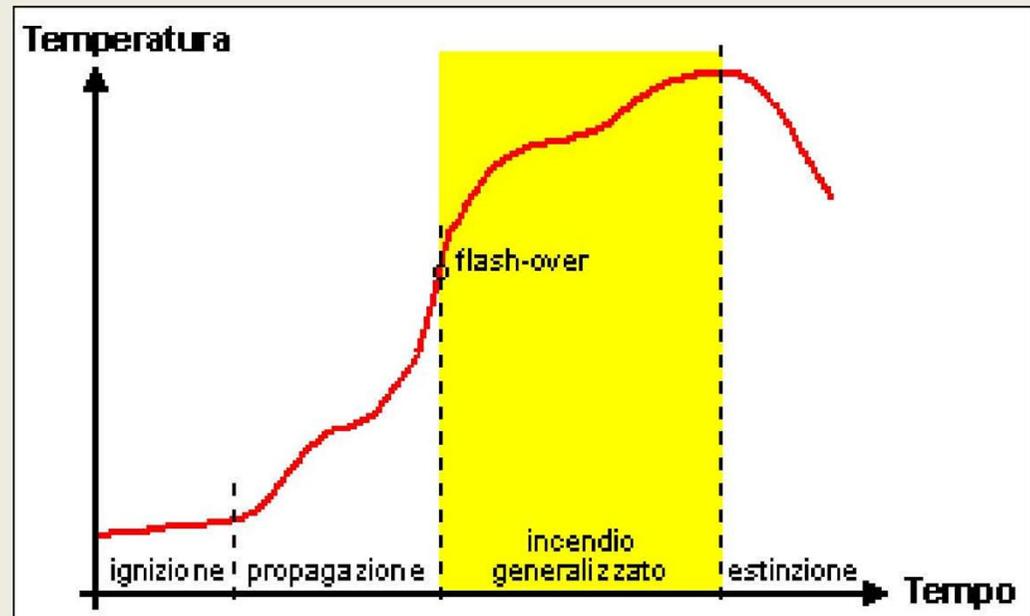
Fase di propagazione:

- *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.*



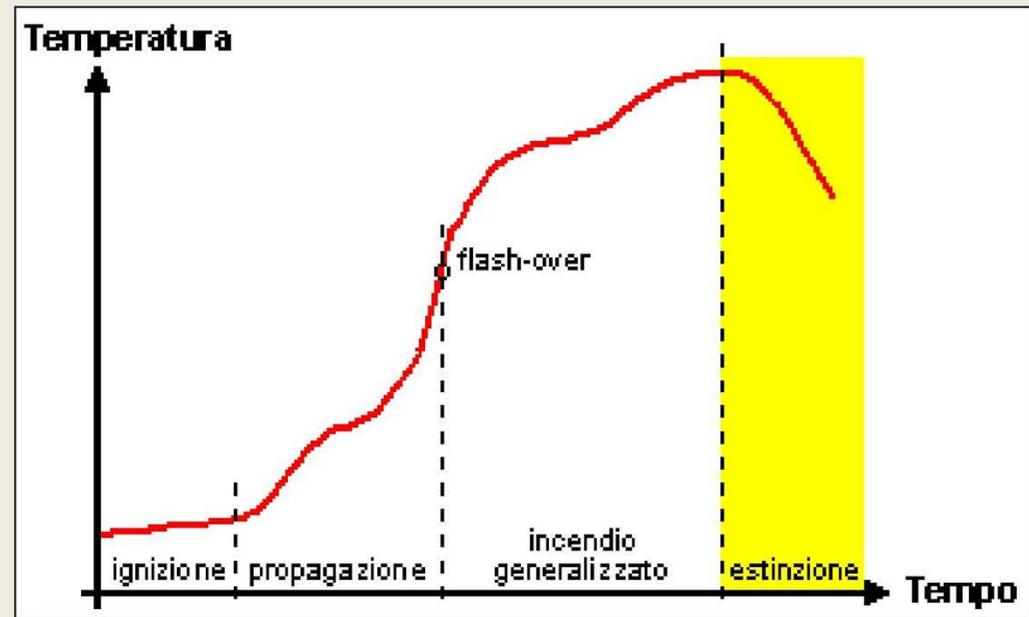
Fase di Incendio generalizzato (flash-over):

- *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.*

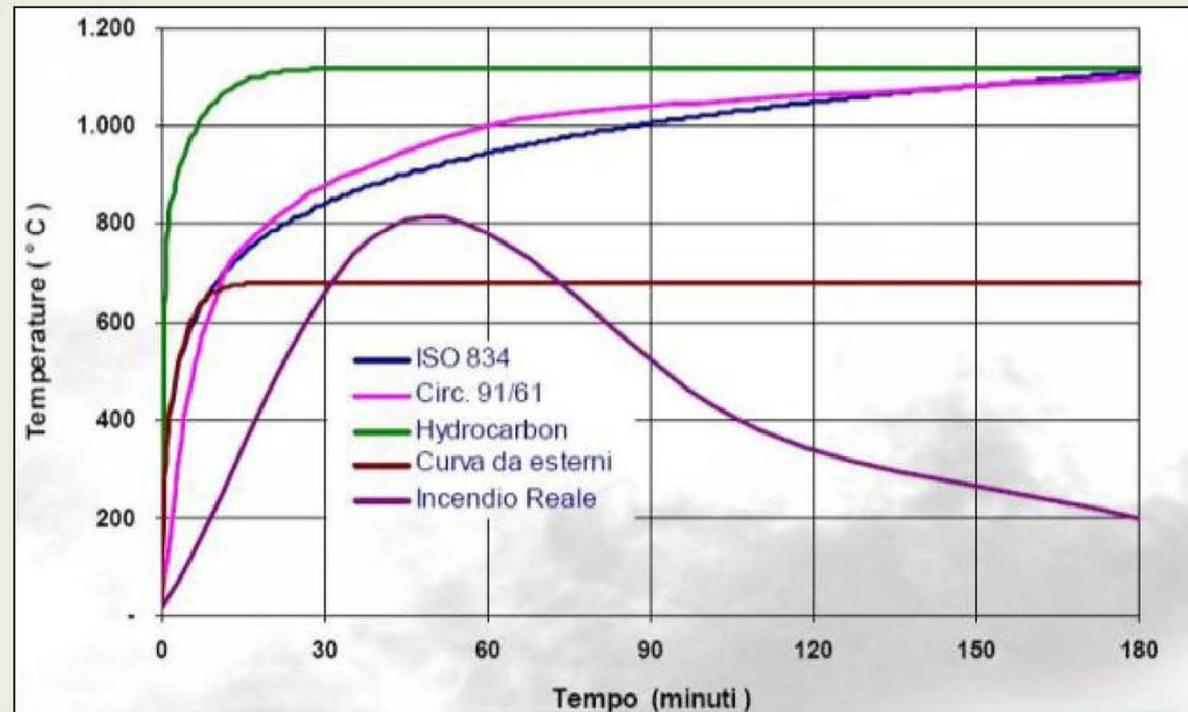


Fase di Estinzione e raffreddamento

- *L'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile.*
- *Inizia 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.*



Approfondimento: L'incendio convenzionale



Curva nominale standard (ISO 834) per incendio convenzionale:

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8 \cdot t + 1) [^{\circ}\text{C}]$$

θ_g è la temperatura media dei gas di combustione espressa in $^{\circ}\text{C}$

t è il tempo espresso in minuti.

Curva nominale degli idrocarburi incendi di quantità rilevanti di idrocarburi o altre sostanze equivalenti:

$$\theta_g = 1080 (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167 t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}) + 20 [^{\circ}\text{C}]$$

Curva nominale esterna: Incendi sviluppatasi all'interno del compartimento, ma che coinvolgono strutture poste all'esterno:

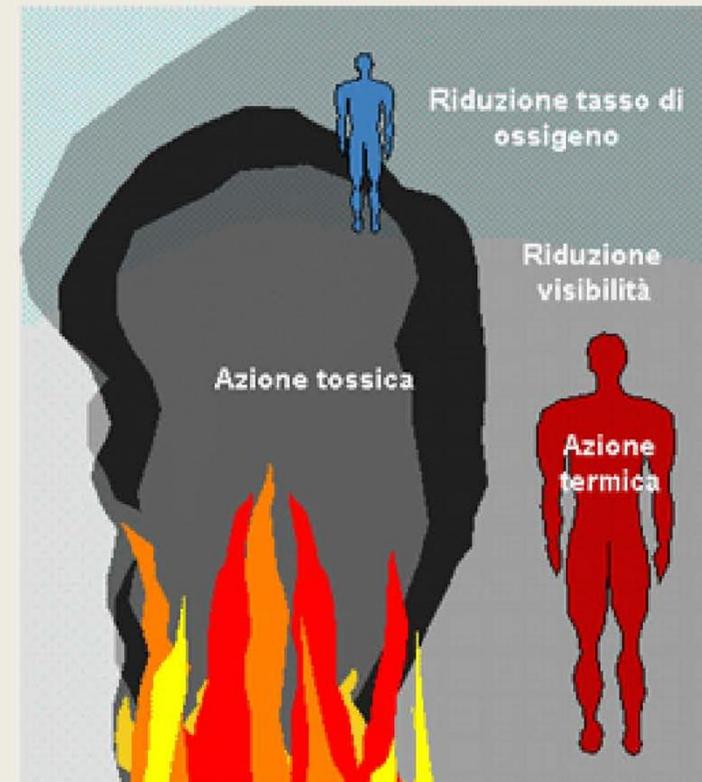
$$\theta_g = 660 (1 - 0,687 \cdot e^{-0,32 t} - 0,313 \cdot e^{-3,8t}) + 20 [^{\circ}\text{C}]$$

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**:

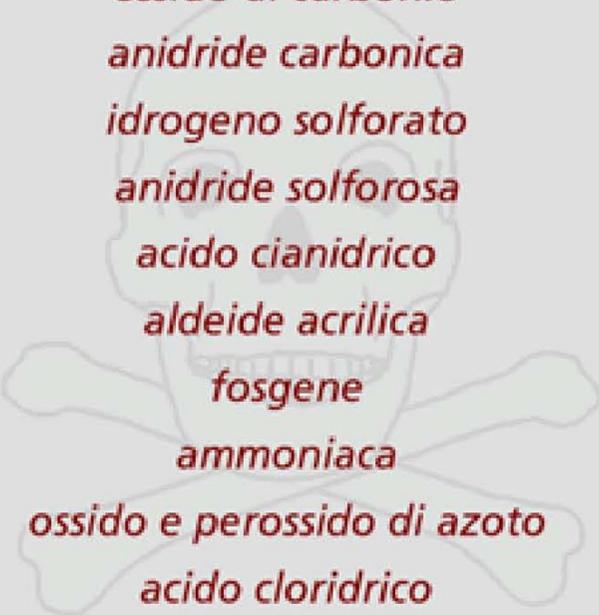
- ✓ **Gas**
- ✓ **Fiamma**
- ✓ **Calore**
- ✓ **Fumo**



GAS DI COMBUSTIONE

ossido di carbonio	(CO)
anidride carbonica	(CO ₂)
idrogeno solforato	(H ₂ S)
anidride solforosa	(SO ₂)
ammoniaca	(NH ₃)
acido cianidrico	(HCN)
acido cloridrico	(HCl)
perossido d'azoto	(NO ₂)
aldeide acrilica	(CH ₂ CHCHO)
fosgene	(COCl ₂)

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)

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*, bloccando i legami che la stessa ha con l'ossigeno che in condizioni normali forma l'ossiemoglobina.

Il CO determina un legame preferenziale con l'emoglobina, in quanto *l'affinità di legame 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.

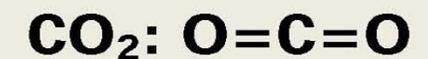
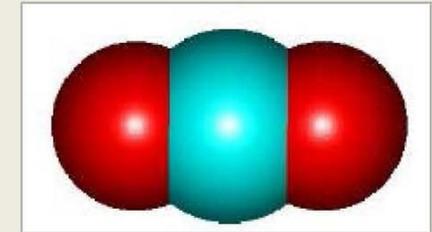
Se si sommano gli effetti del CO sull'organismo umano con quelli conseguenti ad una situazione di stress, panico e condizioni termiche avverse, i massimi tempi di esposizione sopportabili dall'uomo in un incendio reale sono quelli indicati in tabella.

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

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

L'anidride carbonica **non è un gas tossico.**

È un **gas asfissiante** in quanto, pur non essendo tossico per l'uomo, **si sostituisce all'ossigeno dell'aria.**



Quando determina una diminuzione dell'**ossigeno** 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 CO₂ in aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alle normali condizioni.

Con una percentuale del 3% l'aumento è del 100%, cioè raddoppia.

Nota: La deficienza di ossigeno e/o l'eccesso di CO₂ possono condurre alla perdita di coscienza e alla morte per asfissia. Quando la **concentrazione dell'ossigeno** scende **intorno al 15%** 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)

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: 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 (COCl₂)

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 per la *disidratazione* dei tessuti, *difficoltà o blocco della respirazione* e *scottature*.

Una temperatura dell'aria di circa **150 °C** è 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, come negli incendi.

Una temperatura di circa **60 °C** è da ritenere la **massima respirabile per breve tempo**.

Ustioni:

*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**

Oltre alle lesioni alla superficie cutanea, l'ustione può comportare altre gravi patologie che interessano organi vitali:

- ✓ **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.*

*Nel caso di **ustioni da fuoco:***

- 1. Soffocare con coperte o altro mezzo le fiamme che avvolgono il soggetto*
- 2. Effettuare una valutazione primaria: nel caso di incoscienza e assenza di respiro iniziare le manovre di BLS*
- 3. Raffreddare per non più di un minuto la zona ustionata*
- 4. Coprire le lesioni con garze sterili o con teli asciutti (mai umidi o bagnati)*

*Nelle ustioni **da agenti chimici:***

- 1. Rimuovere l'agente con attenzione*
- 2. Togliere all'infortunato gli abiti intrisi*
- 3. Lavare le parti colpite con acqua abbondante e per un tempo prolungato, evitando che l'agente chimico si sparga sulle zone del corpo non interessate dall'ustione*
- 4. Nel caso siano interessati gli occhi, aprire le palpebre dell'infortunato (ma senza forzare) e sciacquare a lungo*

Le ustioni: Cosa non fare

- 1. Non sfilare gli abiti bruciati che aderiscono alla superficie corporea*
- 2. Non coprire le lesioni con pezze bagnate*
- 3. Non usare mai ghiaccio o pomate sulle lesioni*
- 4. Non forare o aprire per nessun motivo le vesciche provocate da ustioni di 2° grado*
- 5. Non stimolare il vomito nei soggetti intossicati*

Il **trasporto** dell'ustionato va effettuato rapidamente e, possibilmente, direttamente presso un centro specializzato o presso un centro di rianimazione quando le ustioni sono estese.



Se questi presidi distano più di un'ora dal luogo dell'incidente sarebbe preferibile comunque rivolgersi al più vicino Pronto Soccorso. Infatti il rischio più grave in un soggetto ustionato è la disidratazione ed il conseguente stato di shock da diminuzione dei liquidi corporei che la superficie cutanea ustionata disperde in grande quantità.

Effetti dell'irraggiamento (metodo di Eisemberg)	
Energia (KW/mq)	Effetti sull'uomo
40	1% di probabilità di sopravvivenza
26	innesco incendi di materiale infiammabile
19	50% di probabilità di sopravvivenza
5.0	danni per operatori con indumenti di protezione esposti per lungo tempo
2.0	scottature di 2° grado
1.8	scottature di 1° grado
1.4	limite di sicurezza per persone vestite esposte per lungo tempo
(1.0)	(irraggiamento solare estivo alle nostre latitudini)

Effetti dell'incendio sui materiali da costruzione	
Valori di irraggiamento (kW/mq)	Danni che si possono verificare
60	Strutture in calcestruzzo
40	Strutture in acciaio
33	Ignizione del legno entro un minuto
12,6	Danneggiamento di serbatoi metallici
11,7	Danneggiamento cavi elettrici
Fonte: Software SIGEM-SIMMA Ministero dell'Interno - C.N.VV.F.	

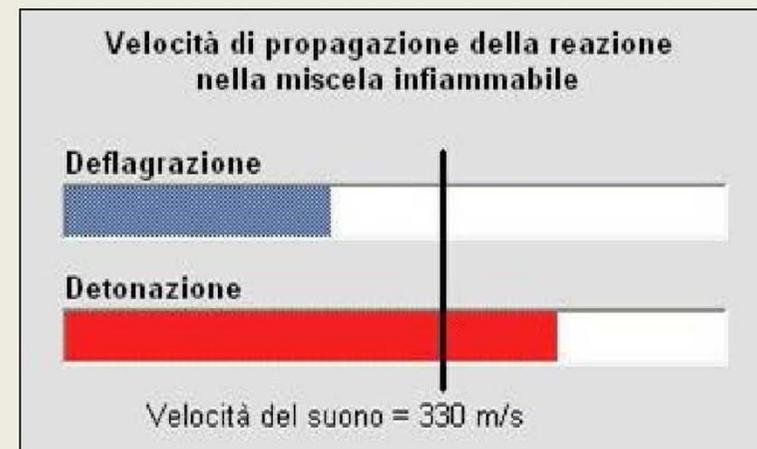
ESPLOSIONE



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.

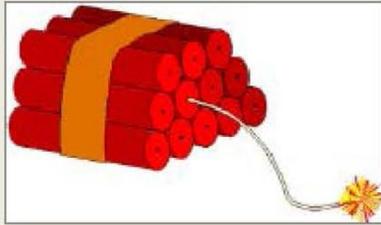
Un'esplosione può aver luogo quando gas, vapori o **anche polveri infiammabili** (es. **segatura di legno, farina**, ecc.), entro il loro campo di esplosività, vengono innescati da una fonte di innesco di sufficiente energia.

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.



Cenni sugli Esplosivi (approfondimento)



Gli esplosivi sono sostanze che contengono nella loro molecola un quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione (a differenza dei combustibili "tradizionali" in cui il comburente necessario per la combustione è costituito dall'ossigeno contenuto nell'aria).

Gli esplosivi sono soggetti alle disposizioni del TULPS "Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza" (R.D. 18 giugno 1931, n. 773), e in base all'art. 82 del "Regolamento per l'esecuzione del TULPS" (R.D. 6 maggio 1940, n. 635), SONO **classificati in 5 categorie:**

- 1[^] Cat. - Polveri⁽¹⁾** e prodotti affini negli effetti esplodenti;
- 2[^] Cat. - Dinamiti⁽²⁾** e prodotti affini negli effetti esplodenti;
- 3[^] Cat. - Detonanti⁽³⁾** e prodotti affini negli effetti esplodenti;
- 4[^] Cat. - Artifici⁽⁴⁾** e prodotti affini negli effetti esplodenti;
- 5[^] Cat. - Munizioni di sicurezza⁽⁵⁾** e giocattoli pirici

¹ I cat.: "Esplosivi **deflagranti**" (lenti); velocità di detonazione $\approx 100-1000$ m/s (polvere nera, polveri senza fumo, cartucce cariche per fucili, ecc.)

² II cat.: "Esplosivi **detonanti secondari**"; (dinamiti, tritolo (velocità di detonazione ≈ 7000 m/s), slurries, pulverulenti, AN/FO, micce detonanti con esplosivo ≤ 15 gr/m, ecc.)

³ III cat.: "Esplosivi **detonanti primari**" o da **innesco**; (detonatori, micce detonanti con esplosivo > 15 gr/m, ecc.)

⁴ IV cat.: Artifici, fuochi artificiali, razzi da segnalazione, ecc.)

⁵ V cat.: Micce a lenta combustione, bossoli innescati per cartucce, giocattoli pirici, ecc.)

Prevenzione Incendi

La sicurezza antincendio è orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente, mediante il conseguimento degli **obiettivi primari**.

L'opera deve essere **concepita e costruita** in modo che, in caso di incendio sia garantita (Requisito essenziale n. 2 della Direttiva Europea 89/106/CEE "materiali da costruzione"):

1. La **stabilità delle strutture portanti** per un **tempo utile** ad assicurare il soccorso agli occupanti.
2. La **limitata produzione di fuoco e fumi all'interno** delle opere
3. La **limitata propagazione del fuoco alle opere vicine**.
4. La possibilità che gli **occupanti lascino l'opera indenni** o che gli stessi siano soccorsi in altro modo.
5. La possibilità per le **squadre di soccorso** di operare in condizioni di **sicurezza**.

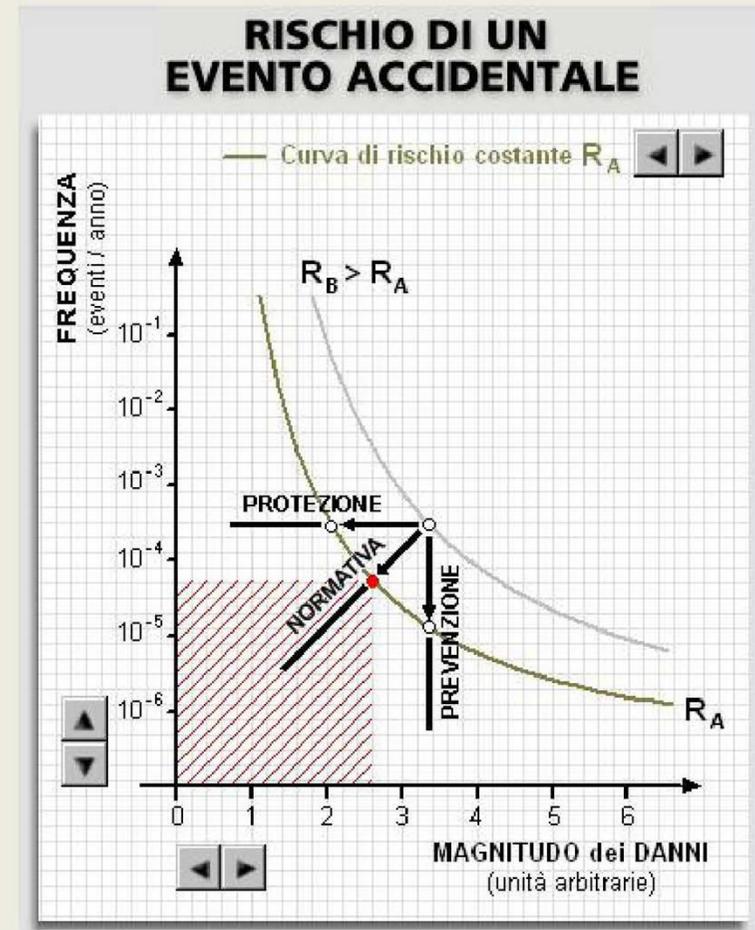
Il rischio di ogni evento accidentale (*l'incendio nel nostro caso*) risulta definito da 2 fattori:

- ✓ La **Frequenza**, cioè la probabilità che l'evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo.
- ✓ La **Magnitudo**, cioè l'entità delle possibili perdite e dei danni conseguenti al verificarsi dell'evento.

da cui ne deriva la definizione di

$$\mathbf{Rischio = Frequenza \times Magnitudo}$$

Dalla formula appare evidente che quanto più si riduce la frequenza, la magnitudo, o entrambe, tanto più si ridurrà il rischio.



Approfondimento

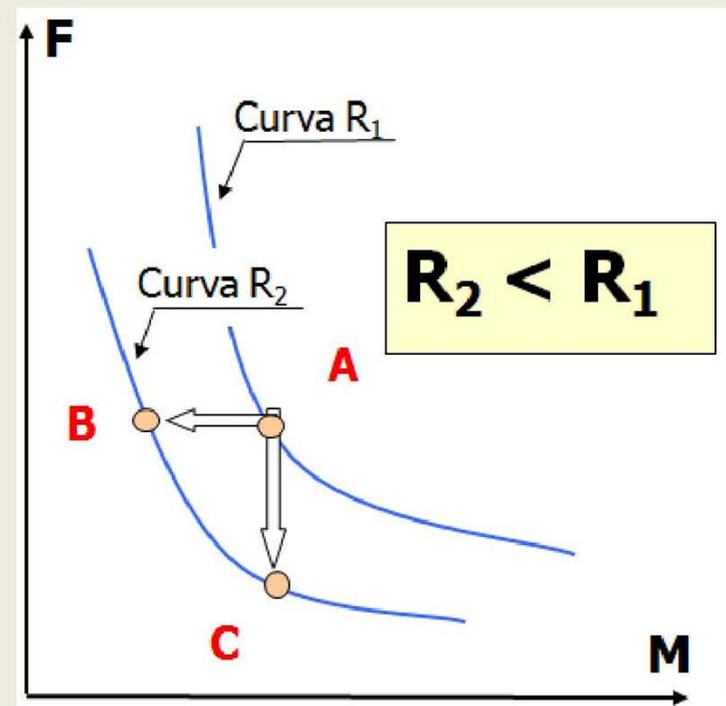
La formula ($R = F \times M$) viene graficamente riportata nel diagramma in cui appare evidente quale sia lo scopo nell'adottare le misure di prevenzione e protezione.

Ridurre il rischio R significa passare dalla curva R_1 alla curva R_2

In particolare **agendo sulla "Prevenzione" diminuisce la "Frequenza"** (percorso $A \rightarrow C$), mentre **agendo sulla "Protezione" diminuisce la "Magnitudo"** (percorso $A \rightarrow B$).

In entrambi i casi, (o solamente con la prevenzione o solamente con la protezione), conseguiamo l'obiettivo di ridurre il "Rischio", ma l'azione più corretta è quella di agire contemporaneamente con l'adozione di misure sia di "Prevenzione" che di "Protezione".

Dal punto di vista matematico il Rischio è rappresentato (in maniera molto schematica e tralasciando altri fattori), da una funzione chiamata "Iperbole" rappresentata sugli assi Frequenza-Magnitudo)



Il controllo e la gestione del rischio

Nel diagramma è rappresentata la possibilità di controllare e gestire un rischio di incendio inaccettabile attraverso l'adozione di misure di tipo Preventivo o Protettivo.

- ✓ L'attuazione delle misure per ridurre il rischio mediante la **riduzione della frequenza** viene chiamata "**prevenzione**",
- ✓ L'attuazione delle misure tese alla **riduzione della magnitudo** viene chiamata "**protezione**".

Probabilità				
Elevata		P R O T E Z I O N E	AREA DI RISCHIO INACCETTABILE	
Medio Alta				
Medio Bassa			PREVENZIONE	
Bassissima				
Magnitudo	Trascurabile	Modesta	Notevole	Ingente

Le misure di **Protezione** possono essere di tipo **attivo** o **passivo**, a seconda che richiedano o meno un intervento di un operatore o di un impianto per essere attivate.

LA SICUREZZA EQUIVALENTE

Le azioni **Preventive e Protettive** non devono essere considerate alternative ma **complementari** tra loro.



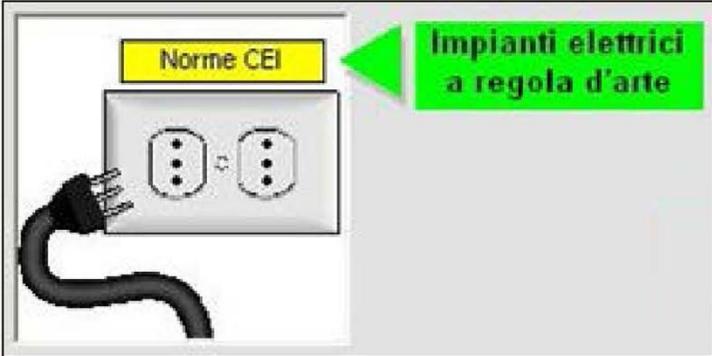
Le specifiche misure di prevenzione

Principali misure di **prevenzione**: *(finalizzate alla riduzione della probabilità di accadimento)*

- ✓ Realizzazione di **impianti elettrici a regola d'arte**. *(Norme CEI)*
- ✓ **Collegamento elettrico a terra** di impianti, strutture, serbatoi ecc.
- ✓ Installazione di **impianti parafulmine**.
- ✓ **Dispositivi di sicurezza** degli impianti di distribuzione e di utilizzazione delle sostanze infiammabili.
- ✓ **Ventilazione** dei locali.
- ✓ Utilizzazione di **materiali incombustibili**.
- ✓ Adozione di **pavimenti ed attrezzi antiscintilla**.
- ✓ **Segnaletica di Sicurezza**, riferita in particolare ai rischi presenti nell'ambiente di lavoro.

Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte

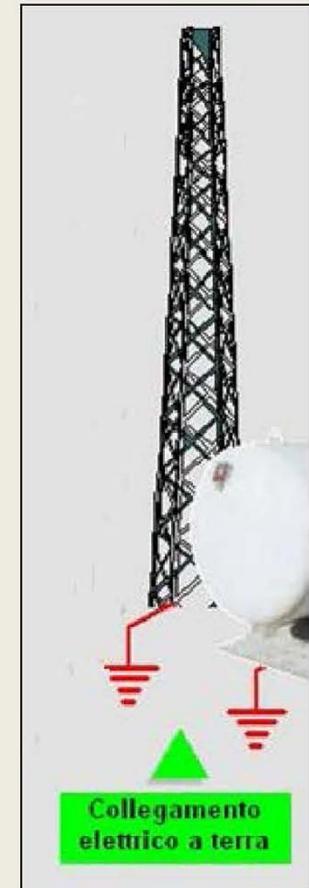
Gli incendi dovuti a cause elettriche ammontano a circa il 30% della totalità di tali sinistri.

- ✓ Misura di prevenzione molto importante.
 - ✓ Mira alla realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte (**D.M. sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, norme CEI**) (il DM n. 37/08 ha sostituito la legge 46/90).
- 
- ✓ Conseguisce lo **scopo** di **ridurre** le **probabilità d'incendio, evitando che l'impianto elettrico costituisca causa d'innescio.**
 - ✓ Molto numerosa è la casistica delle **anomalie degli impianti elettrici** le quali possono causare principi d'incendio:
corti circuiti, conduttori flessibili danneggiati, contatti lenti, surriscaldamenti dei cavi o dei motori, guaine discontinue, mancanza di protezioni, sotto-dimensionamento degli impianti, apparecchiature di regolazione mal funzionanti, ecc.

Collegamento elettrico a terra

La **messa a terra** di impianti, serbatoi ed altre strutture **impedisce** che su tali apparecchiature possa verificarsi **l'accumulo di cariche elettrostatiche** prodottesi per motivi di svariata natura (*strofinio, correnti vaganti ecc.*).

La mancata dissipazione di tali cariche potrebbe causare il verificarsi di **scariche elettriche** anche di notevole energia le quali potrebbero costituire **innesci** di eventuali incendi specie in quegli ambienti in cui esiste la possibilità di formazione di **miscele di gas o vapori infiammabili**.



Installazione di impianti parafulmine

Le scariche atmosferiche costituiscono anch'esse una delle principali cause d'incendio.

Specialmente nelle zone ad alta attività ce-raunica è necessario realizzare impianti di protezione contro le scariche atmosferiche (**parafulmine** o "**gabbia di Faraday**").

Essi creano una via preferenziale per la scarica del fulmine a terra evitando che esso possa colpire gli edifici o le strutture che si vogliono proteggere.



Dispositivi di sicurezza degli impianti di distribuzione e degli utilizzatori di sostanze infiammabili

Al fine di prevenire un incendio gli impianti di distribuzione di sostanze infiammabili vengono dotati di **dispositivi di sicurezza** quali ad esempio:

termostati; pressostati; interruttori di massimo livello, termocoppie per il controllo di bruciatori, dispositivi di allarme, sistemi di saturazione e sistemi di inertizzazione, ecc.



Ventilazione dei locali

Sotto l'aspetto preventivo, la ventilazione naturale o artificiale di un ambiente dove possono accumularsi gas o vapori infiammabili **evita che in tale ambiente possano verificarsi concentrazioni** al di sopra del limite inferiore del campo d'infiammabilità.

Nel dimensionare e posizionare le aperture o gli impianti di ventilazione necessario tenere conto sia della **quantità** che della **densità dei gas** o vapori infiammabili che possono essere presenti.



Impiego di strutture e materiali incombustibili

Quanto più ridotta la quantità di strutture o materiali combustibili presente in un ambiente tanto minori sono le probabilità che possa verificarsi un incendio.

Pertanto potendo scegliere tra l'uso di diversi materiali dovrà sicuramente essere data la preferenza a quelli che, pur garantendo analoghi risultati dal punto di vista della funzionalità e del processo produttivo, presentino caratteristiche di incombustibilità.

Adozione di pavimenti ed attrezzi antiscintilla

Tali provvedimenti risultano di indispensabile adozione **qualora negli ambienti di lavoro venga prevista la presenza di gas, polveri o vapori infiammabili.**

Accorgimenti comportamentali per prevenire gli incendi

L'obiettivo principale dell'adozione di misure precauzionali di esercizio è quello di permettere, attraverso una corretta gestione, di non aumentare il livello di rischio reso a sua volta accettabile attraverso misure di prevenzione e di protezione.

Le **misure precauzionali di esercizio** si realizzano attraverso:

- ✓ **Analisi** delle cause di incendio più comuni
- ✓ **Informazione** e **Formazione** antincendi
- ✓ **Controlli** degli ambienti di lavoro e delle attrezzature
- ✓ **Manutenzione** ordinaria e straordinaria

Analisi delle cause di incendio più comuni

*Il personale deve adeguare i comportamenti ponendo **particolare attenzione** a:*

- ✓ *Deposito e utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili*
- ✓ *Utilizzo di fonti di calore*
- ✓ *Impianti ed attrezzature elettriche*
- ✓ *Il fumo e l'utilizzo di portacenere*
- ✓ *Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili*
- ✓ *Aree non frequentate*
- ✓ *Misure contro gli incendi dolosi*

Deposito e utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili

Ove possibile, il quantitativo dei materiali infiammabili o facilmente combustibili **limitato a quello strettamente necessario** e tenuto **lontano dalle vie di esodo**.

I **quantitativi in eccedenza** devono essere **depositati in appositi locali** o aree.

Ove possibile, **sostituire** le sostanze infiammabili **con altre meno pericolose**.

Il deposito di materiali infiammabili deve essere realizzato in **luogo isolato** o **locale separato** tramite strutture e porte **resistenti al fuoco**.

I **lavoratori** che manipolano sostanze infiammabili o chimiche pericolose devono essere **adeguatamente addestrati**.

I **lavoratori** devono essere anche a **conoscenza** delle **proprietà delle sostanze** e delle circostanze che possono incrementare il rischio di incendio (*schede di sicurezza*).

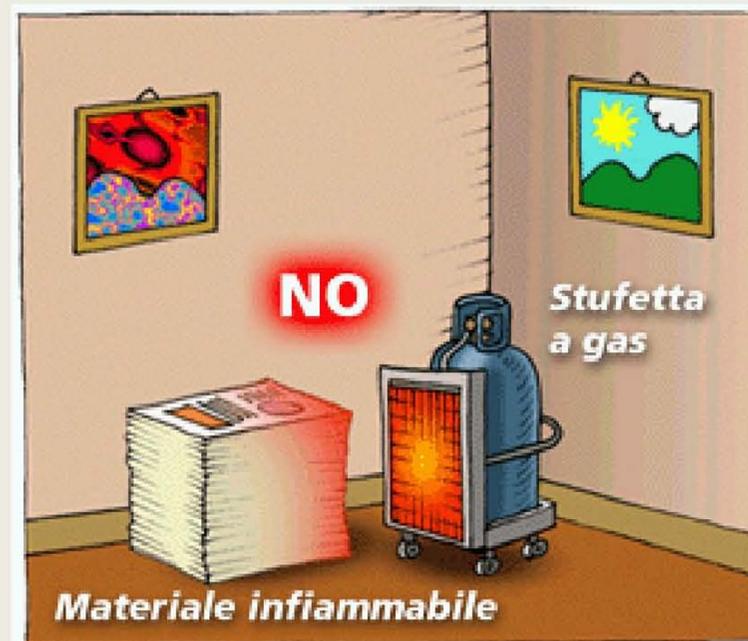
I **materiali di pulizia** combustibili devono essere tenuti **in appositi ripostigli** o locali.



Utilizzo di fonti di calore

Cause più comuni di incendio

Impiego e detenzione delle **bombole di gas** utilizzate negli apparecchi di riscaldamento (anche quelle vuote);



Deposito di **materiali combustibili** sopra o **in vicinanza degli apparecchi di riscaldamento**;

Cause più comuni di incendio

Utilizzo di apparecchi in **ambienti non idonei** (presenza di infiammabili, alto carico di incendio etc.);

Utilizzo di apparecchi in **manca di adeguata ventilazione** degli ambienti (norme UNI-CIG);

I condotti di aspirazione di cucine, forni, seghe, molatrici, devono essere puliti con frequenza per evitare l'accumulo di grassi o polveri.

Gli ambienti in cui sono previste lavorazioni con fiamme libere devono essere accuratamente controllati.

I luoghi dove si effettuano lavori di saldatura o di taglio alla fiamma, devono essere tenuti liberi da materiali combustibili, tenendo presente il rischio legato alle eventuali scintille.



Impianti ed attrezzature elettriche

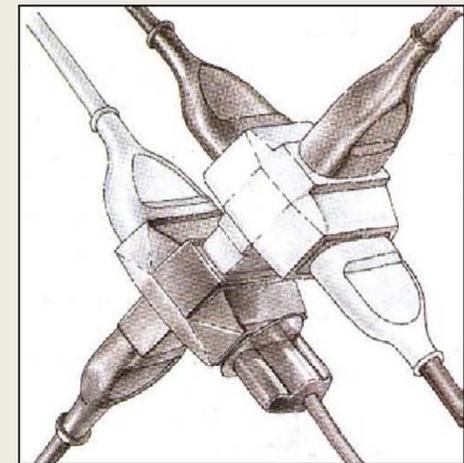
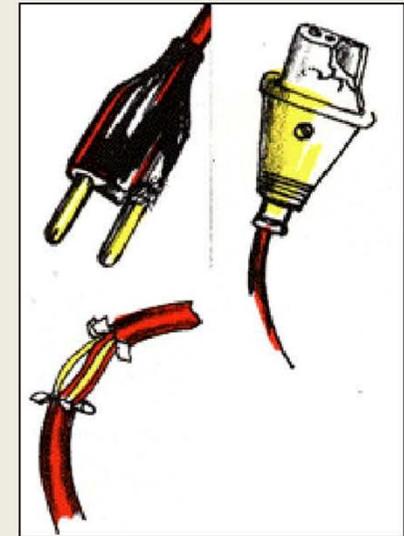
Il personale deve essere istruito sul corretto uso delle attrezzature e degli impianti elettrici e in modo da essere in grado da **riconoscere difetti**.

Le prese multiple non devono essere sovraccaricate per evitare surriscaldamenti degli impianti.

In caso di alimentazione provvisoria di un'apparecchiatura elettrica, **il cavo elettrico deve avere la lunghezza strettamente necessaria** e posizionato in modo da evitare danneggiamenti.

Le **riparazioni elettriche** devono essere effettuate da **personale competente** e qualificato.

Tutti gli apparecchi di illuminazione producono calore e possono essere causa di incendio.



Il fumo e l'utilizzo di portacenere

Occorre identificare le aree dove il fumo delle sigarette può costituire pericolo di incendio e disporre il **divieto**, in quanto la mancanza di disposizioni a riguardo **è una delle principali cause di incendi**.

Nelle aree **ove** sarà **consentito fumare**, occorre mettere a disposizione **idonei portacenere** che dovranno essere svuotati regolarmente.



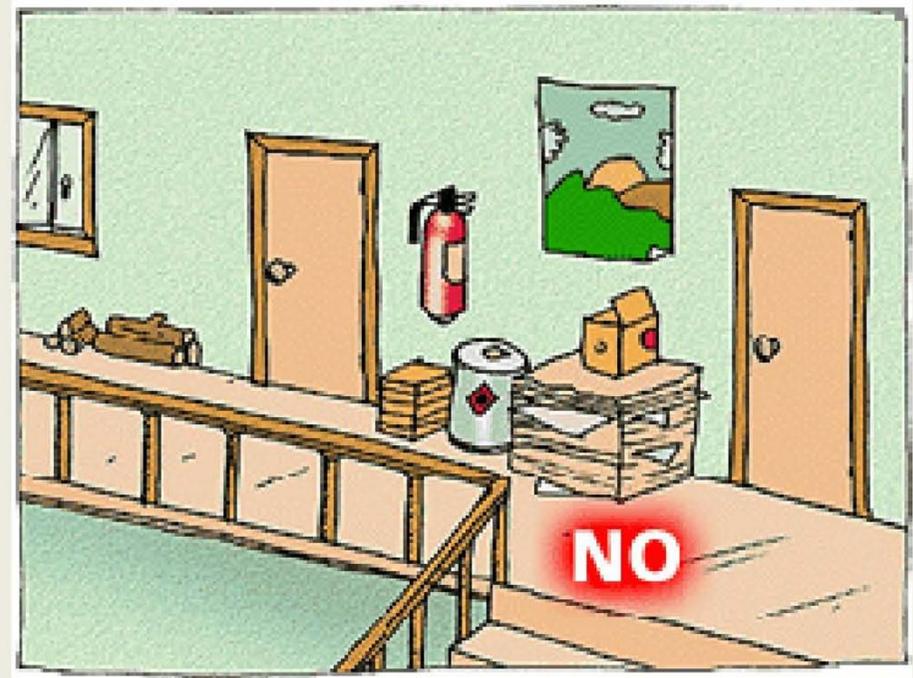
I portacenere non debbono essere svuotati in recipienti costituiti da materiali facilmente combustibili, nè il loro contenuto deve essere accumulato con altri rifiuti.

Non deve essere permesso di fumare nei depositi e nelle aree contenenti materiali facilmente combustibili od infiammabili.

Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili

I rifiuti non debbono essere depositati, neanche in via temporanea, **lungo le vie di esodo** (corridoi, scale, disimpegni) o dove possono entrare in contatto con sorgenti di ignizione.

L'accumulo di scarti di lavorazione deve essere evitato ed ogni scarto o rifiuto deve essere rimosso giornalmente e depositato in un'area idonea fuori dell'edificio.



Aree non frequentate

Le aree che normalmente non sono frequentate da personale (*scantinati, locali deposito*) ed ogni area dove un incendio potrebbe svilupparsi senza preavviso, **devono essere tenute libere da materiali combustibili non essenziali.**

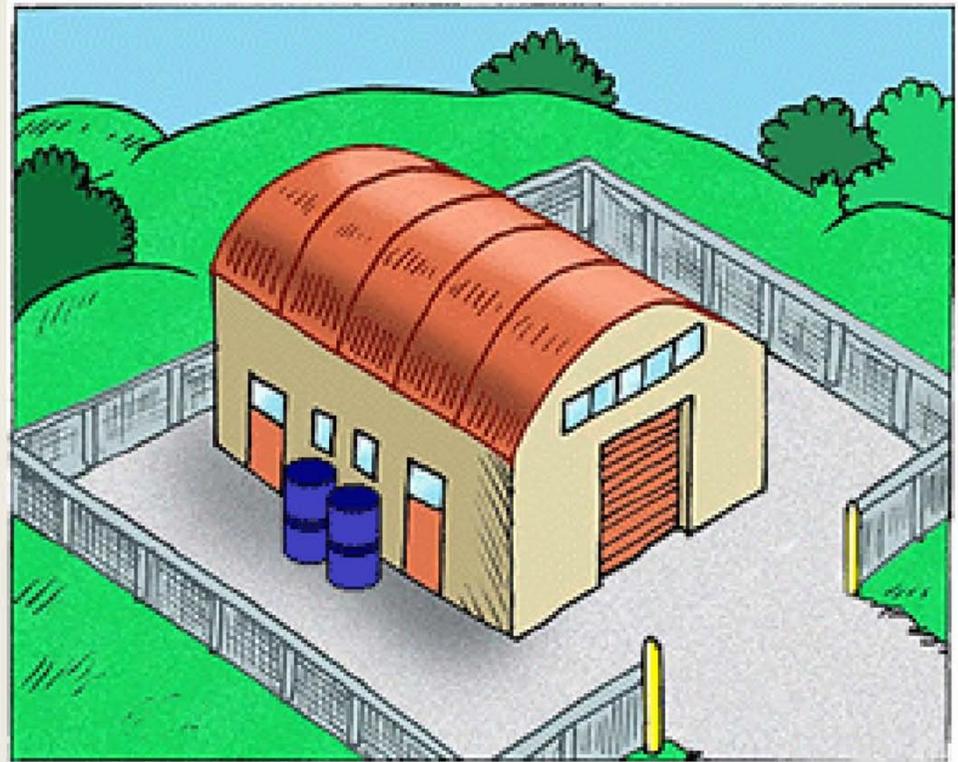
Devono essere adottate precauzioni per proteggere tali aree contro l'accesso di persone non autorizzate.



Misure contro gli incendi dolosi

Scarse misure di sicurezza e mancanza di controlli possono consentire accessi non autorizzati nel luogo di lavoro, comprese le aree esterne, e ciò può costituire causa di **incendi dolosi**.

Occorre prevedere adeguate **misure di controllo sugli accessi** ed assicurarsi che i materiali combustibili depositati all'esterno non mettano a rischio il luogo di lavoro.



Informazione e formazione antincendi

È **obbligo del datore di lavoro** fornire ai lavoratori un'adeguata **informazione e formazione** (Art. 36 e 37 del D.lgs n. 81/08) al riguardo di:

- a) **Rischi legati all'attività dell'impresa in generale ed alle specifiche mansioni svolte;**
- b) **Misure di prevenzione e di protezione incendi adottate in azienda** con particolare riferimento: *ubicazione dei presidi antincendi; ubicazione delle vie di uscita; modalità di apertura delle porte delle uscite; l'importanza di tenere chiuse le porte resistenti al fuoco; i motivi per cui non devono essere utilizzati gli ascensori per l'evacuazione in caso di incendio;*
- c) **Procedure da adottare in caso di incendio** (*primo soccorso, la lotta antincendio, l'evacuazione*) ed in particolare: *azioni da attuare quando si scopre un incendio; come azionare un allarme; azione da attuare quando si sente un allarme; procedure di evacuazione fino al punto di raccolta in luogo sicuro; modalità di chiamata dei Vigili del Fuoco.*
- d) **I nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendi e gestione delle emergenze e pronto soccorso;**
- e) **Il nominativo del responsabile e degli addetti del servizio di prevenzione e protezione.**

Controllo degli ambienti di lavoro

È opportuno che vengano effettuati **regolari verifiche** (*con cadenza predeterminata*) nei luoghi di lavoro finalizzati ad accertare il mantenimento delle misure di sicurezza antincendio.

In proposito è opportuno predisporre idonee **liste di controllo**.

Potranno essere incaricati singoli lavoratori oppure **lavoratori addetti alla prevenzione incendi**.

I lavoratori devono ricevere adeguate istruzioni in merito alle **operazioni da attuare prima che il luogo di lavoro sia abbandonato, al termine dell'orario di lavoro**, affinché lo stesso sia lasciato in condizioni di sicurezza.

TABELLA DEI CONTROLLI DI SICUREZZA DA EFFETTUARE PERIODICAMENTE

- Le **vie di uscita** quali **passaggi, corridoi, scale**, devono essere controllate per assicurare che **siano libere da ostruzioni** e pericoli;
- Le **porte sulle vie di uscita** devono essere controllate per assicurare che si aprano facilmente.
- Le **porte resistenti al fuoco** devono essere controllate per assicurarsi che non sussistano danneggiamenti e che chiudano regolarmente.
- Le **apparecchiature elettriche** che non devono restare in servizio vanno messe **fuori tensione**
- Le **fiamme libere** devono essere **spente** o lasciate in condizioni di sicurezza
- I **rifiuti e gli scarti combustibili** devono essere **rimossi**
- I **materiali infiammabili** devono essere **depositati in luoghi sicuri**
- Il luogo di lavoro deve essere assicurato contro gli **accessi incontrollati**

I lavoratori devono segnalare agli addetti alla prevenzione incendi ogni situazione di potenziale pericolo di cui vengano a conoscenza.

Verifiche e manutenzione sui presidi antincendio

Manutenzione ordinaria e straordinaria

**Occorre SORVEGLIANZA ma anche CONTROLLO PERIODICO
cioè MANUTENZIONE (ORDINARIA e STRAORDINARIA)**

Devono essere oggetto di **regolari verifiche** i seguenti impianti:

- ✓ *Impianti per l'estinzione degli Incendi*
- ✓ *Impianti per la rilevazione e l'allarme in caso di Incendio*
- ✓ *Impianti elettrici*
- ✓ *Impianti di distribuzione ed utilizzo del gas*
- ✓ *Impianti a rischio specifico (montacarichi, centrali termiche, cucine, ecc.)*

Devono essere **mantenute in efficienza** ed essere oggetto di **regolari verifiche** tutti gli impianti e le misure antincendio previste:

- *per garantire il sicuro utilizzo delle vie di uscita;*
- *relative alla illuminazione di sicurezza;*
- *per l'estinzione degli incendi;*
- *per la rivelazione e l'allarme in caso di incendio.*

Il datore di lavoro è responsabile del mantenimento delle condizioni di efficienza delle attrezzature ed impianti, in particolare di quelli di protezione antincendio.

Il datore di lavoro deve individuare gli addetti ed attuare la ***sorveglianza, il controllo e la manutenzione***, alle **scopo** di rilevare e ***rimuovere qualunque causa***, deficienza, danno od impedimento **che possa pregiudicare il corretto funzionamento** ed uso di apparecchiature o dei presidi antincendio.

*L'attività di controllo periodica e la manutenzione deve essere eseguita da personale competente e qualificato, e gli **inconvenienti riscontrati vanno registrati e comunicati ai responsabili.***