



Comando Provinciale Vigili del Fuoco Ascoli Piceno

Manuale di prevenzione incendi per corsi di formazione per vigili volontari

Autore: Ing. Mauro Malizia

L'INCENDIO

È un ossidazione di materiali con notevole sviluppo di calore, fiamme, fumo e gas caldi che ha come effetti l'**emanazione di energia** sotto forma di luce e calore, e la **trasformazione dei combustibili** in altri elementi (prodotti di combustione)

La **combustione** è una **reazione chimica** sufficientemente rapida di una sostanza **combustibile** con un **comburente** che da 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 un quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli **esplosivi** e la celluloidi.

Condizioni necessarie per la combustione:

- ✓ presenza del **combustibile**
- ✓ presenza del **comburente**
- ✓ presenza di una **sorgente di calore**

Nota: Composizione dell'aria: Azoto (N₂): 78,08%; Ossigeno (O₂): 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.



Le Sostanze comburenti

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** (O_2).

Altri comburenti a base d'ossigeno sono il protossido di azoto (N_2O), il biossido di azoto (NO_2), 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 O_2 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.

Il 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

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 ed 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

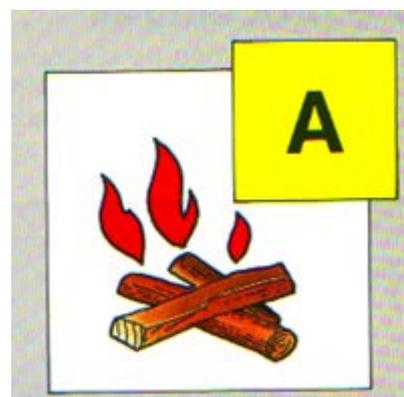
legname carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci

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.



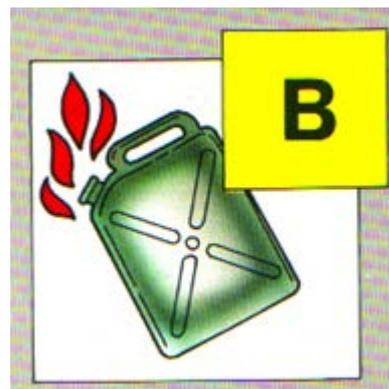
Classe B: Fuochi da liquidi

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.

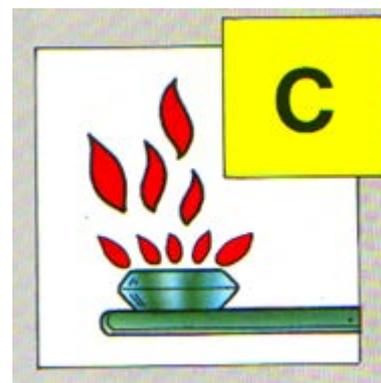
L'intervento principale contro tali incendi è quello di bloccare il flusso di gas **chiudendo la valvola di intercettazione** o otturando la falla.

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

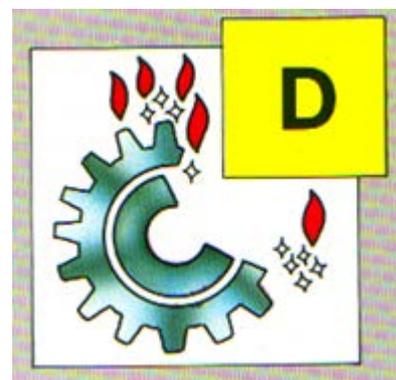
alluminio, magnesio, sodio, potassio

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 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**.

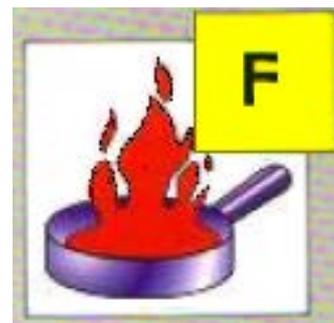
La formula chimica degli oli minerali (idrocarburi fuochi di classe B) **si distingue** da quella degli oli vegetali e/o animali.

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**.

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

Accensione diretta

Quando una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in **contatto** con un materiale combustibile in presenza di ossigeno.

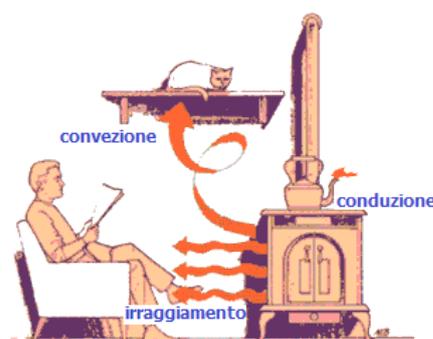
Esempi: operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, lampade e resistenze elettriche, stufe elettriche, scariche elettrostatiche.



Accensione indiretta

Il calore d'innesco avviene nelle forme della **convezione**, **conduzione** e **irraggiamento** termico.

Esempi: correnti di aria calda generate da un incendio e diffuse attraverso un vano scala o altri collegamenti verticali; propagazione di calore attraverso elementi metallici strutturali degli edifici.



Attrito

Il calore è prodotto dallo **sfregamento** di due materiali.

Esempi: malfunzionamento di parti meccaniche rotanti quali cuscinetti, motori; urti; rottura violenta di materiali metallici.

Autocombustione o riscaldamento spontaneo

Il calore viene prodotto dallo stesso **combustibile** come ad esempio lenti processi di ossidazione, reazione chimiche, decomposizioni esotermiche in assenza d'aria, azione biologica.

Esempi: cumuli di carbone, stracci o segatura imbevuti di olio di lino, polveri di ferro o nichel, fermentazione di vegetali.



I PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

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.

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:



Fumi

L'elemento più caratteristico dell'incendio, perché 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**.



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

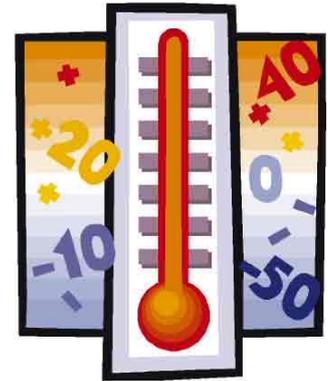
Calore

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 o di autoaccensione (°C)

La minima temperatura alla quale la **miscela combustibile comburente inizia a bruciare spontaneamente** in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

SOSTANZE	Temperatura di accensione (°C) <i>valori indicativi</i>
S O L I D I	
carta	230
legno	220 ÷ 250
gomma sintetica	300
L I Q U I D I	
acetone	540
benzina	250
gasolio	220
alcol metilico	455
G A S	
metano	537
idrogeno	560

Temperatura teorica di combustione (°C)

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

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

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

Aria teorica di combustione (m³)

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

SOSTANZE	Aria teorica di combustione (Nm ³ /Kg)
S O L I D I	
legno	5
carbone	8
polietilene	12,2
L I Q U I D I	
benzina	12
alcol etilico	7,5
G A S	
propano	13
idrogeno	28,5

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.

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

1 MJ = 0,057 Kg di legna equivalente

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:

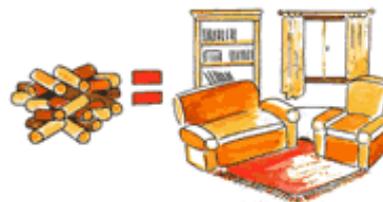
$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

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

SOSTANZE	Potere calorifico inferiore (MJ/Kg)
S O L I D I	
legno	17
carbone	30-34
polietilene	35-45
L I Q U I D I	
benzina	42
alcool etilico	25
G A S	
propano	46
idrogeno	120

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 avvie-

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

ne quando, in corrispondenza della superficie i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria sono innescati.

Limiti di infiammabilità (% in volume)

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

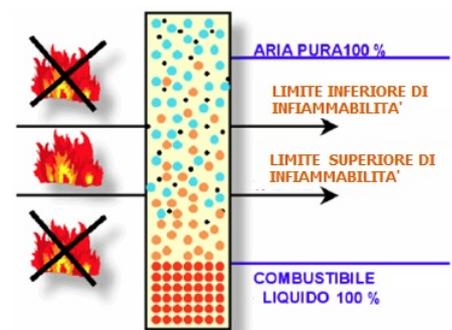
➤ **Limite inferiore di infiammabilità:**

la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela **al di sotto** della quale **non si ha accensione** in presenza di innescò 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 innescò per eccesso di combustibile.

SOSTANZE	Campo di infiammabilità (% in volume)	
	limite inferiore	limite superiore
L I Q U I D I		
acetone	2,5	13
ammoniaca	15	18
benzina	1	6,5
G A S		
g.p.l.	2	10
idrogeno	4	75,6
metano	5	15



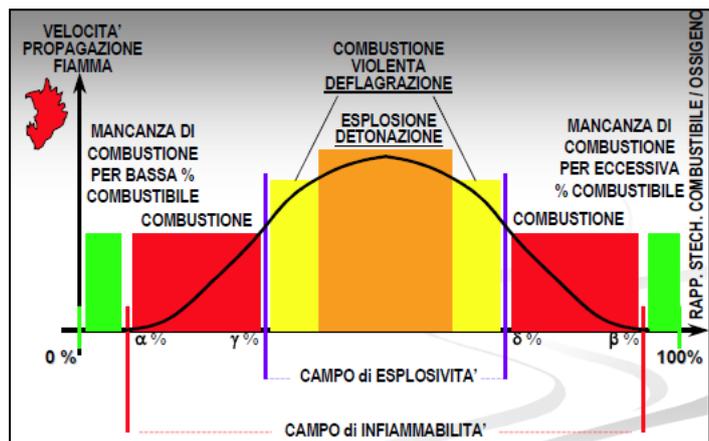
Limiti di esplodibilità (% in volume)

Limite inferiore di esplodibilità

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

Limite superiore di esplodibilità

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



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**

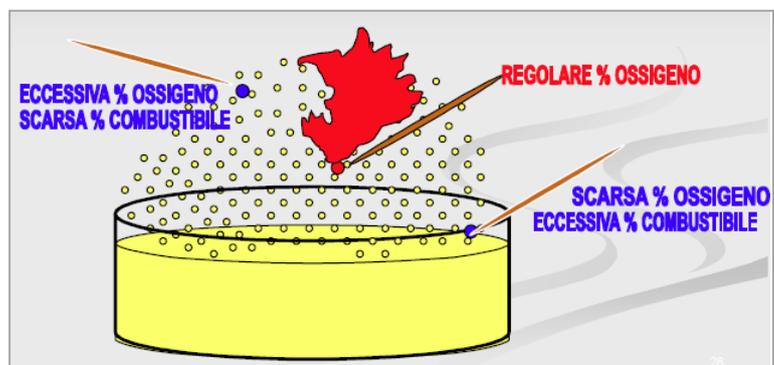
I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano a seconda delle condizioni di pressione e temperatura sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e l'aria.

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 **inferiore a 21°C**

Categoria B:

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

Categoria C:

punto d'infiammabilità **superiore a 65°C**

compreso tra 65°C e 125°C (oli combustibili)
superiore a 125°C (oli lubrificanti)

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** (stoccaggio)



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

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

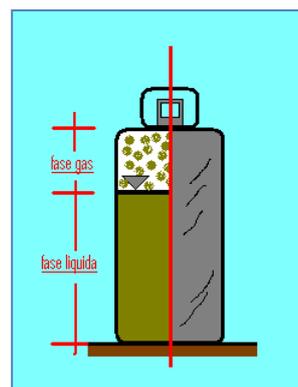
Gas Liquefatto

Gas che per le sue caratteristiche chimico-fisiche può essere liquefatto a temperatura ambiente mediante compressione (***GPL**, butano, propano, ammoniaca, 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 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 °C (T=90.18 K); Azoto liquido: temperatura di liquefazione -195.82 °C (T=77.35 K).

La temperatura più bassa che teoricamente si può ottenere rappresenta lo "zero assoluto", 0 K (gradi Kelvin) e corrisponde a -273,15 °C (-459,67 °F)



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).*



LE SOSTANZE ESTINGUENTI

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.

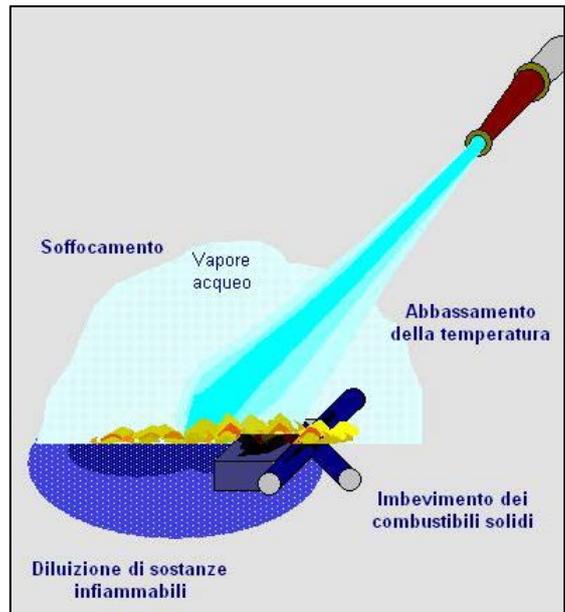
Utilizzo dell'acqua

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 **to** (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

Polvere

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 CO₂ 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, diversamente 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.

Idrocarburi Alogenati

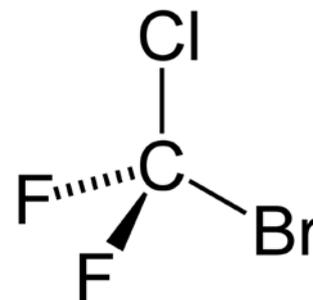
Gli idrocarburi alogenati, detti anche **HALON** (*HALogenated hydrocarbON*), sono formati da **idrocarburi saturi** in cui gli atomi di idrogeno sono stati parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di **cromo**, **bromo** o **fluoro**.

L'azione estinguente avviene attraverso 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**.

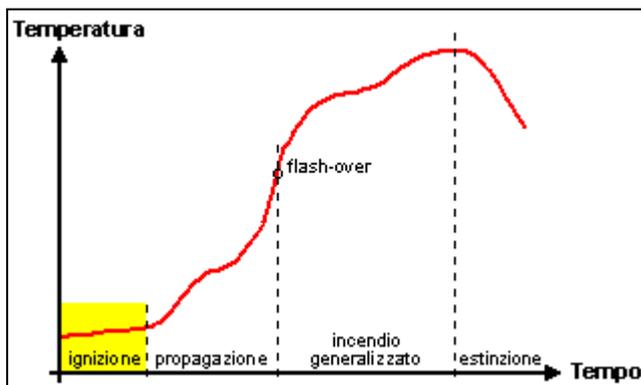
L' INCENDIO REALE

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

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

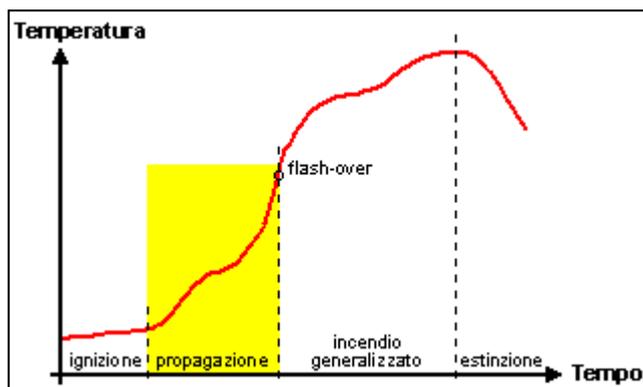
Fase di ignizione:

- 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.



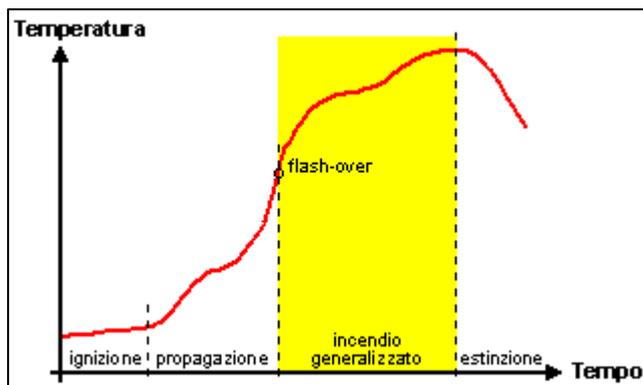
Fase di propagazione:

- 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):

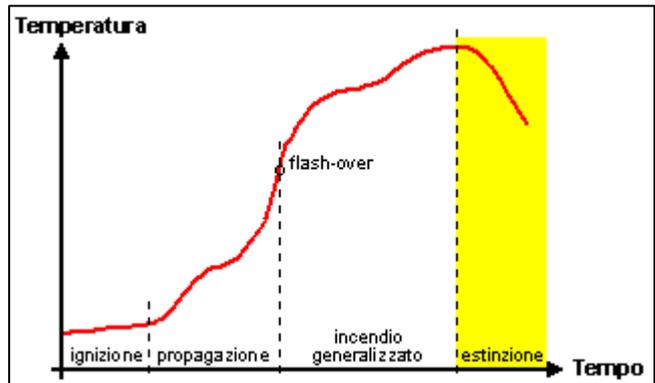
- Brusco incremento della temperatura;
- Crescita esponenziale della velocità di combustione;
- Forte aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti, che si espandono e vengono trasportate in senso orizzontale e soprattutto in senso ascensionale; si formano zone di turbolenze visibili;
- I combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si ri-



scaldano 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.



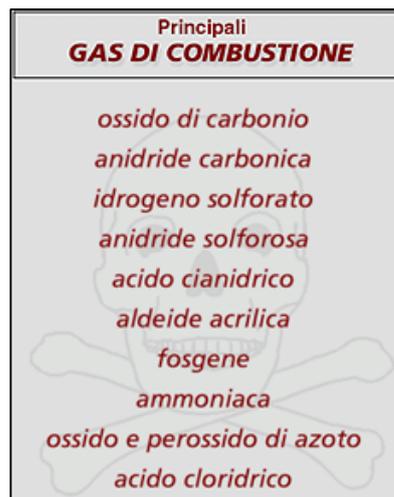
PRINCIPALI EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

Sono rappresentati dall'**Anossia** (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria), dall'**Azione tossica dei fumi**, dalla **Riduzione della visibilità**, dall'**Azione termica**.

Sono 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)



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'ossi-emoglobina.

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.

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.

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.

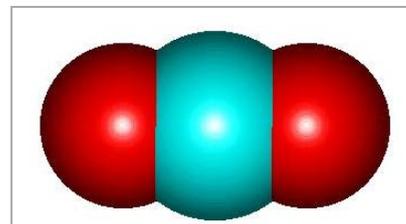
I cianuri dell'acido cianidrico a contatto con l'acidità gastrica presente nello stomaco vengono idrolizzati bloccando la respirazione cellulare con la conseguente morte della cellula per anossia.

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.

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.

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.



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**.

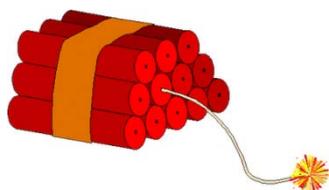
Gli effetti distruttivi delle detonazioni sono maggiori rispetto a quelli delle deflagrazioni.

*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 \approx 7000 m/s), slurries, pulverulenti, AN/FO, micce detonanti con esplosivo \leq 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.)

LA 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"):

- ✓ La **stabilità delle strutture portanti**;
- ✓ La **limitata produzione di fuoco e fumi**;
- ✓ La **limitata propagazione del fuoco alle opere vicine**.
- ✓ Gli **occupanti lascino l'opera indenni** o che siano soccorsi.
- ✓ La **sicurezza dei soccorritori**.

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

- **Frequenza** (probabilità che l'evento si verifichi in un intervallo di tempo)
- **Magnitudo** (entità dei possibili danni conseguenti al verificarsi dell'evento)

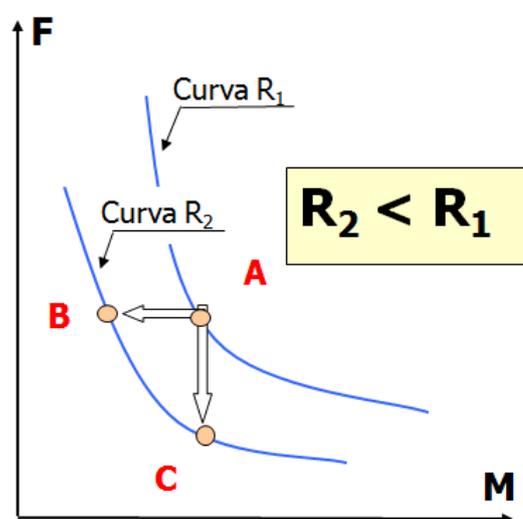
Rischio = Frequenza x Magnitudo

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

La formula ($R = F \times M$) viene graficamente riportata nel diagramma in cui appare 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**".

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.

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

LA SICUREZZA EQUIVALENTE

Come si è visto è possibile ridurre il "Rischio" adottando solamente misure di prevenzione o solamente misure di protezione.

L'azione più corretta è quella di agire contemporaneamente con l'adozione di misure sia di "Prevenzione" che di "Protezione".

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

In certi casi sarà possibile compensare la carenza di alcune misure (es. di protezione passiva), incrementando altre tipologie di misure (es. di protezione attiva), secondo il criterio della "sicurezza equivalente".

Ad esempio in un'attività commerciale, la necessità di avere grandi superfici di compartimento (carenza di protezione passiva), può essere compensata dalla previsione di un impianto sprinkler (misura di protezione attiva).

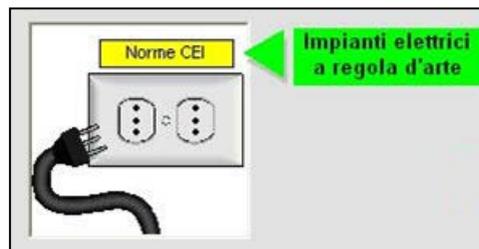


LE MISURE DI PREVENZIONE

Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte

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

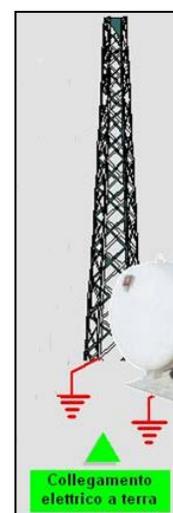
- ✓ Misura di prevenzione molto importante.
- ✓ Mira alla realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte (**D.M. sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, norme CEI**) (il DM n. 37/08 ha sostituito la legge 46/90).
- ✓ Conseguo lo **scopo** di **ridurre** le **probabilità d'incendio**, evitando che l'impianto elettrico costituisca causa d'incendio.
- ✓ 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 **innesco** 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 ceraonica 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 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 l'**Analisi** delle cause di incendio più comuni, l'**Informazione** e **Formazione** antincendi, i **Controlli** degli ambienti di lavoro e delle attrezzature, la **Manutenzione** ordinaria e straordinaria.

Analisi delle cause di incendio più comuni

Deposito 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*).

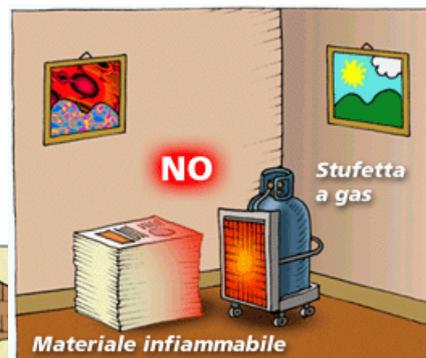
I **materiali di pulizia** combustibili devono essere tenuti **in appositi ripostigli** o locali.



Utilizzo di fonti di calore

Le cause più comuni di incendio sono:

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

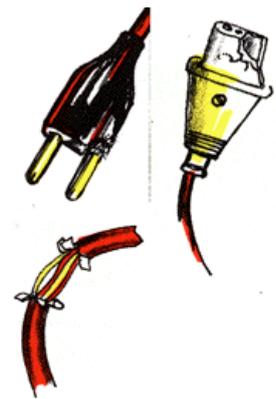
Il personale deve essere istruito sul corretto uso delle attrezzature e degli impianti elettrici e in modo da essere in grado da **riconoscere difetti**.

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 **ideali 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.

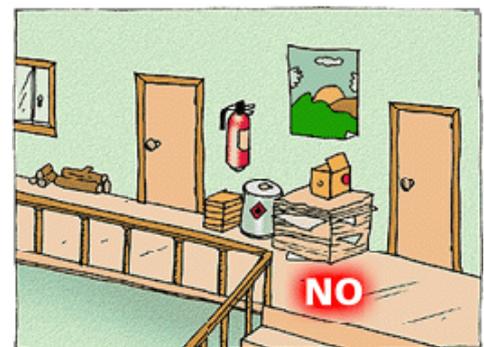
Non deve essere permesso di fumare nei depositi e nelle aree contenenti materiali facilmente combustibili od infiammabili.



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.**

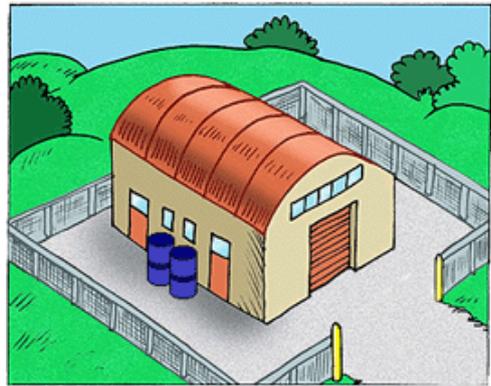
Devono essere adottate precauzioni per proteggere tali aree contro l'accesso di persone non autorizzate.



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.



LA PROTEZIONE ANTINCENDIO

Insieme delle misure finalizzate alla riduzione dei danni, **agendo sulla Magnitudo**. Si suddividono in misure di protezione **attiva** o **passiva** in relazione alla necessità o meno dell'intervento di un operatore o dell'azionamento di un impianto.

Protezione PASSIVA

(Non c'è il bisogno di un intervento)

Protezione ATTIVA

(C'è il bisogno di un intervento)

La protezione attiva presuppone l'intervento che può avvenire con o senza l'azione umana.

L'uso degli estintori o dell'impianto ad idranti presuppone l'intervento umano, mentre l'azionamento di un impianto automatico (es. impianto sprinkler) non presuppone tale l'intervento.



La protezione passiva

Non richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto, finalizzate alla **limitazione degli effetti dell'incendio nello spazio e nel tempo**

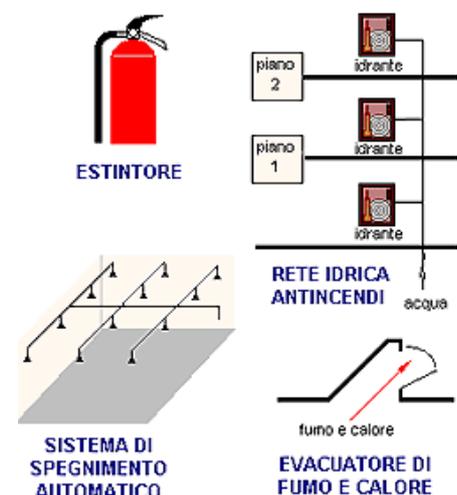
- ✓ Isolamento
- ✓ Distanze di sicurezza
- ✓ Compartimentazione
- ✓ Resistenza al fuoco
- ✓ Reazione al fuoco
- ✓ Ventilazione
- ✓ Sistema di vie d'uscita



La protezione attiva

Misure di protezione che richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto, finalizzate alla precoce **rilevazione dell'incendio**, alla **segnalazione** e all'azione di **spegnimento**.

- ✓ Estintori
- ✓ Rete idrica antincendio
- ✓ Impianti di rivelazione automatica d'incendio
- ✓ Impianti di spegnimento automatici
- ✓ Dispositivi di segnalazione e d'allarme
- ✓ Evacuatori di fumo e calore



LA PROTEZIONE PASSIVA

Distanze di sicurezza

Interposizione di spazi scoperti con lo scopo di impedire la propagazione dell'incendio principalmente per trasmissione di energia termica raggiante.

✓ **Distanze di sicurezza interne**

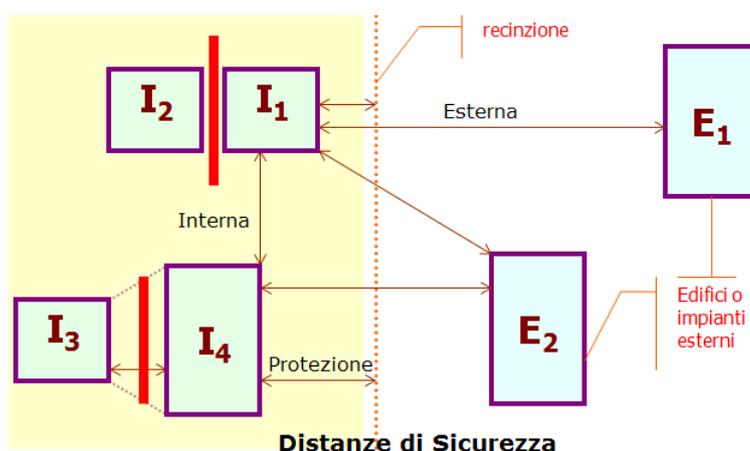
proteggono elementi appartenenti ad uno stesso complesso.

✓ **Distanze di sicurezza esterne**

proteggono elementi esterni al complesso.

✓ **Distanza di protezione**

distanza misurata orizzontalmente tra il perimetro in pianta dell'elemento pericoloso di un'attività e la recinzione (ove prescritta) o il confine dell'area.



La determinazione delle distanze di sicurezza si basa sulle determinazioni dell'energia termica irraggiata dalle fiamme di un incendio, secondo vari modelli di calcolo che forniscono dati molto orientativi.

Nelle normative antincendio vengono introdotti valori prestabiliti ricavati empiricamente da dati ottenuti dalle misurazioni dell'energia raggiante effettuata in occasione di incendi reali e in incendi sperimentali.

Separare una struttura ricorrendo alla sola adozione di distanze di sicurezza comporta l'utilizzo di **grandi spazi** che dovranno essere lasciati vuoti e costituire di per se una misura poco conveniente di realizzazione di una barriera antincendio da un punto di vista economico.

Pertanto la protezione passiva si realizza anche mediante la realizzazione di **elementi di separazione** strutturale del tipo "tagliafuoco".

Resistenza al fuoco e compartimentazione

La **resistenza al fuoco** rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno funzioni **portanti** o **separanti**.

Numericamente rappresenta **l'intervallo di tempo, espresso in minuti**, di esposizione dell'elemento strutturale ad un incendio, durante il quale l'elemento costruttivo considerato **conserva i requisiti** progettuali di stabilità meccanica, tenuta ai prodotti della combustione, e di isolamento termico.

La resistenza al fuoco può definirsi come l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare:

- ✓ **Stabilità R** : attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a **conservare la resistenza meccanica** sotto l'azione del fuoco.

- ✓ **Tenuta E** (*Étanchéité au feu*) : attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a **non lasciar passare** né produrre, se sottoposto all'azione del fuoco su un lato, fiamme, fumi o **gas caldi** sul lato non esposto al fuoco.
- ✓ **Isolamento termico I** : attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a **ridurre**, entro un dato limite, la **trasmissione del calore**.

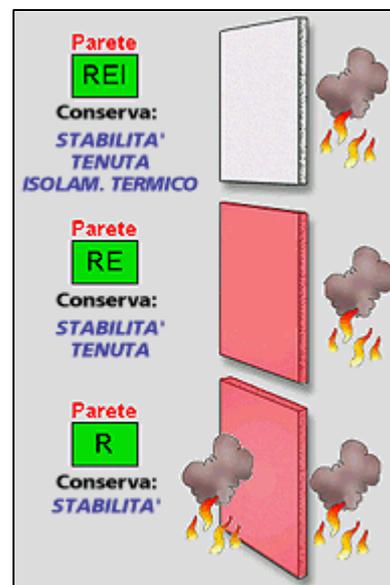
REI : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**, la **tenuta** e l'**isolamento termico**;

RE : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità** e la **tenuta**;

R : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**;

EI : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **tenuta** e l'**isolamento termico**;

Gli elementi costruttivi vengono classificati da un **numero che esprime i minuti** per i quali conservano le caratteristiche suindicate in funzione delle lettere **R, E o I**, come ad esempio: **R 60 - RE 60 - REI 60 - EI 60**



La classe del compartimento esprime, in minuti, la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura o all'elemento costruttivo in essi contenuto.

Le classi sono le seguenti: **Classe 15 20 30 45 60 90 120 180 240 360**

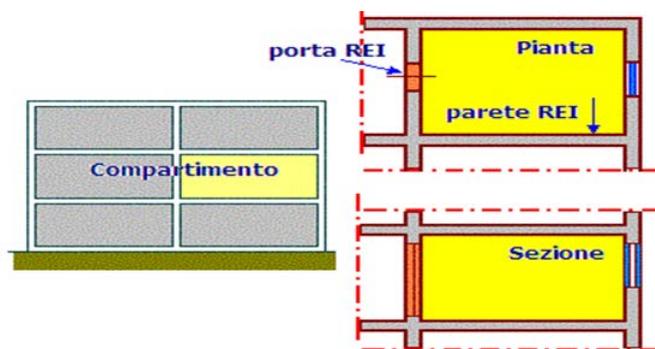
COMPARTIMENTAZIONE

Per **compartimento antincendio** si definisce come una parte di edificio delimitata da elementi costruttivi (*muri, solai, porte, ecc.*) di **resistenza al fuoco predeterminata** e organizzato per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi.

È costituito da elementi di separazione capaci di **impedire la propagazione di un incendio** tra area adiacenti.

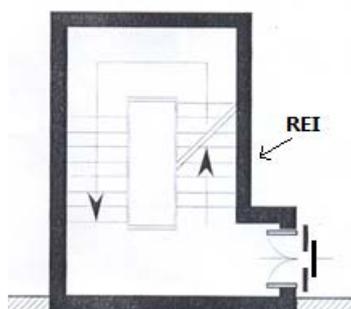
Di norma gli edifici vengono suddivisi in compartimenti, anche costituiti da più piani, di superficie non eccedente quella indicata nelle varie norme specifiche.

Nello stabilire la superficie massima di un compartimento si tiene conto di **vari parametri**: carico d'incendio, caratteristiche di infiammabilità dei materiali, destinazione dei locali, affollamento, lunghezza delle vie di esodo, modalità di stoccaggio dei materiali, lavorazioni, ubicazione e accessibilità, altezza dei locali e del fabbricato, presenza di piani interrati, impianti antincendio (es. sprinkler), EFC, ecc.

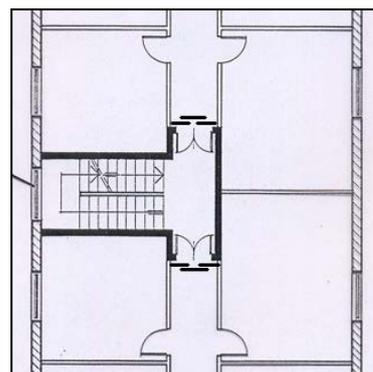


Scala protetta

Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte di resistenza al fuoco REI predeterminata dotate di congegno di autochiusura.

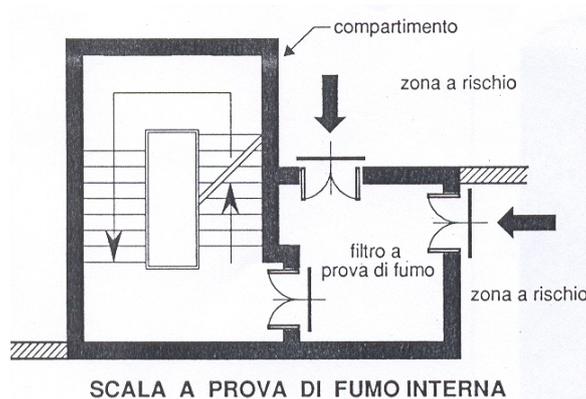


Le porte delle scale devono essere essere mantenute chiuse o libere di chiudersi se comandate da dispositivo automatico (elettromagnete).



Scala a prova di fumo interna

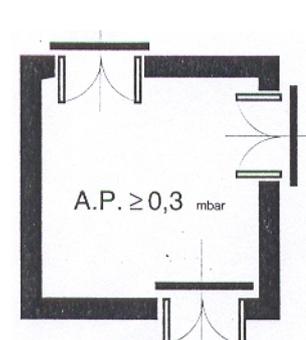
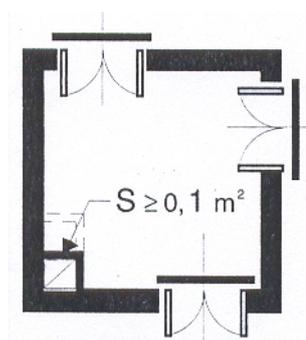
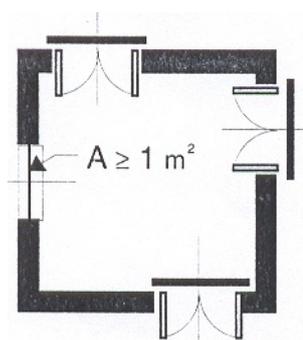
Scala in vano costituente compartimento antincendio avente **accesso**, per ogni piano, **da filtro a prova di fumo**.



Filtro A Prova Di Fumo

Vano delimitato da strutture con resistenza al fuoco REI predeterminata e comunque almeno 60 minuti, dotato di 2 o più porte munite di congegno di autochiusura almeno REI 60 (EI 60), ed aerato:

- ✓ Direttamente all'**esterno** con aperture libere di superficie di almeno 1 m^2 ;
- ✓ **Camino** di ventilazione sfociante sopra la copertura dell'edificio di sezione almeno 0.10 m^2 ;
- ✓ Sistema di **sovrapressione** ad almeno 0.3 mbar anche in condizioni di emergenza.



Luogo Sicuro

DM 10/3/98: Luogo dove **le persone possono ritenersi al sicuro** dagli effetti di un incendio.

D.Lgs n. 81/08: Luogo nel **quale le persone sono da considerarsi al sicuro** dagli effetti determinati dall'incendio o altre situazioni di emergenza

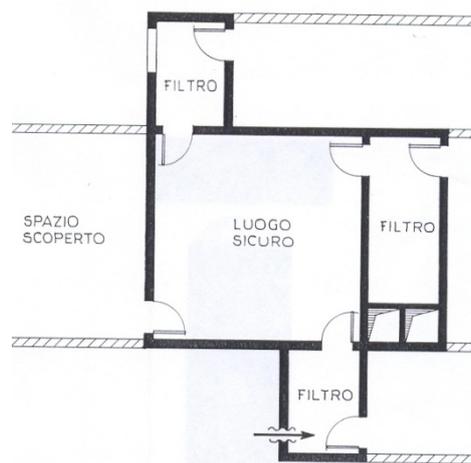
Si tratta di definizioni diverse, meno rigide rispetto a quella riportata nel DM 30/11/1983 "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi"

Luogo sicuro:

- ✓ **Spazio scoperto** o
- ✓ **Compartimento antincendio** separato da altri compartimenti mediante: **spazio scoperto** o **filtri a prova di fumo**.

avente caratteristiche idonee a ricevere e contenere un predeterminato numero di persone (luogo sicuro statico), o a consentirne il movimento ordinato (luogo sicuro dinamico).

Nelle norme specifiche ove si fa esplicito riferimento al "luogo sicuro", occorre attenersi alla definizione riportata nel DM 30/11/1983. Nelle attività non normate, qualora si ritenga di applicare il DM 10/3/98 per analogia anche alle attività soggette a controllo VV.F., un luogo sicuro può essere considerato un compartimento antincendio adiacente rispetto ad un altro, dotato di vie d'uscita.



Resistenza al fuoco delle porte e degli elementi di chiusura

Per una completa ed efficace compartimentazione i muri tagliafuoco non dovrebbero avere aperture, ma è ovvio che in un ambiente di lavoro è necessario assicurare un'agevole comunicazione tra tutti gli ambienti destinati, anche se a diversa destinazione d'uso.

Pertanto è inevitabile realizzare le comunicazioni e dotarle di elementi di chiusura aventi le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del muro.

Tali elementi di chiusura si possono distinguere in:

Porte incernierate: Porte munite di sistemi di chiusura automatica (quali fusibili, cavetti e contrappesi o sistemi idraulici o a molla), che in caso d'incendio fanno chiudere il serramento;



Porte scorrevoli: Porte sospese ad una guida inclinata di pochi gradi rispetto al piano orizzontale mediante ruote fissate al pannello. Normalmente stanno in posizione aperta trattenute da un contrappeso e da un cavo in cui è inserito un fusibile che in caso d'incendio si fonde liberando il contrappeso e permettendo alla porta di chiudersi;



Porte a ghigliottina: Porte installate secondo un principio analogo alle porte scorrevoli, con la differenza che il pannello viene mantenuto sospeso sopra l'apertura e le guide sono verticali.

Protezione delle strutture

Per la protezione delle strutture, in particolare le **strutture metalliche**, alcuni particolari rivestimenti tra i quali **vernici intumescenti**, conseguono una vera e propria azione protettiva delle strutture sulle quali sono applicate, realizzando un grado di resistenza al fuoco.

Questi elementi protettivi sono ininfiammabili, possiedono capacità isolanti al calore, nonché hanno la particolarità di rigonfiarsi, schiumando, generando così uno strato isolante, quando sono investite dalla fiamma o alta temperatura.



REAZIONE AL FUOCO DEI MATERIALI

Rappresenta il comportamento al fuoco del materiale che per effetto della sua decomposizione alimenta un fuoco al quale è esposto, partecipando così all'incendio.

Assume rilevanza per i materiali di **rivestimento e arredo**, delle pannellature, dei controsoffitti, delle decorazioni e simili, e si estende anche agli articoli di **arredamento**, ai **tendaggi** e ai tessuti in genere.

La determinazione viene effettuata su basi sperimentali, mediante prove su campioni in laboratorio (*non esistono metodi di calcolo e modelli matematici*).

In relazione a tali prove i materiali sono assegnati alle **classi: 0 1 2 3 4 5**.

con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione, a partire da quelli di **classe 0** che risultano **non combustibili**.

Specifiche norme di prevenzione incendi (*es. locali di pubblico spettacolo, alberghi, scuole, ospedali, ecc.*) prescrivono per alcuni ambienti in funzione della destinazione d'uso l'uso di materiali con una determinata classe di reazione al fuoco.

I laboratori del Dipartimento dei Vigili del Fuoco ed altri laboratori privati riconosciuti, rilasciano a seguito di prove sperimentali un certificato di prova, nel quale si certifica la classe di reazione al fuoco del campione di materiale sottoposto ad esame.

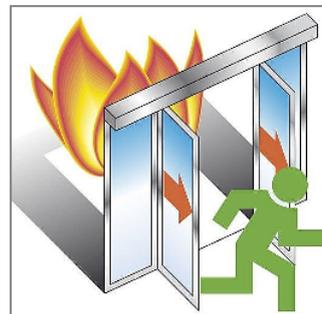


La reazione al fuoco di un materiale può essere migliorata mediante trattamento con apposite vernici o altri rivestimenti, che ne ritarda l'innesco dell'incendio, riducendo inoltre la velocità di propagazione della fiamma e i fenomeni di post-combustione.

VIE DI ESODO

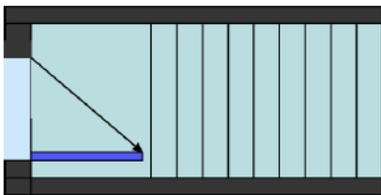
Percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro.

La lunghezza massima del sistema di vie di uscita è stabilita dalle norme (definizione riportata sul DM 30/11/83).



Porte delle uscite di sicurezza

Le **porte** delle uscite di sicurezza devono **aprirsi nel senso dell'esodo a semplice spinta**, e quando aperte non devono ostruire passaggi, corridoi e pianerottoli.



Le porte che danno sulle scale **devono aprirsi sul pianerottolo** senza ridurne la larghezza e **non direttamente sulle rampe**.

Le **porte di tipo scorrevole** con azionamento automatico sono utilizzabili come uscite di sicurezza,

se le stesse possono essere aperte a spinta verso l'esterno (con dispositivo appositamente segnalato) e restare in posizione di apertura in assenza di alimentazione elettrica.

*Il problema dell'esodo delle persone in caso di incendio è di enorme importanza, particolarmente in luoghi come **Alberghi, Ospedali, Centri Commerciali, Locali di pubblico spettacolo, Scuole, ecc.**, dove generalmente è presente un grande affollamento di persone dall'età variabile, con presenza, talvolta anche notevole, di **persone disabili**.*

*Inoltre, nella gestione delle emergenze, per "**sicurezza delle persone disabili**" ci si riferisce ad un campo molto ampio della sicurezza che riguarda non solo coloro che mostrano in modo più o meno evidente **difficoltà motorie sensoriali o cognitive**, ma anche le **persone anziane, i bambini, le donne in stato di gravidanza, le persone con arti fratturati, le persone che soffrono di patologie** molto diverse tra loro, come l'asma, i problemi cardiaci ecc.*

Elementi fondamentali nella progettazione del sistema di vie d'uscita:

Dimensionamento e geometria, Sistemi di **protezione attiva e passiva**, Sistemi di **identificazione** (*segnaletica, illuminazione di sicurezza*).

Il dimensionamento delle vie d'uscita dovrà tenere conto:

- ✓ del **massimo affollamento ipotizzabile** nell'edificio



(prodotto tra densità di affollamento [persone al mq] e superficie degli ambienti soggetti ad affollamento di persone [mq])

- ✓ della **capacità d'esodo** dell'edificio
(numero di uscite, larghezza delle uscite, livello delle uscite rispetto al piano di riferimento)

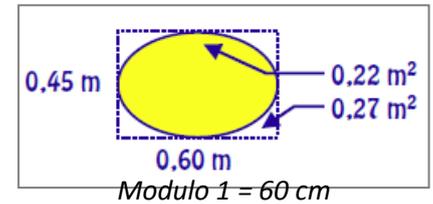
Vie d'uscita: esempio

Affollamento: 0,4 pers/m²;

Capacità di deflusso: 50 per locali a quota compresa tra ± 1 m rispetto al piano di riferimento (n. persone che possono uscire attraverso un modulo di 60 cm);

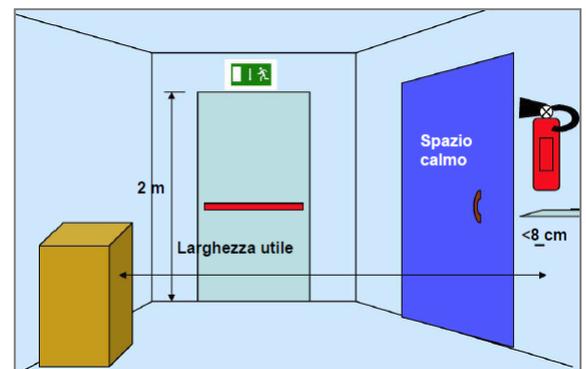
Larghezza almeno 2 moduli (1,20 m);

Es. per un locale di Superficie = 800 m² → 320 persone → occorrono 7 moduli (es. 2 uscite da 1,20 m e una da 1,80 m)



Altri criteri da rispettare:

Altezza dei percorsi ≥ 2 m; larghezza misurata nel punto più stretto, deducendo l'ingombro di elementi sporgenti con esclusione degli estintori e non considerando quelli posti ad un'altezza > 2 m ed i corrimano con sporgenza ≤ 8 cm; almeno 2 uscite per piano, ubicate in posizione ragionevolmente contrapposta; larghezza totale delle vie di uscita all'aperto calcolata sommando il massimo affollamento di 2 piani consecutivi con maggiore affollamento; prevedere almeno uno spazio calmo ad ogni piano ove hanno accesso disabili;



tenere sgombrare le vie di uscita; uso di pavimenti e gradini non sdruciolevoli; divieto di installare specchi lungo i percorsi d'esodo e di segnalare eventuali superfici trasparenti.

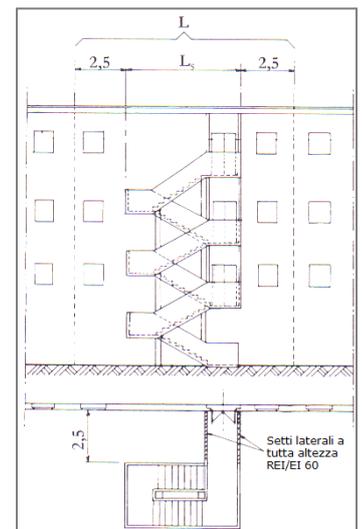
Scala di sicurezza esterna

Scala totalmente esterna rispetto al fabbricato;

La scala deve essere munita di parapetto regolamentare e realizzata secondo i seguenti criteri:

i materiali devono essere incombustibili; la parete esterna dell'edificio, compresi gli eventuali infissi, per una larghezza pari alla proiezione della scala, incrementata di 2,5 m per ogni lato, deve essere almeno REI/EI 60.

In alternativa la scala deve distaccarsi di 2,5 m dalle pareti dell'edificio e collegarsi alle porte di piano tramite passerelle protette con setti laterali REI/EI 60, a tutta altezza.



I SISTEMI DI VENTILAZIONE

Aperture (**porte, finestre**, etc.) e prese d'aria proveniente dall'esterno, inserite in una struttura edilizia atte ad assicurare una **ventilazione naturale** dei vari ambienti della struttura stessa.

LA PROTEZIONE ATTIVA

ESTINTORI

Gli estintori rappresentano i **mezzi di primo intervento** più impiegati per spegnere i **principi di incendio**.

Non sono efficaci se l'incendio si trova in una **fase più avanzata**.

Vengono suddivisi, in relazione al loro peso complessivo, in:



Estintori portatili

estintori portatili
massa complessiva
inferiore o uguale a 20 kg



Estintori carrellati

estintori carrellati
massa superiore a 20 kg con sostanza
estinguente fino a 150 kg

Gli estintori portatili

Vengono classificati in base alla loro **capacità estinguente**.

Classe A fuochi di solidi con formazione di brace

Classe B fuochi di liquidi

Classe C fuochi di gas

Classe D fuochi di metalli

Classe F fuochi che interessano mezzi di cottura



L'estintore è scelto in base al tipo di incendio ipotizzabile.

Sull'estintore è riportata un'**etichetta (marcatore)** di colore contrastante con lo sfondo, suddivisa in 5 parti, con le istruzioni e le condizioni di utilizzo.

Sono indicate le classi dei fuochi ed i focolai convenzionali che è in grado di estinguere (esempio: 34A 233BC).

Per norma il **colore** del corpo deve essere **rosso RAL 3000**

Gli estintori carrellati

Hanno le stesse caratteristiche degli estintori portatili ma, a causa delle maggiori dimensioni e peso, una **minore praticità d'uso e maneggevolezza** connessa allo spostamento del carrello di supporto.

Hanno una **maggiore capacità estinguente** e sono da



considerarsi integrativi di quelli portatili.

Tipologie di estintori in relazione alla sostanza estinguente

- ✓ ad **acqua**, ormai in disuso
- ✓ a **schiuma**, adatto per liquidi infiammabili
- ✓ a **polvere**, adatto per liquidi infiammabili ed apparecchi elettrici
- ✓ ad **anidride carbonica** (CO₂), idoneo per apparecchi elettrici
- ✓ ad **idrocarburi alogenati** (halon e sostanze alternative), adatto per motori di macchinari
- ✓ ad **agente pulito**

Tipologie di estintori in relazione alla cariche nominali

Estintori portatili		Estintori carrellati	
Tipo	Carica	Tipo	Carica
Polvere	kg: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12	Polvere	kg: 30, 50, 100, 150
CO ₂	kg: 2, 5	CO ₂	kg: 18, 27, 54
Halon	kg: 1, 2, 4, 6	Halon	kg: 30, 50
Acqua	lt: 2, 3, 6, 9	Acqua	lt: 50, 10, 150
Schiuma	lt: 2, 3, 6, 9	Schiuma	lt: 50, 100, 150

ESTINTORI A POLVERE

La polvere antincendio è composta da varie sostanze chimiche miscelate tra loro con aggiunta di additivi per migliorarne le qualità di fluidità e idrorepellenza.

Le polveri possono essere di tipo:

- ✓ **ABC polveri polivalenti valide per lo spegnimento di più tipi di fuoco** (*legno carta liquidi e gas infiammabili*), realizzate generalmente da solfato e fosfato di ammonio, solfato di bario, ecc.
- ✓ **BC polveri specifiche** per incendi di liquidi e gas costituite principalmente da bicarbonato di sodio

L'azione estinguente è di tipo **chimico** (*inibizione del materiale combusto tramite catalisi negativa*), di **soffocamento** e di **raffreddamento**.

La fuoriuscita della polvere avviene mediante una pressione interna che può essere fornita da una compressione preliminare (azoto) o dalla liberazione di un gas ausiliario (CO₂) contenuto in una bombolina (interna od esterna).

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"



Le polveri essendo costituite da particelle solide finissime, **possono danneggiare le apparecchiature e macchinari.**

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.

ESTINTORE A CO₂ (Anidride Carbonica)

L'estintore contiene **CO₂ compresso e liquefatto**.

È strutturalmente diverso dagli altri in quanto costituito da una bombola in acciaio realizzata in un **unico pezzo di spessore adeguato alle pressioni interne**, gruppo valvolare con attacco conico e **senza foro per attacco manometro** né valvolino per controllo pressioni.

Si distingue dagli altri estintori anche per le colorazioni dell'**ogiva (grigio chiaro, anche se non obbligatorio)** e dal **diffusore di forma tronco-conica**.

È presente una valvola di sicurezza che interviene quando la pressione interna dell'estintore supera i 170 bar, facendo cedere un apposito dischetto metallico.

Al momento dell'azionamento la CO₂, spinta dalla pressione interna (**55/60 bar a 20° C**), raggiunge il cono diffusore dove, uscendo all'aperto, una parte evapora istantaneamente provocando un brusco abbassamento di temperatura (**-79° C**) tale da solidificare l'altra parte in una massa gelida e leggera sotto forma di piccole particelle denominate "**neve carbonica**" o "**ghiaccio secco**".

Per la forte evaporazione del gas ha una gittata limitata;

È necessario avvicinarsi il più possibile al focolaio, utilizzando dispositivi di protezione individuale. La distanza del getto è **non oltre 2 metri**.

La CO₂ che fuoriesce da un estintore può provocare **ustioni da freddo**.

Il dispositivo di scarica è composto da un tubo ad alta pressione collegato ad un **cono diffusore** realizzato in materiale sintetico **PVC** (resistente agli shock termici) con la presenza di un impugnatura, per **evitare** all'operatore eventuali **ustioni da freddo**.

Il gas circonda i corpi infiammanti, abbassa la concentrazione di ossigeno e spegne per **soffocamento** e **raffreddamento**.

Il serbatoio dell'estintore ad anidride carbonica deve essere sottoposto a collaudo ogni 5 anni.

Utilizzo dell'estintore a CO₂

L'estintore a CO₂ **può essere utilizzato** su:

- ✓ fuochi di classe B, C
- ✓ quadri e apparecchiature elettriche fino a 1000 V;



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 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"**.

L'estintore a CO₂ **non è adatto sui focolai di classe A**, in quanto il gas produce solo un abbassamento momentaneo della temperatura senza l'inibizione delle braci prodotte dall'incendio e quindi dopo la scarica si reinnescherebbe nuovamente l'incendio.

ESTINTORE A SCHIUMA

È costituito da un serbatoio in lamiera d'acciaio la cui carica è composta da **liquido schiumogeno diluito in acqua in percentuale dal 3 al 10%**.

La **pressurizzazione** dell'estintore può essere **permanente** o può avvenire **al momento dell'uso**, grazie ad una bambolina di CO₂ posta sotto l'orifizio di riempimento dell'estintore che nel caso di necessità sarà liberata attraverso la sua perforazione da un percussore posto sul gruppo valvolare.

L'estintore a schiuma è utilizzabile sui focolai di classe A-B.

Il dispositivo di erogazione dell'estinguente è composto da un tubo al cui termine è collegata un lancetta in materiale anticorrosione, alla cui base vi sono dei fori di ingresso aria. All'azionamento dell'estintore ed alla contemporanea uscita della soluzione di liquido schiumogeno, dai forellini posti alla base della lancia **entrerà aria** per effetto venturi che **miscelandosi al liquido** in passaggio **produrrà la schiuma** che sarà diretta sul principio d'incendio.



La schiuma come agente estinguente

La schiuma è un agente estinguente costituito 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 per incendi di liquidi infiammabili (**classe B**)



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

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

Numero degli estintori da installare

Il numero risulta determinato solo in alcuni norme specifiche (scuole, ospedali, alberghi, locali di pubblico spettacolo, autorimesse ecc.).

Negli altri casi si deve eseguire il criterio di disporre questi mezzi di primo intervento in modo che siano **prontamente disponibili ed utilizzabili**.

In linea di massima la posizione deve essere scelta privilegiando la facilità di accesso, la visibilità e la possibilità che almeno uno di questi possa essere raggiunto con un **percorso non superiore a 15 m** circa.

La **distanza** tra gruppi di estintori deve essere **circa 30 m**.



Posizionamento degli estintori

Devono essere indicati con l'apposita **segnaletica di sicurezza**, in modo da essere individuati immediatamente, preferibilmente vicino alle scale od agli accessi.

Estintori, di **tipo idoneo**, devono essere posti in vicinanza di rischi speciali (*quadri elettrici, cucine, impianti per la produzione di calore a combustibile solido, liquido o gassoso ecc.*).



Gli estintori dovranno essere **posizionati alle pareti**, mediante **idonei attacchi** che ne consentano il facile sganciamento o **poggiati a terra** con idonei dispositivi (*piantane porta estintore con asta e cartello*).



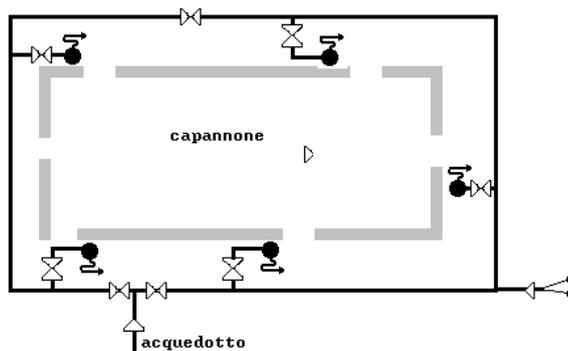
RETE IDRICA ANTINCENDIO

Può essere collegata direttamente, o a mezzo di vasca di disgiunzione, all'acquedotto cittadino.

La presenza della riserva idrica è necessaria se l'acquedotto non garantisce continuità di erogazione e sufficiente pressione.



In tal caso le caratteristiche idrauliche richieste agli erogatori (**idranti UNI 45** oppure **UNI 70**) vengono assicurate in termini di portata e pressione dalla capacità della **riserva idrica** e dal **gruppo di pompaggio**.



Idrante a muro

Apparecchiatura antincendio composta essenzialmente da:

- ✓ **cassetta** di protezione,
- ✓ **supporto** della tubazione,
- ✓ **valvola** manuale di intercettazione,
- ✓ **tubazione flessibile** completa di raccordi,
- ✓ **lancia** erogatrice



Idrante a colonna soprasuolo

Apparecchiatura antincendio, permanentemente collegata a una rete di alimentazione idrica, costituita da una valvola alloggiata nella porzione interrata dell'apparecchio, manovrata attraverso un albero verticale che ruota nel corpo cilindrico, nel quale sono anche ricavati uno o più attacchi con filettatura unificata.

Per ciascun idrante deve essere prevista almeno una **dotazione** di una lunghezza unificata di tubazione flessibile, completa di raccordi e lancia di erogazione.



Queste dotazioni devono essere ubicate in prossimità degli idranti, in apposite **cassette** di contenimento, o conservate in una o più postazioni accessibili in sicurezza anche in caso d'incendio ed adeguatamente **individuate da idonea segnaletica**.



Idrante sottosuolo

Apparecchiatura antincendio, permanentemente collegata a una rete di alimentazione idrica, costituita da una **valvola** provvista di un attacco unificato ed alloggiata in una custodia con **chiusino** installato a piano di calpestio.



La posizione degli idranti sottosuolo deve essere adeguatamente indicata; devono inoltre porsi in atto misure per evitare che ne sia ostacolato l'utilizzo.

Dotazioni in cassetta di contenimento individuate da idonea segnaletica.



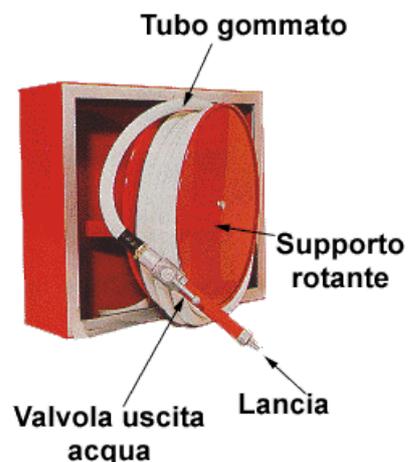
NASPI

Apparecchiatura antincendio costituita da una **bobina mobile** su cui è avvolta una **tubazione semi-rigida** collegata ad una estremità con una **lancia erogatrice**.

Per l'impiego anche da parte di **personale non addestrato**, è un'alternativa agli idranti soprattutto per le attività a minor rischio.

I naspi hanno prestazioni inferiori rispetto agli idranti e in alcune attività a basso rischio possono essere collegati direttamente alla rete idrica sanitaria.

Dispongono di tubazioni in gomma avvolte su tamburi girevoli e sono provviste di lance da 25 mm con getto regolabile (pieno o frazionato) con portata di 50 lt/min e pressione 1,5 bar.



Attacchi di mandata per autopompa



È un dispositivo, collegato alla rete di idranti, per mezzo del quale può essere **immessa acqua nella rete di idranti** in condizioni di emergenza. Ha un diametro DN 70.



Caratteristiche della rete idrica antincendi

La rete idrica antincendi deve, a garanzia di **affidabilità e funzionalità**, rispettare i seguenti **criteri progettuali**:

- ✓ **Indipendenza** della rete da altre utilizzazioni.
- ✓ Dotazione di **valvole di sezionamento**.
- ✓ Disponibilità di **riserva idrica** e di costanza di pressione.
- ✓ Ridondanza del **gruppo pompe**.
- ✓ Disposizione della **rete ad anello**.
- ✓ **Protezione** della rete dall'azione del gelo e della corrosione.
- ✓ Caratteristiche idrauliche **pressione portata** (es. 50 % degli idranti UNI 45 in fase di erogazione con portata di 120 lt/min e pressione residua di 2 bar al bocchello).
- ✓ Idranti (a muro, a colonna, sottosuolo o naspi) collegati con tubazioni flessibili a lance erogatrici che consentono, per numero ed ubicazione, la **copertura protettiva** dell'intera attività.

Posizionamento di idranti a muro e naspi

- ✓ Devono essere posizionati in modo che **ogni parte dell'attività sia raggiungibile con il getto d'acqua** di almeno un idrante/naspo.
- ✓ In generale è ammissibile considerare che **il getto d'acqua abbia una lunghezza di riferimento di 5 m**.
- ✓ Il posizionamento degli idranti a muro e dei naspi deve essere eseguito considerando **ogni compartimento in modo indipendente**.
- ✓ Gli idranti e/o i naspi devono essere installati in **posizione ben visibile e facilmente raggiungibile**.
- ✓ Preferibilmente **posizionati in prossimità di uscite di emergenza o vie di esodo**, in posizione tale da non ostacolare l'esodo.
- ✓ Le caratteristiche della rete idranti sono fissate dalla **norma UNI 10779**.

IMPIANTI DI SPEGNIMENTO AUTOMATICI

Possono classificarsi in base all'estinguente utilizzato:

- ✓ Impianti ad **acqua** Sprinkler (ad umido, a secco, alternativi, a preallarme, a diluvio etc.);
- ✓ Impianti a **schiuma**;
- ✓ Impianti ad **anidride carbonica**;
- ✓ Impianti ad **halon**;
- ✓ Impianti a **polvere**.

Impianto automatico di estinzione ad acqua: Sprinkler

- ✓ Fonte di alimentazione (*acquedotto, serbatoi, vasca, serbatoio in pressione*);
- ✓ Pompe di mandata;
- ✓ Centralina valvolata di controllo e allarme;
- ✓ Condotte montanti principali;
- ✓ Rete di condotte secondarie;
- ✓ Serie di testine erogatrici (sprinkler).

L'erogazione di acqua può essere comandata da un impianto di rilevazione incendi, oppure essere provocata direttamente dalla apertura delle teste erogatrici:

per fusione di un elemento metallico o per rottura, a determinate temperature, di un elemento termosensibile a bulbo che consente in tal modo la fuoriuscita d'acqua.



Tipi d'impianto Sprinkler

Ad **umido**: tutto l'impianto è permanentemente riempito di acqua in pressione: è il sistema più rapido e si può adottare nei locali in cui non esiste rischio di gelo.

A **secco**: la parte d'impianto non protetta, o sviluppantesi in ambienti soggetti a gelo, è riempita di aria in pressione: al momento dell'intervento una valvola provvede al riempimento delle colonne con acqua.

Alternativi: funzionano come impianti a secco nei mesi freddi e ad umido nei mesi caldi.

A **pre-allarme**: sono dotati di dispositivo che differisce la scarica per escludere i falsi allarmi.

A **diluvio**: impianti con sprinklers aperti alimentati da valvole ad apertura rapida in grado di fornire rapidamente grosse portate.

*La progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi automatici a sprinkler sono fissati dalla **norma UNI EN 12845**.*

Impianti a schiuma

Gli **impianti a schiuma** sono concettualmente simili agli sprinkler ad umido e differiscono per la presenza di un serbatoio di schiumogeno e di idonei sistemi di produzione e scarico della schiuma (versatori).



Impianti a anidride carbonica, ad halon, a polvere

Gli impianti ad **anidride carbonica**, ad **halon**, a **polvere** hanno portata limitata dalla capacità geometrica della riserva (*batteria di bombole, serbatoi*).

Gli impianti a polvere, non essendo l'estinguente un fluido, non sono in genere costituiti da condotte, ma da teste singole autoalimentate da un serbatoio incorporato di modeste capacità.

La pressurizzazione è sempre ottenuta mediante un gas inerte (azoto, anidride carbonica).



Le concentrazioni di CO₂ necessarie per lo spegnimento non permettono la sopravvivenza delle persone, per cui l'installazione di questi impianti in locali con presenza di persone impone l'adozione di adeguate procedure di sfollamento.

SISTEMI DI RIVELAZIONE, SEGNALAZIONE E ALLARME INCENDIO

La funzione di un **sistema di rivelazione incendio** è di rivelare un incendio nel minor tempo possibile e di fornire segnalazioni ed indicazioni.

La funzione di un **sistema di allarme incendio** è quella di fornire segnalazioni ottiche e/o acustiche agli occupanti di un edificio.

Le funzioni di rivelazione incendio e allarme incendio possono essere combinate in un unico sistema.

L'incendio può essere "scoperto" da un rivelatore (automaticamente) o dall'uomo (manualmente):



Sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio, che hanno la funzione di rivelare e segnalare un incendio nel minore tempo possibile.

Sistemi fissi di segnalazione manuale, che permettono una segnalazione, nel caso l'incendio sia **rilevato dall'uomo**



Tali impianti rientrano quindi tra i provvedimenti di protezione attiva e sono **finalizzati alla rivelazione tempestiva prima** che l'incendio degeneri nella fase di **incendio generalizzato**.

È fondamentale riuscire ad avere un **tempo d'intervento** possibilmente inferiore al tempo di prima propagazione, ossia intervenire prima che si sia verificato il "**flash over**". Siamo infatti ancora nel campo delle temperature relativamente basse, l'incendio non si è ancora esteso e quindi è più facile lo spegnimento ed i danni sono ancora contenuti.

La norma di riferimento è la **UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio"**, che rimanda a disposizioni contenute in altre pubblicazioni, in particolare alla serie delle **norme UNI EN 54 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio"**.

Un impianto di **rivelazione automatica** consente:

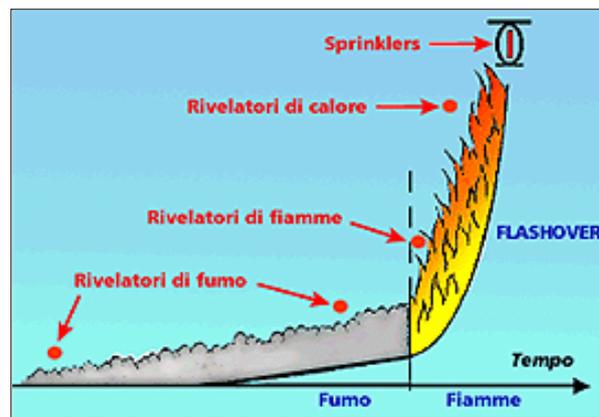
- ✓ di favorire un **tempestivo esodo delle persone**, degli animali, sgombero dei beni;

- ✓ di attivare i **piani di intervento**;
- ✓ di attivare i **sistemi di protezione contro l'incendio** (manuali e/o automatici di spegnimento).

Rivelatori d'incendio

Classificazione in base al **fenomeno chimico-fisico** rilevato:

- ✓ rivelatore di **calore**: *sensibile all'aumento della temperatura.*
- ✓ rivelatore di **fumo**: (a ionizzazione o ottici) *sensibile alle particelle dei prodotti della combustione e/o pirolisi sospesi nell'atmosfera (aerosol).*
- ✓ rivelatore di **gas**: *Rivelatore sensibile ai prodotti gassosi della combustione e/o della decomposizione termica.*
- ✓ rivelatore di **fiamme**: *sensibile alla radiazione emessa dalle fiamme di un incendio.*
- ✓ rivelatore **multi-criterio**: *sensibile a più di un fenomeno causato dall'incendio.*



Classificazione in base al **metodo di rivelazione**:

- ✓ **statico** *da l'allarme quando l'entità del fenomeno misurato supera un certo valore per un periodo di tempo determinato;*
- ✓ **differenziale** *da l'allarme quando la differenza (normalmente piccola) tra i livelli del fenomeno misurato in 2 o più punti supera un certo valore per un periodo di tempo determinato;*
- ✓ **velocimetrico** *da l'allarme quando la velocità di variazione nel tempo del fenomeno supera un certo valore per un periodo di tempo determinato.*

Classificazione in base al **tipo di configurazione**:

- ✓ **puntiforme** *Rivelatore che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di un punto fisso*
- ✓ **lineare** *Rivelatore che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di una linea continua*
- ✓ **multi-punto**: *Rivelatore che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di un certo numero di punti fissi*



Rilevatori e rivelatori d'incendio

Un "**rivelatore automatico d'incendio**" è un dispositivo installato nella zona da sorvegliare che è in grado di misurare:

- come variano nel tempo grandezze tipiche della combustione;
- la velocità della loro variazione;
- la somma di tali variazioni nel tempo.

Inoltre trasmette un segnale d'allarme in un luogo opportuno quando il valore della grandezza tipica misurata supera un valore prefissato (soglia).

"**L'impianto di rivelazione**" è un insieme di apparecchiature fisse per rilevare

e segnalare un principio d'incendio.

Lo scopo è quello di segnalare tempestivamente ogni principio d'incendio, evitando i falsi allarmi, in modo che possano essere messe in atto le misure necessarie per circoscrivere e spegnere l'incendio.

Componenti dei sistemi automatici di rivelazione

Un impianto rilevazione automatica d'incendio deve comprendere i seguenti **componenti essenziali** (UNI 9795):

- ✓ **Rilevatori** d'incendio;
- ✓ **Centrale di controllo** e segnalazione;
- ✓ **Dispositivi d'allarme** incendio;
- ✓ **Punti di segnalazione manuale**;
- ✓ **Apparecchiatura di alimentazione**.



Vi possono essere impianti che hanno altri componenti (considerati non essenziali), in più rispetto a quelli elencati:

- Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio
- Stazione di ricevimento dell'allarme incendio
- Comando del sistema automatico antincendio
- Sistema automatico antincendio
- Dispositivo di trasmissione dei segnali di guasto
- Stazione di ricevimento dei segnali di guasto

La centrale di controllo e segnalazione garantisce l'alimentazione elettrica (continua e stabilizzata) di tutti gli elementi dell'impianto ed è di solito collegata anche ad una "sorgente di energia alternativa" (batterie, gruppo elettrogeno, gruppo statico ecc.) che garantisce il funzionamento anche in caso di mancanza di energia elettrica della rete.

Avvenuto l'incendio, l'allarme può essere

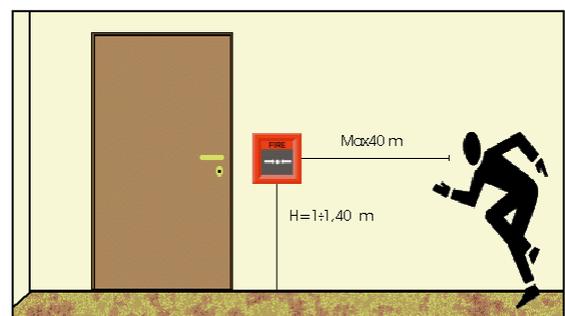
- ✓ **locale** oppure
- ✓ **trasmesso a distanza**.

L'intervento può essere di **2 tipi**:

- ✓ **manuale** (azionamento di un estintore o di un idrante, intervento squadre VV.F.)
- ✓ **automatico** (movimentazione di elementi di compartimentazione e/o aerazione, azionamento di impianti di spegnimento automatico, d'inertizzazione, predisposizione di un piano esodo).

Disposizione e suddivisione in zone degli impianti manuali

Un impianto di segnalazione manuale prevede una suddivisione in zone di superficie $\leq 1600 \text{ m}^2$. In ciascuna zona deve essere installato un numero di **punti di segnalazione manuale** (almeno **2 per zona**) tale che almeno uno possa essere raggiunto con un **percorso $\leq 40 \text{ m}$** , installati in posizione chiaramente visibile e accessibile, ad un'**altezza tra 1 m e 1,4 m**. Nel caso di punto sottovetro, deve essere disponibile un **martelletto per la rottura**.



SEGNALETICA DI SICUREZZA

(D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 Titolo V – Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro)
Segnaletica che fornisce un'indicazione o una prescrizione concernente la sicurezza o la salute sul luogo di lavoro, o che utilizza, a seconda dei casi, un cartello, un colore, un segnale luminoso o acustico, una comunicazione verbale o un segnale gestuale.

CARTELLI DI DIVIETO

Vieta un comportamento

Forma rotonda

Pittogramma nero su fondo bianco; bordo e banda (verso il basso da sinistra a destra lungo il simbolo, con un'inclinazione di 45°) rossi (il rosso deve coprire almeno il 35% della superficie del cartello).



CARTELLI DI AVVERTIMENTO

Avverte di un pericolo

Forma triangolare

Pittogramma nero su fondo giallo, bordo nero (il giallo deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).



CARTELLI DI PRESCRIZIONE

Prescrive un comportamento

Forma rotonda

Pittogramma bianco su fondo azzurro (l'azzurro deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).



CARTELLI DI SALVATAGGIO

Fornisce **indicazioni** (es. su uscite di sicurezza)

Forma quadrata o rettangolare

Pittogramma bianco su fondo verde (il verde deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).



CARTELLI PER LE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

Fornisce **indicazioni** (su attrezzature antincendio)

Forma quadrata o rettangolare

Pittogramma bianco su fondo rosso (il rosso deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).



ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza, come definita dalla Norma UNI EN 1838, fa parte del sistema più generale dell'illuminazione di emergenza.

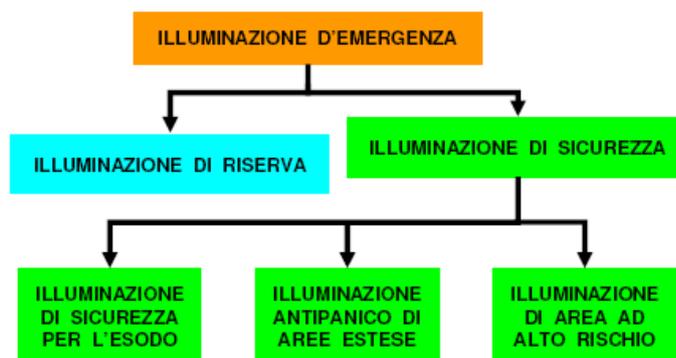
Mentre l'illuminazione di riserva ha la funzione di consentire il proseguimento dell'attività lavorativa, l'impianto di **illuminazione di sicurezza** deve fornire, in caso di mancata erogazione della fornitura principale della energia elettrica e quindi di luce artificiale, un'illuminazione sufficiente a permettere di evacuare in sicurezza i locali (intensità minima di illuminazione 5 lux).



Devono essere illuminate le **uscite di sicurezza**, le **vie di esodo**, e tutte quelle parti che è necessario percorrere per raggiungere un'uscita verso luogo sicuro.

L'impianto deve essere alimentato da un'adeguata fonte di energia quali **batterie in tampone** o **batterie di accumulatori** con dispositivo per la ricarica automatica (con autonomia variabile da 30 minuti a 3 ore, a secondo del tipo di attività e delle circostanze) oppure da apposito ed idoneo **gruppo elettrogeno**.

L'intervento deve avvenire in automatico, in caso di mancanza della fornitura principale dell'energia elettrica, **entro 5 secondi** circa (se si tratta di **gruppi elettrogeni** il tempo può raggiungere i **15 secondi**).



EVACUATORI DI FUMO E DI CALORE

Tali sistemi di protezione attiva sono di frequente utilizzati in combinazione con impianti di rivelazione e sono basati sullo sfruttamento del movimento verso l'alto delle masse di gas caldi generate dall'incendio che, a mezzo di aperture sulla copertura, vengono evacuate all'esterno.

Gli EFC vengono installati in modo omogeneo nei singoli compartimenti, a soffitto in ragione, ad esempio, di uno ogni 200 m² (su coperture piane o con pendenza minore del 20 %) come previsto dalla regola tecnica di progettazione costituita dalla norma UNI VVF 9494.



Gli evacuatori di fumo e calore (EFC) consentono di:

- ✓ **Agevolare lo sfollamento** delle persone grazie alla probabilità che i locali restino liberi da fumo fino ad una determinata altezza.
- ✓ **Agevolare l'intervento** dei soccorritori.
- ✓ **Proteggere le strutture e le merci** contro l'azione del fumo e dei gas caldi, riducendo il rischio e di collasso delle strutture portanti.
- ✓ **Ritardare o evitare l'incendio** a pieno sviluppo "flash over".
- ✓ **Ridurre i danni** provocati dai gas di combustione.