

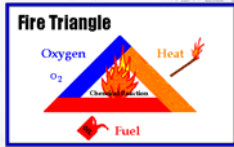


## Caratteristiche degli incendi

La combustione è una reazione chimica esotermica, violenta, con produzione di luce (fiamma) in forma più o meno intensa, di CO, CO<sub>2</sub> e distillazione di prodotti volatili.

Essa è favorita dalla combinazione di tre fattori che consentono l'avvio del processo e che definiscono il cosiddetto triangolo del fuoco:

1. Combustibile
2. Comburente
3. Calore (o Temperatura)



Fonte: [http://www.gardaw.com/2005/04/marc\\_huenda\\_501.html](http://www.gardaw.com/2005/04/marc_huenda_501.html)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

Prima di addentrarci nell'ambito dell'incendio e delle sue caratteristiche, vale la pena di introdurre alcune definizioni essenziali:

### Temperatura di accensione

E' la temperatura più bassa alla quale il processo di combustione può essere innescato nell'aria.

Tale temperatura dipende dalla natura del combustibile. In sostanza è la temperatura alla quale un combustibile si infiamma spontaneamente in presenza di aria.

### Temperatura di infiammabilità

E' la temperatura alla quale un combustibile si infiamma in presenza di innesco. E' noto anche come punto di infiammabilità o Flash Point. Equivalentemente rappresenta anche la temperatura alla quale la sostanza emette vapori in quantità sufficiente da formare con l'aria una miscela infiammabile.



Fonte: [http://rainstorm.blogspot.com/2007\\_07\\_16\\_archive.html](http://rainstorm.blogspot.com/2007_07_16_archive.html)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

### Velocità di accensione

E' la velocità con la quale la combustione, una volta innescata, si propaga al resto del combustibile. In particolare è possibile distinguere:

- Esplosione ( $v > 1 \text{ m/s}$ )
- Deflagrazione ( $v < 9000 \text{ m/s}$ )
- Detonazione ( $v > 9000 \text{ m/s}$ )



Fonte: <http://www.rchie-and-bisset.com/services.htm>



Fonte: <http://www.marmeritrusse.com/2006/04/01/01.htm>

### Scoppio

Allorché si ha rottura del recipiente in cui avviene la combustione, solitamente ciò avviene a causa della pressione esercitata sulle pareti del recipiente dai prodotti della combustione.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio



Fonte: <http://www.marinimarelineaw.com/photo-gallery.htm>

### Fumi

Rappresentano i prodotti della combustione; generalmente si compongono di particelle solide e di gas, spesso nocivi. Ricordiamo in particolare i seguenti:

- Anidride Carbonica (CO<sub>2</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Anidride Solforosa (SO<sub>2</sub>)
- Composti volatili
- Carbonio (C)



Fonte: [http://www.siref.no/magasin/vaeremiddel/1157/soepe\\_UwebSafe\\_1/InnagerVaultHender.aspx](http://www.siref.no/magasin/vaeremiddel/1157/soepe_UwebSafe_1/InnagerVaultHender.aspx)  
[http://www.siref.no/content/page1\\_5089.aspx](http://www.siref.no/content/page1_5089.aspx)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

### Carico di incendio

Rappresenta il potenziale termico della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, ivi compresi i rivestimenti dei muri, delle pareti provvisorie, dei pavimenti e dei soffitti, convenzionalmente espresso in kg di legno equivalente. La quantità di calore che si sviluppa in un incendio dipende infatti dalla quantità del materiale che si trova nel compartimento che ha preso fuoco.



Fonte: [http://www.siref.no/content/page1\\_5089.aspx](http://www.siref.no/content/page1_5089.aspx); <http://www.suisatpower.net/Limburg-Off-Tanker-Fire-8.jpg>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

Il **carico di incendio** di un ambiente si determina a partire dalla seguente relazione:

$$q = (\sum_i g_i H_i) / 4400 A$$

dove  $g_i$  ed  $H_i$  rappresentano la massa ed il potere calorifico inferiore della sostanza  $i$ -esima, mentre  $A$  esprime la superficie del locale in m<sup>2</sup>. Nella tabella vengono riportati alcuni valori: del potere calorifico:



Fonte: [http://www.itf.it/comunicazioni/magazine\\_Y11518\\_008](http://www.itf.it/comunicazioni/magazine_Y11518_008)

Materiale	Potere calorifico inferiore (kcal/kg)
Tessuti di cotone	4.000
Carta	4.000
Paglia	3.700
Legname secco	2.800-4.000
Carbone fossile	7.500-8.000
Carbone Coke	6.500-7.200
Olio da forni	10.200-11.000
Gasolio	10.200
Benzina	11.300

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

### Resistenza al fuoco

Viene definita a partire dalla presenza dei seguenti requisiti, che possono variare a seconda della sostanza considerata:

- **Stabilità:** ovvero l'attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco.
- **Tenuta:** è l'attitudine a non lasciar passare né a produrre - se sottoposto all'azione del fuoco su un lato - fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.
- **Isolamento termico:** attitudine che una struttura manifesta a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore.



Fonte: <http://www.geocities.com/USSteve/geocherq1.jpg>

La resistenza al fuoco viene stabilita attraverso la **Prova Standard del Fuoco**, che si effettua ponendo un campione del materiale in un forno e sottoponendo il materiale ad un riscaldamento secondo una curva unificata di temperatura ed è espressa in minuti...

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Un po' di terminologia sull'incendio

### Reazione al fuoco

Esprime il grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco da cui è investito.

### Non Combustibile o incombustibile

E' così definita una qualsiasi sostanza che *non brucia né sprigiona vapori infiammabili in quantità sufficienti all'autocombustione* allorché viene portata ad una temperatura pari a **750°C**.



Fonte: [http://www.afc.net.au/research/2007/01/126689\\_413848.jpg](http://www.afc.net.au/research/2007/01/126689_413848.jpg)

### Compartimentazione

Un compartimento è una porzione di spazio delimitato da elementi costruttivi di predeterminata resistenza al fuoco ed organizzata in modo da rispondere alle esigenze di prevenzione incendi. Una volta individuata la classe di un compartimento occorre prevedere la presenza di strutture che assicurino la corrispondente resistenza al fuoco.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Dinamica dell'incendio



Fonte: [http://www.worth1000.com/entry/346500/3497785VAW\\_w.jpg](http://www.worth1000.com/entry/346500/3497785VAW_w.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

---

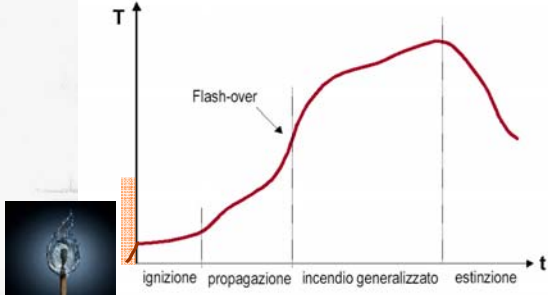
---

---

## Dinamica dell'incendio

### Inizio della combustione

L'energia necessaria per provocare l'origine di un incendio può essere minima. Spesso può essere sufficiente un fiammifero, un mozzicone di sigaretta, un surriscaldamento elettrico oppure una scintilla. Come si vede, possono essere cause umane o meno.



Fonte: <http://img25.imageshack.us/img25/193/1321431wmpdfimg0.png>

---

---

---

---

---

---

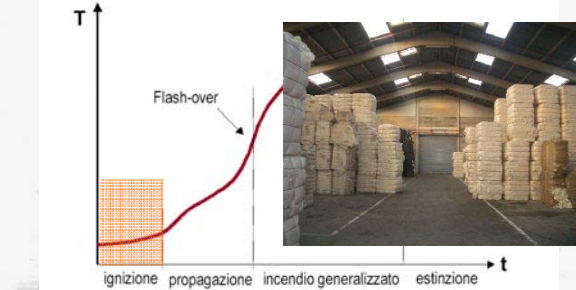
---

---

## Dinamica dell'incendio

### Ignizione o Combustione lenta

Può verificarsi secondo varie modalità ed avere una durata che può essere di pochi minuti come di giorni (Per esempio: balle di fieno o di cotone). Sovente la combustione lenta non distrugge completamente i materiali, ma produce gas che possono essere a loro volta combustibili.



Fonte: [http://www.scoopsw.com/en/enc/11\\_1174493968](http://www.scoopsw.com/en/enc/11_1174493968)

---

---

---

---

---

---

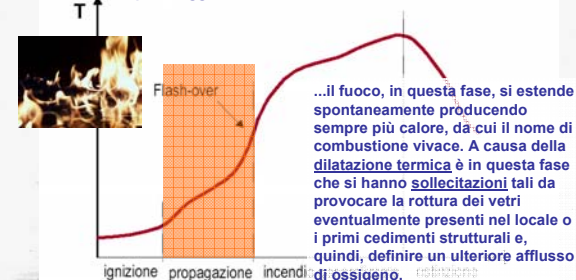
---

---

## Dinamica dell'incendio

### Propagazione o Combustione vivace

Con la combustione vivace, la fiamma comincia a crescere in modo abbastanza regolare, poiché il fuoco ha abbastanza aria per far avvenire la combustione. Grazie a queste condizioni, particolarmente favorevoli, l'incendio può trasmettersi alle sostanze combustibili limitrofe, inizialmente per convezione e, successivamente, per irraggiamento.



Fonte: <http://www.burnsvivace.com/infatti/ce-aiuto/016/591222-Dr.-Marevotti/Grig.-Robey@fiamm.it>

---

---

---

---

---

---

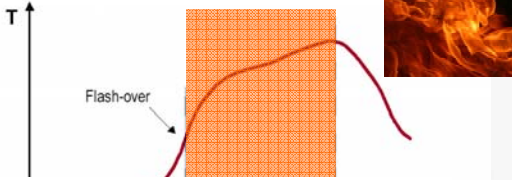
---

---

# Dinamica dell'incendio

## Incendio Generalizzato o Sviluppo dell'incendio

L'incendio, a questo punto si trasmette a tutti gli elementi combustibili presenti nel locale, raggiungendo il suo massimo sviluppo (**Flash Over**).  
All'aumento del materiale combustibile, però, non corrisponde altrettanto afflusso di comburente.



In questa fase le **temperature** all'interno del locale diventano pressoché **uniformi**. I valori di temperatura raggiunti, nonché la durata di questa fase dipendono sia dalla massa dei materiali presenti che dai rispettivi poteri calorifici. Appare chiaro che è proprio in questa fase che le strutture subiscono le **maggiori sollecitazioni**.

Fonte: <http://www.cedn.org/software/cecinerno/imaget/frames-sm1.jpg>

---

---

---

---

---

---

---

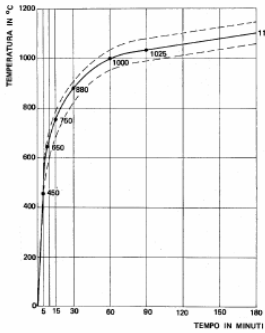
---

---

---

# Dinamica dell'incendio

## Incendio Generalizzato o Sviluppo dell'incendio



In questa fase le **temperature** all'interno del locale diventano pressoché **uniformi**. I valori di temperatura raggiunti, nonché la durata di questa fase dipendono sia dalla massa dei materiali presenti che dai rispettivi poteri calorifici. Appare chiaro che è proprio in questa fase che le strutture subiscono le **maggiori sollecitazioni**.

Fonte: <http://www.cedn.org/software/cecinerno/imaget/frames-sm1.jpg>

---

---

---

---

---

---

---

---

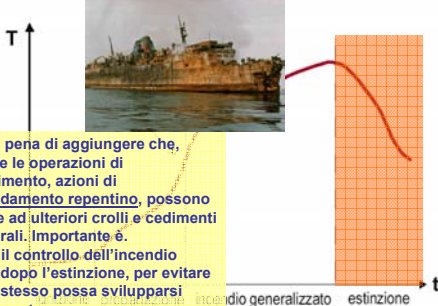
---

---

# Dinamica dell'incendio

## Estinzione o Regressione della combustione

Con l'**esaurirsi del combustibile**, la temperatura comincia a decrescere. L'inerzia termica delle pareti è la maggior responsabile della lentezza del processo di raffreddamento.



Vale la pena di aggiungere che, durante le operazioni di spegnimento, azioni di **raffreddamento repentino**, possono portare ad ulteriori crolli e cedimenti strutturali. Importante è. Infine, il controllo dell'incendio anche dopo l'estinzione, per evitare che lo stesso possa svilupparsi nuovamente.

Fonte: <http://www.mvbprix.com/2007-01-06-1811-43-bp.vif>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---











## Protezione dall'incendio

Attraverso la prova standard del fuoco questa prova è possibile suddividere ponti e le paratie ed i ponti in tre classi in termini di protezione passiva dall'incendio:



Classe	Caratteristiche
A	Sono tutti i ponti o le paratie che resistono al fuoco, nel senso che non permettono il passaggio di fuoco e fiamme fino al termine della prova standard del fuoco (60 minuti). Sono in acciaio convenientemente irrobustito ricoperte con materiale incombustibile e dotate di isolamento termico.
B	Sono tutti i ponti e le paratie che resistono al fuoco per 30 minuti. Sono in materiale incombustibile, spesso isolate.
C	Sono tutti i ponti e le paratie costruite con materiali incombustibili, ma che non sono tenute a soddisfare ai requisiti richiesti dalla prova standard del fuoco.

Fonte: <http://www.sigeos.com/it/tp.asp>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protezione dall'incendio

Le paratie di classe A e B sono a loro volta ulteriormente classificate in funzione delle proprietà di isolamento termico. In particolare la superficie non esposta deve avere una temperatura media non superiore a 139°C.



In ogni caso la temperatura, in un qualsiasi punto della faccia non esposta, non deve superare i 180°C (225°C per le paratie ed i ponti di classe B).

Fonte: <http://www.isoterm.it/images/material2.jpg>

Classificazione	Resistenza (minuti)	Temperatura (°C)
A-60	60	≤180
A-30	30	≤180
A-15	15	≤180
A-0	0	≤180
B-15	15	≤225
B-0	0	≤225

---

---

---

---

---

---

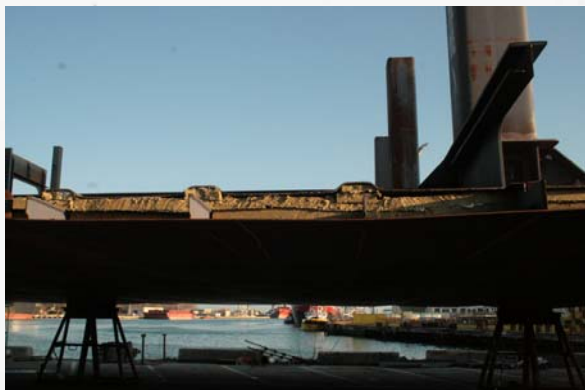
---

---

---

---

## Paratia classe A



Fonte: Courtesy of Burlini VA

---

---

---

---

---

---

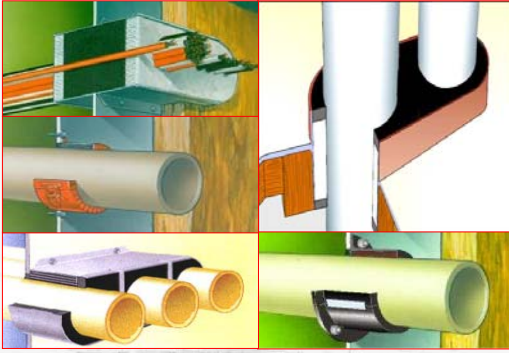
---

---

---

---

## Fireseal Pipelock



Fonte: <http://www.esave.com/templates/StartPage.aspx?id=2589>

---

---

---

---

---

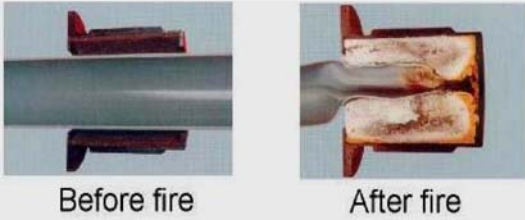
---

---

---

## Fireseal Pipelock

### PIPELOCK PL SYSTEM



Before fire

After fire



Fonte: <http://www.esave.com/templates/StartPage.aspx?id=2589>

---

---

---

---

---

---

---

---

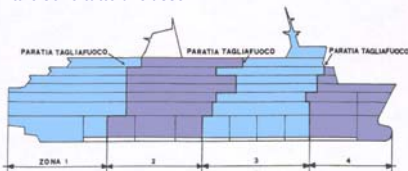
## Protezione strutturale

La protezione strutturale delle navi è differente a seconda che ci si riferisca a:

- Navi passeggeri
- Navi a carico

Nel caso delle Navi passeggeri (Solas Cap. II-2 Regole 23+29), lo scafo e le sovrastrutture sono costruite in acciaio o materiale equivalente e suddivise in zone verticali principali, delimitate da due paratie trasversali distanti al massimo 40 metri, che si estendono dal cielo del doppiofondo fino all'ultima sovrastruttura.

Concorrono fra l'altro a formare la cosiddetta compartimentazione di galleggiabilità e sono tutte di classe A.



---

---

---

---

---

---

---

---







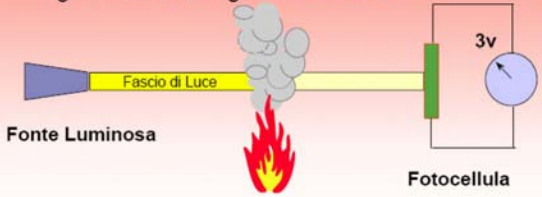


# Sistemi di segnalazione degli incendi

## 1. Ottici

Rivelatori di fumo  
Rivelatori di fiamma

- Se il fumo intercetta anche parzialmente il fascio ottico, il segnale elettrico generato da un sensore fotosensibile si modifica generando un segnale di allarme.



Fonte: <http://www.ings.info/#app/MARIO%20DIONISIO/Fire%20detection%20systems.pdf>

---

---

---

---

---

---

---

---

# Sistemi di segnalazione degli incendi

## 1. Ottici

Rivelatori di fumo  
Rivelatori di fiamma



Fonte: <http://www.ings.info/#app/MARIO%20DIONISIO/Fire%20detection%20systems.pdf>

---

---

---

---

---

---

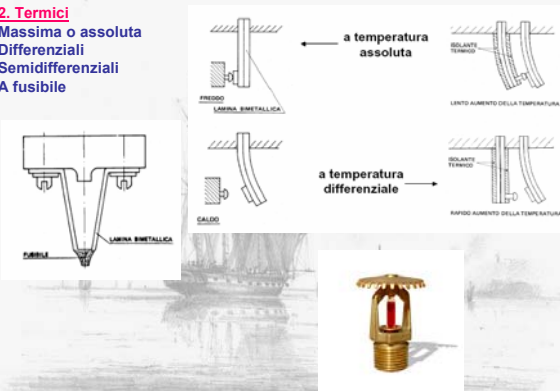
---

---

# Sistemi di segnalazione degli incendi

## 2. Termici

Massima o assoluta  
Differenziali  
Semidifferenziali  
A fusibile



Fonte: <http://www.scribd.com/document/100000000/100000000>

---

---

---

---

---

---

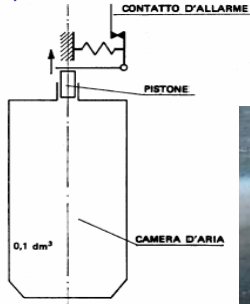
---

---

## Sistemi di segnalazione degli incendi

### 3. Pneumatici

A pressione  
Ad espansione



The "YF 100 S 01" after the explosion and fire



Fonte: <http://www.coastalrangers.com/firefighting/FIREFIGHTING.htm>

---

---

---

---

---

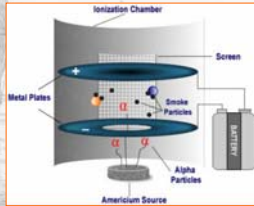
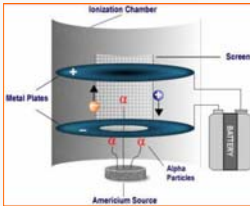
---

---

---

## Sistemi di segnalazione degli incendi

### 4. Ionici



Fonte: <http://www.serviziocanzasicurezza.com/immagine.html?id=pubblio/AR-078.jpg>

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

Gli agenti estinguenti più comunemente utilizzati per fronteggiare un incendio sono i seguenti:

1. Acqua
2. Schiumogeni
3. Gas inerti
4. Polveri chimiche
5. Fire Out/Fire stop



Fonte: <http://www.chesci.unipr.it/ur/gangpub/multimedia/Sistemi%201.jpg> [http://www.lemisite.com/images/stories/03025611\\_dsd0232.jpg](http://www.lemisite.com/images/stories/03025611_dsd0232.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

### Acqua

E' utilizzata prevalentemente per incendi di **classe A** ed agisce prevalentemente sulla **temperatura**. Può essere sfruttata in tre forme:

- Getto Pieno
- Nebulizzata
- Vapore Acqueo

- L'acqua presenta innumerevoli vantaggi, specie in mare, essendo facilmente reperibile, a condizione di disporre di un adeguato sistema di pompaggio, inoltre, generalmente, la sua azione non produce sostanze nocive.
- L'uso dell'acqua a getto pieno consente di operare ad una certa distanza dall'incendio, a garanzia di una certa sicurezza. Tuttavia l'uso del getto pieno è preferibile per incendi di piccole dimensioni.
- Per incendi di un grasse dimensioni è preferibile l'utilizzo di acqua nebulizzata in quanto si riesce ad agire su di un'area più vasta.
- Il vapore acqueo prodotto, grazie all'elevato calore specifico ed a quello latente, consente un notevole assorbimento di calore. L'uso del getto nebulizzato permette di creare un'atmosfera inerte, dato che, nel processo di evaporazione l'aumento di volume corrisponde, grossomodo a 1700 volte.

Fonte: [http://someonewhocares.org/foia/water\\_3420\\_email.jpg](http://someonewhocares.org/foia/water_3420_email.jpg)



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

- L'acqua non è assolutamente indicata per:

- Impianti elettrici sotto tensione (e, in ogni caso, anche togliendo la tensione agli impianti elettrici, si rischiano seri danni alla apparecchiature elettriche ed elettroniche)
- Incendi di classe B, poiché di solito i liquidi infiammabili hanno un peso specifico inferiore a quello dell'acqua.
- Non può neppure essere utilizzata per incendi di classe D in quanto può dar luogo a reazioni chimiche con emissione di idrogeno:



A titolo di esempio il Carbuco di calcio, mescolato con l'acqua dà luogo all'acetilene che è un gas infiammabile.



Fonte: <http://www.sofra.it/files/pegatelo1/produci/michaelle-riancio.jpg>  
<http://www.sofra.it/files/pegatelo1/produci/pegatelo.jpg> <http://www.scarleto.com/PRODOTTI/antidivecchio-del.html>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

### Schiume

Rappresentano uno dei mezzi estinguenti più efficaci per gli incendi di **classe B** e, talora, anche per gli incendi di classe **A**. Agiscono sia per **soffocamento** che per **temperatura**.

Esistono di due tipi di schiume:

#### Schiume chimiche

Sono prodotte da reazioni di componenti chimici che vengono miscelati al getto di acqua senza che venga aggiunta aria. Essenzialmente sono costituite da uno strato di bollicine di acqua piene di anidride carbonica.

Le schiume chimiche hanno notevole corpo, nel senso che occupano volumi notevoli anche se, per contro, non scorrono liberamente attorno agli ostacoli, costituendo così una "copertura" per il fuoco.

#### Schiume Meccaniche

Si ottengono aggiungendo una sostanza chimica all'acqua, mescolando ed agitando la soluzione schiumogena, a cui viene infine aggiunta dell'aria al getto liquido. A differenza delle schiume chimiche sono più scorrevoli.

Fonte: [http://www.rothworsfire.gov.uk/cms\\_media/images/500x500\\_f1hoixqcrn15\\_02\\_0241.jpg](http://www.rothworsfire.gov.uk/cms_media/images/500x500_f1hoixqcrn15_02_0241.jpg)



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

Per le schiume meccaniche viene altresì definito il **Rapporto di Espansione**, a partire dalla relazione:

$$R = \frac{\text{(Volume di Schiuma Prodotta)}}{\text{(Volume Miscela H}_2\text{O + Liquido Schiumogeno)}}$$

È pertanto possibile produrre schiume con vari tipi di R, in funzione della destinazione d'uso:

**Bassa Espansione (R<15):** sono miscele ricche di acqua e sono pertanto molto scorrevoli. Formano uno strato che si adagia sopra il combustibile in fiamme ed è adatta per ricoprire superfici orizzontali, facendola scivolare da quelle verticali. Agiscono per soffocamento.

**Media Espansione (15<R<150):** questo tipo di schiume si usano prevalentemente per fronteggiare incendi in locali poco o per niente accessibili. Essendo meno ricca di acqua, ne riduce gli inconvenienti tipici (cioè i danni secondari causati dall'acqua).

**Alta Espansione (150<R<1000):** le schiume ad alta espansione, infine, sono molto secche ed hanno perciò uno scarso potere raffreddante. Per contro occupano volumi molto elevati e sono perfetti per incendi in locali di altezza elevata. Sono le uniche a poter essere utilizzate per incendi che coinvolgono apparecchiature elettroniche.

Fonte: <http://www.ampia.it/images/abc30.gif>



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti



- I difetti delle schiume sono riassumibili nel peggioramento dell'acustica e nell'induzione di problemi di respirazione e di vista.
- Vengono utilizzati, come impianti fissi nei garage dei traghetti e nei Ro-ro, oppure nelle stive.

Fonte: <http://www.craghound.com/images/af80amovev20ad.jpg>  
<http://www.firezilla.org/af80amovev20ad-report-freedom.jpg>  
<http://img524.imageshack.us/img524/21/image+pc04003967.jpg>

Fonte: <http://www.craghound.com/images/af80amovev20ad.jpg>  
<http://www.firezilla.org/af80amovev20ad-report-freedom.jpg>  
<http://img524.imageshack.us/img524/21/image+pc04003967.jpg>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

### Gas Inerti

Sono quei gas che hanno una composizione chimica tale per cui non solo non partecipano ai processi di combustione, ma neppure li favoriscono.

Vengono sfruttati per incendi di **classe B e C** ed agiscono per soffocamento.

Possono essere utilizzati solo in ambienti chiusi.



Non possono essere utilizzati nel caso di incendi di classe A a causa del loro limitato (se non nullo) potere raffreddante.

Tra di essi ricordiamo:

- Anidride Carbonica
- Azoto
- Idrocarburi alogenati (Halon)

Fonte: <http://www.foto002.com/html/Press%20Release%20-%20Fire%20-%20Report%20-%20Image%20Bank.jpg>  
<http://www.coastalbank.com/3rdoftho.FIREFIGHTING.htm>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti



- Gli idrocarburi alogenati, si ottengono dal metano ( $\text{CH}_4$ ) o dall'etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), andando a sostituire l'idrogeno con un alogeno (F, Cl, Br, I, At).
- A causa del fatto che sono velenosi, se non addirittura mortali sono vietati, per quanto, in alcune vecchie navi l'impianto a gas Halon è tuttora esistente.
- In ogni caso l'Halon agisce per via chimica, interrompendo la catena delle reazioni di combustione fungendo da catalizzatore negativo.

- I gas inerti si utilizzano nella Sala Macchine, nei garage e nelle stive. A causa della loro pericolosità è sempre previsto un allarme prima della scarica, in modo da consentire l'evacuazione del personale eventualmente presente.



Fonte: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Argon.jpg>  
[http://farm2.static.flickr.com/1435/1484457036\\_458d466c03.jpg](http://farm2.static.flickr.com/1435/1484457036_458d466c03.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

### Polveri chimiche

Esistono due tipi di polveri chimiche:

### Polveri Chimiche Secche

Sono utilizzate per estinguere incendi di **classe A, B, C e D**. Sono composte da miscele di particelle solide costituite per lo più da sali organici, bicarbonato di sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) o bicarbonato di potassio, cui vengono aggiunti sali di potassio.

Per mezzo di opportuni propellenti ( $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) vengono erogate per soffocare l'incendio operando in maniera analoga alle schiume o ai gas inerti. Hanno il pregio di non danneggiare i materiali e le apparecchiature su cui vengono indirizzate, anche se, per contro, richiedono la successiva asportazione dei residui.

### Polveri Secche

Sono utilizzate prevalentemente per incendi di **classe D**. Tra le polveri secche, solitamente composte da sostanze inerti, quelle più utilizzate sono a base di grafite, la quale agisce per soffocamento e per raffreddamento, senza peraltro prendere parte al processo di combustione. Possono essere erogate nell'ambiente per tramite di opportuni propellenti ( $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ).



Fonte: [http://www.monroeextinguisher.com/client\\_images/catalog/18699/powes/images/DryChemical\\_FireExting.jpg](http://www.monroeextinguisher.com/client_images/catalog/18699/powes/images/DryChemical_FireExting.jpg)  
<http://www.csaigroup.it/Prodotti.html>

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

### Fire Out/Fire stop

Sono dei prodotti chimici, costosissimi, che, aggiunti all'acqua in quantità esigue (~2%), mutano completamente le capacità estinguenti di quest'ultima.

Queste miscele vengono usate per incendi di **classe A, B e D** ed offrono i seguenti vantaggi:

- Riduzione del volume di acqua
- Maggior sicurezza
- Alto potere raffreddante
- Riduzione dei tempi di intervento



Fonte: [http://www.boatingsp.com/photos/121405/IMG\\_2462\\_edited-1.jpg](http://www.boatingsp.com/photos/121405/IMG_2462_edited-1.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

Riassumendo...

SOSTANZA ESTINGUENTE [TIPOLOGIA]	CAMPO DI IMPIEGO [CLASSE]	NON ADATTO PER [CLASSE]
ACQUA SOTTO FORMA DI GETTO	A	B C
ACQUA NEBULIZZATA	B	C
SCHIUMA	A B	C
POLVERE CHIMICA	B C D	A
CO <sub>2</sub>	B C	A
COMPOSTI ALOGENATI	B	A

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sostanze estinguenti

..a livello di colorazioni, invece:

Type	Old Code	BS EN 3 Colour Code	Fire Class
Water	Signal Red	Signal Red	A
Foam	Cream	Signal Red with a cream panel above the operating instructions	A B
Dry Powder	French Blue	Red with a Blue panel above the operating instructions	A, B, C
Carbon Dioxide	Black	Red with a Black panel above the operating instructions	A(limited),B
Halon	Emerald Green	No longer produced - illegal in the UK	A
Wet Chemical	Not in use	Red with a Canary Yellow panel above the operating instructions	A,F
Special Powders	French Blue	Red with a Blue panel above the operating instructions	D

---

---

---

---

---

---

---

---

## Impianti antincendio

A livello di sistemi antincendio, distinguiamo:

### 1) Impianti antincendio fissi

- Impianti a idrante
- Impianti a pioggia tipo sprinkler
- Impianti nebulizzatori
- Impianti a CO<sub>2</sub>
- Impianti a schiuma meccanica



Fonte: <http://www.dedesign.com.au/pict/sprinkler.jpg>

### 2) Impianti antincendio mobili

- Estintore Idrico
- Estintore a polvere
- Estintore a schiuma (chimica o meccanica)
- Estintore a CO<sub>2</sub>
- Estintore a liquido alogenato



...maggiori ragguagli sono forniti nelle slide seguenti...

---

---

---

---

---

---

---

---



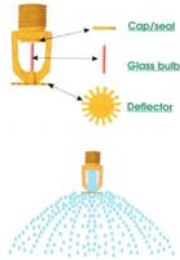
# Sprinkler

Esistono tre tipologie di impianto:

- 1) Sprinkler a umido
- 2) Sprinkler secco

L'impianto a **Sprinkler a umido** (che prende il nome dallo speciale ugello erogatore) è composto da:

- 1) una rete di tubazioni piene d'acqua in pressione
- 2) Ad ogni terminale sono installati:
  - 2.1) l'ugello erogatore
  - 2.2) un bulbo termosensibile
  - 2.3) una valvola d'allarme.



Fonte: <http://www.stevegobert.co.uk/images/mip/Fog.jpg>; <http://www.ljrcpelandfreesystems.co.uk/domestic.html>; <http://www.sprinklerinstallations.co.uk/>

---

---

---

---

---

---

---

---

# Sprinkler

- Il **liquido** all'interno del bulbo, particolarmente **volatile**, con l'innalzamento della temperatura, si dilata sino a rompere il bulbo.
- Tale temperatura è detta **temperatura nominale** del bulbo. Ne esistono da 70°C, 80°C oppure a 100°C, in funzione del locale in cui si trova l'ugello (cabina, cucina, ecc.).
- Con la fuoriuscita d'acqua (~10bar) da uno o più sprinkler si verifica una diminuzione di pressione nelle tubazioni. L'impianto a sprinkler a umido, può essere perciò alimentato sia da una apposita cisterna ad acqua dolce, sia da un sistema di pompaggio ad acqua marina che si aziona in prossimità dell'esaurimento della prima.
- Nel dover ripristinare l'impianto, in questo caso, sarà perciò necessario provvedere alla pulizia delle tubazioni.



Fonte: [http://www.firefacts.com/eng/ish/images/sub/microff\\_ito.jpg](http://www.firefacts.com/eng/ish/images/sub/microff_ito.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

---

# Sprinkler

L'impianto a **Sprinkler a secco** ha un funzionamento simile a quello precedente. Si definisce a secco, in quanto nelle tubazioni di distribuzione vi è **aria compressa** anziché acqua. Quando si apre uno sprinkler la variazione di pressione, come nel caso precedente, permette l'apertura del piattello della valvola d'allarme. L'acqua invade le tubazioni e fuoriesce dagli ugelli intervenuti. Tali impianti sono accessoriati di compressore d'aria e di sistemi di controllo e gestione anche di tipo elettrico. L'utilizzo di questi impianti, permette l'installazione **ove vi sia pericolo di gelo**.



Fonte: <http://www.coastaltrans.com/firefighting/FIREFIGHTING.htm>

---

---

---

---

---

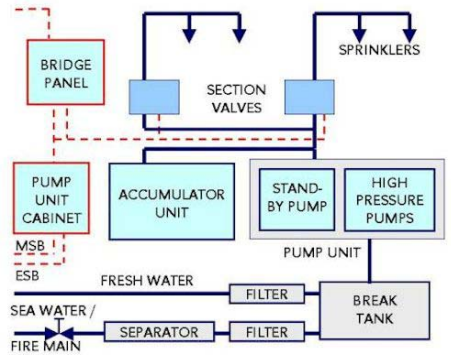
---

---

---

# Sprinkler

Schema dell'impianto



Fonte: [http://www.lakewoodconferences.com/irectImage/50318779/Eire\\_Sprinkler.jpg](http://www.lakewoodconferences.com/irectImage/50318779/Eire_Sprinkler.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

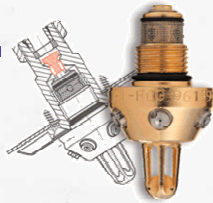
---

---

---

# Hi-Fog

- Un sistema Hi-fog (water mist) è un rivoluzionario impianto di estinzione incendi ad acqua nel quale una piccola quantità di acqua viene spruzzata ad alta pressione (~100bar) sull'incendio in modo tale da creare una vera propria nebbia fredda.
- Le gocce di HI-FOG rilasciate hanno un diametro medio di circa 50-150µm, contro un diametro medio di 1 millimetro nei normali sistemi a pioggia.
- Si hanno così tre effetti contemporanei, che favoriscono un'estinzione rapidissima dell'incendio, minimizzando la possibilità di una ripresa dello stesso:
  - forte ed immediata sottrazione di calore dall'alveo dell'incendio
  - cambio di stato ed aumento immediato del volume della singola goccia, con conseguente rarefazione delle molecole di ossigeno per centimetro cubo
  - creazione di una barriera all'irradiazione di calore verso l'esterno dell'incendio.



Fonte: [http://www.schutz-und-erlebo.net/wordpress/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148:500094\\_1.html](http://www.schutz-und-erlebo.net/wordpress/index.php?option=com_content&view=article&id=148:500094_1.html)  
[http://www.schutz-und-erlebo.net/wordpress/index.php?option=com\\_content&view=article&id=148:500094\\_1.html](http://www.schutz-und-erlebo.net/wordpress/index.php?option=com_content&view=article&id=148:500094_1.html)

---

---

---

---

---

---

---

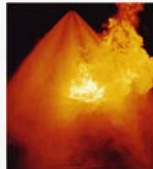
---

---

---

# Hi-Fog

- La quantità di acqua richiesta è di molto inferiore ad un pari sistema sprinkler o diluvio, parlando di decine di litri di acqua contro le centinaia di metri cubi.
- Principali vantaggi del sistema water mist sono:
  - mezzo estintore: acqua pulita senza aggiunta di additivi chimici
  - richiesta idrica molto bassa
  - possibilità di stoccare tutta l'acqua richiesta dall'impianto in bombole non pressurizzate (sistemi MAU e DAU)
  - diametro dei tubi di erogazione molto contenuto rispetto ad un pari sistema sprinkler - diluvio
  - assenza di shock termico su apparecchiature meccaniche ed elettriche in temperatura
  - possibilità di utilizzo in centri elaborazione dati e locali quadri, senza problemi di conducibilità
  - possibilità di utilizzare una batteria di bombole centralizzata per servire più impianti.



Fonte: [http://www.power-technology.com/contract\\_images/mist/mistimg071.jpg](http://www.power-technology.com/contract_images/mist/mistimg071.jpg)  
[http://www.hearst.com/hi\\_fog\\_images/FCH200%20FF%20tube%20proj%20P18.jpg](http://www.hearst.com/hi_fog_images/FCH200%20FF%20tube%20proj%20P18.jpg)

---

---

---

---

---

---

---

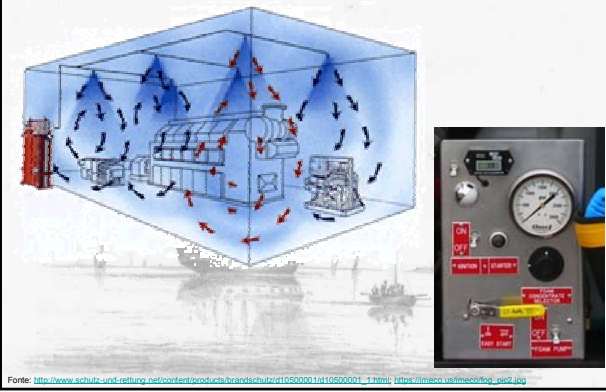
---

---

---

# Hi-Fog

Schema dell'impianto



---

---

---

---

---

---

---

---

# Hi-Fog



---

---

---

---

---

---

---

---

# Hi-Fog



---

---

---

---

---

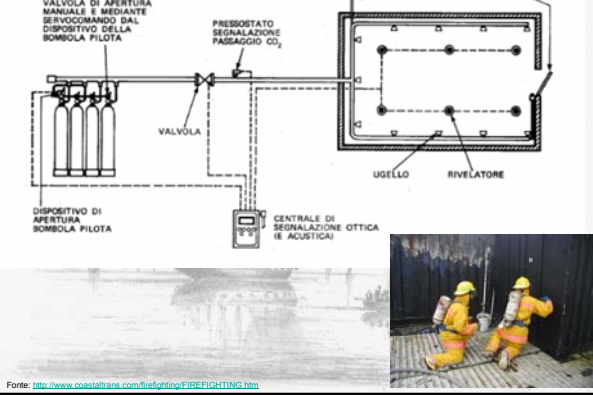
---

---

---

# CO<sub>2</sub>

## Schema dell'impianto



---

---

---

---

---

---

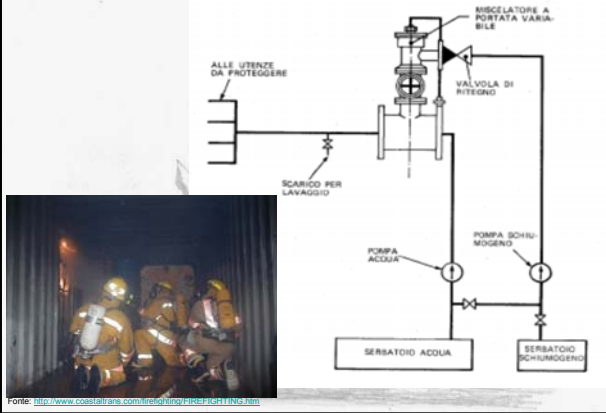
---

---

---

---

# Impianti a Schiuma



---

---

---

---

---

---

---

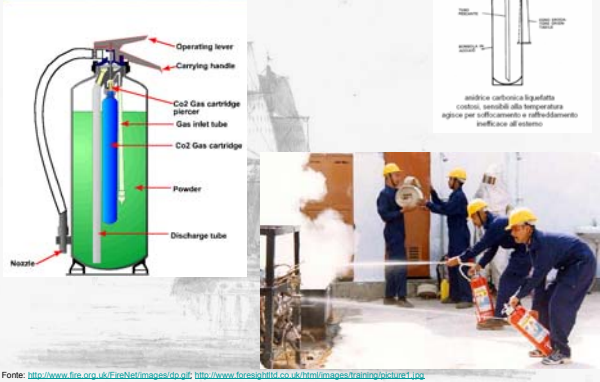
---

---

---

# Estintori portatili

## Powder extinguisher (gas-cartridge type)



---

---

---

---

---

---

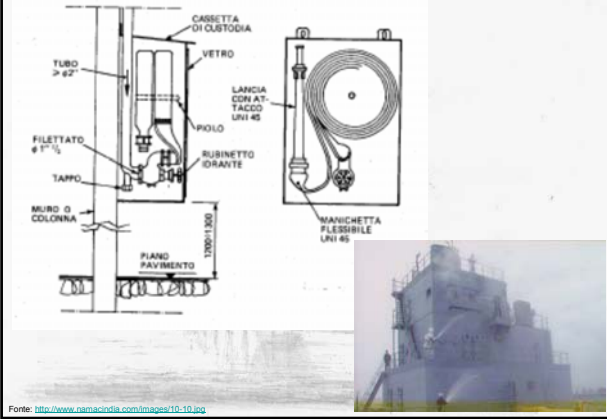
---

---

---

---

# Manichette



---

---

---

---

---

---

---

---

# In banchina...



---

---

---

---

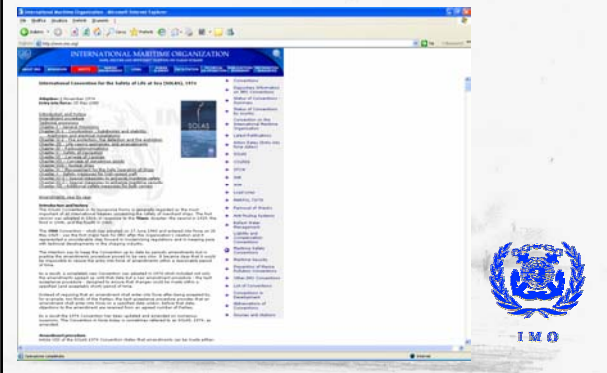
---

---

---

---

# Le più recenti novità in merito a questa normativa



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Generalità sugli incendi

- **La combustione**
- **Le principali cause di incendio**
- **Sostanze estinguenti**
- **Dinamica dell'incendio**
- **I rischi per le persone e l'ambiente**
- **Principali misure di prevenzione e protezione**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Il triangolo del fuoco

Perché si abbia la combustione è necessaria la presenza contemporanea di tre elementi:



- **il combustibile**
- **il comburente**

**E la sostanza che reagendo col combustibile permette la combustione: generalmente si tratta dell'ossigeno contenuto nell'aria (21%)**

- **l'innesco**

**Fornisce inizialmente l'energia di attivazione della reazione di combustione, che è una ossidoriduzione. Successivamente il calore di reazione, essendo questa esotermica, permette alla reazione stessa di procedere.**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Il combustibile

- **solido**  
carbone, legna, carta...
- **liquido**  
alcool, benzina, gasolio...
- **gassoso**  
metano, idrogeno, propano...

In realtà anche le sostanze solide e liquide normalmente partecipano all'incendio attraverso lo sviluppo di sostanze gassose.

---

---

---

---

---

---

---

---



## Riassumendo...

### Temperatura di accensione o autoaccensione

È la minima temperatura alla quale la miscela combustibile-comburente inizia a bruciare in modo continuo.

acetone	540 °C
gasolio	220 °C
idrogeno	560 °C
alcol metilico	455 °C
carta	230 °C
legno	220 – 250 °C
gomma sintetica	300 °C
metano	537 °C



---

---

---

---

---

---

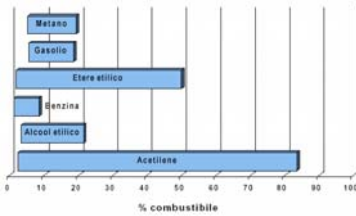
---

---

## Riassumendo...

### Limiti di infiammabilità

Affinché una sostanza combustibile possa accendersi è necessario che la composizione della miscela in aria sia compresa nei **limiti di infiammabilità**.



---

---

---

---

---

---

---

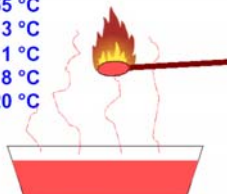
---

## Riassumendo...

### Temperatura di infiammabilità

È la temperatura minima alla quale i **liquidi** emettono vapori in quantità tale da incendiarsi in caso di innesco.

gasolio	65 °C
alcol etilico	13 °C
alcol metilico	11 °C
acetone	-18 °C
benzina	-20 °C



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Cause di innesco

- **accensione diretta**  
operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, scariche elettriche od elettrostatiche
- **accensione indiretta**  
correnti d'aria calda generate da un incendio, conduzione attraverso gli elementi metallici strutturali
- **atrito**  
malfunzionamento di parti meccaniche in movimento
- **autocombustione o riscaldamento spontaneo**  
processi di ossidazione, reazioni chimiche, fermentazioni biologiche

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Dinamica dell'incendio



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Trasmissione del calore e propagazione degli incendi

- **conduzione**  
l'energia vibrazionale si trasferisce dalle molecole a maggior energia cinetica a quelle vicine (metalli).  
↳ una putrella passante attraverso un muro a prova di fuoco può essere causa di propagazione dell'incendio
- **convezione**  
gas o liquidi caldi hanno minore densità e tendono dunque a salire generando moti convettivi nella massa di fluido.  
↳ nell'incendio di un edificio, i gas caldi prodotti dalla combustione salgono verso l'alto e possono diffondere il fuoco ai piani superiori
- **irraggiamento**  
l'energia si propaga anche in assenza di materia come radiazione elettromagnetica  
↳ l'irraggiamento decade col quadrato della distanza dalla sorgente radiante

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Prodotti della combustione

La combustione, oltre allo sviluppo di energia (calore e luce), produce gas e fumi.

#### - gas di combustione

- anidride carbonica (combustione completa)
- ossido di carbonio (combustione incompleta)
- anidride solforosa, idrogeno solforato
- fosgene, acido cloridrico
- acido cianidrico
- ...

La composizione dipende dal tipo di combustibile, dalla quantità di ossigeno disponibile e dalla temperatura raggiunta dall'incendio.

#### - fumi

sono formati da piccolissime particelle solide (incombusti e ceneri) o liquide (generalmente vapore acqueo) che vengono trascinate dai gas caldi.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Effetti dei prodotti della combustione

- Nella stragrande maggioranza dei casi, la mortalità per incendio è da attribuire all'inalazione dei **gas di combustione** (per anossia o tossicità).
- I **fumi** sono normalmente prodotti in quantità tale da impedire la visibilità, ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone presenti.
- Il **calore** è la causa principale di propagazione degli incendi. Il riscaldamento dei materiali esposti può portare al loro danneggiamento e alla distruzione. Sono possibili anche cedimenti strutturali degli edifici.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Principali cause di morte per incendio



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Classificazione dei fuochi



**A** fuochi di materie solide, generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con produzione di braci che ardono allo stato solido



**B** fuochi di liquidi o di solidi che possono liquefarsi



**C** fuochi di gas

**D** fuochi di metalli

Si tratta di una classificazione importante ai fini della individuazione del migliore mezzo estinguente.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Modalità di azione degli agenti estinguenti

**raffreddamento**  
sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione

**soffocamento**  
separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente in aria



**esaurimento del combustibile**  
allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio di incendio

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Uso degli agenti estinguenti

Agente	Classe				Note
	A	B	C	E	
Acqua	■	■*	■	■	Esclusi materiali e apparecchiature danneggiabili dall'acqua * solo se nebulizzata
Schiuma	■	■	■	■	Esclusi materiali e apparecchiature danneggiabili dall'acqua
CO <sub>2</sub>	■	■	■	■	Andare i locali dopo l'uso. Esclusi materiali e apparecchiature che non sopportano forti sbalzi di temperatura
Polveri	■	■	■	■	Esclusi i materiali e le apparecchiature danneggiabili dalla polvere.
Sabbia	■	■	■	■*	* solo se asciutta

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Principali misure di prevenzione

• Le principali misure di prevenzione incendi, finalizzate alla riduzione della probabilità di accadimento, possono essere così sintetizzate:

1. Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte
2. Dispositivi di sicurezza degli impianti di distribuzione e utilizzazione delle sostanze infiammabili
3. Ventilazione dei locali
4. Utilizzazione di materiali incombustibili
5. Segnaletica di sicurezza ad hoc per i rischi presenti
6. Corretto deposito dei materiali combustibili e degli scarti di lavorazione
7. Identificazione delle aree ove il fumo di sigaretta è pericoloso
8. Attuazione di misure di controllo per gli incendi dolosi

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Principali misure di protezione

#### Protezione passiva

1. Distanze di sicurezza
2. Resistenza al fuoco e compartimentazione
3. Sistema vie di uscita
4. Reazione al fuoco dei materiali

#### Protezione attiva

1. Attrezzature e impianti di estinzione
2. Sistemi di allarme
3. Segnaletica di sicurezza
4. Illuminazione di sicurezza
5. Evacuatori di fumo e calore

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### La protezione passiva

- ✓ **Distanze di sicurezza** : sono determinate in funzione dell'energia termica irradiata dalle fiamme dell'incendio.
- ✓ **Resistenza al fuoco** : rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi strutturali di un edificio. Può definirsi come la capacità di un elemento di costruzione a conservare :

✓ Gli elementi costruttivi sono classificati in base alla loro attitudine a resistere al fuoco ed ad impedirne la propagazione.

conservano le caratteristiche suindicate.

- ✓ **Barriere antincendio** : sono finalizzate ad impedire la propagazione di incendi (es. muri e porte tagliafuoco)

---

---

---

---

---

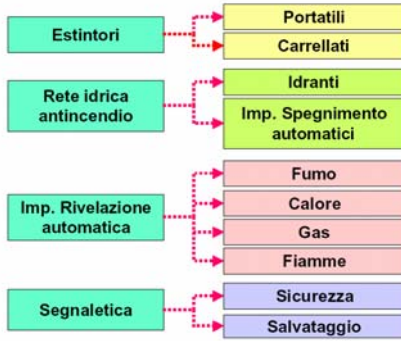
---

---

---

## Riassumendo...

### La protezione attiva



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### L'estintore

#### Modalità d'uso

1. Togliere la spina di sicurezza
2. Tenere con una mano l'apparecchio impugnando la leva
3. Impugnare la lancia con l'altra mano
4. Premere a fondo la leva e dirigere il getto alla base delle fiamme



N.B. A seconda dell'agente estinguente contenuto, l'estintore può essere indicato solo su determinate tipologie di fuoco.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Segnaletica di sicurezza antincendio: SEGNALI DI AVVERTIMENTO



Tensione elettrica pericolosa



Materia infiammabile



Materia comburente



Materia esplosiva

---

---

---

---

---

---

---

---



## Riassumendo...

### Segnaletica di sicurezza antincendio: SEGNALI DI DIVIETO



Vietato fumare



Vietato usare fiamme libere



Divieto di spegnere con acqua



Divieto ingresso ai non autorizzati

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Segnaletica di sicurezza antincendio: ATTREZZATURA ANTINCENDIO



Estintore



Allarme



Coperta antifiamma



Naspo



Colonna



Porta tagliafuoco a chiusura automatica

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Segnaletica di sicurezza antincendio: SEGNALI DI SALVATAGGIO



Usc. emergenza



Usc. emergenza



Scala emergenza



Punto di raduno



Pronto soccorso



Uscita emergenza per disabili

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Cos'è un Piano di emergenza?

- Si definisce **emergenza** ogni scostamento dalle normali condizioni operative, tale che si possano determinare condizioni di danno agli uomini e alle cose.
- Fronteggiare l'emergenza è più facile se la possibile evoluzione degli eventi è stata studiata e sono state individuate le soluzioni da attuare.
- Il Piano individua ruoli e compiti (**chi fa cosa**) delle persone incaricate di affrontare la situazione di emergenza.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Il Piano di emergenza antincendio: obiettivi

- definire le azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso di incendio;
- definire le modalità per chiedere l'intervento dei Vigili del Fuoco e per condurli, al loro arrivo, sul luogo dell'incendio;
- stabilire le procedure con le quali viene attivata l'evacuazione parziale o totale del Presidio Ospedaliero.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### In presenza di un incendio, alcune regole generali...

- non usate gli ascensori;
- non aprire porte o finestre per non alimentare con nuovo ossigeno l'incendio stesso;
- prima di entrare in un locale nel quale si sospetta un incendio, accertarsi se la porta di ingresso è calda;
- aprendo una porta dove può essersi sviluppato un incendio, non rimanete sulla soglia ma aspettate prima il ritorno di fiamma che si crea all'atto dell'apertura;
- in presenza dei fumi dell'incendio, che tendono a disporsi nella parte alta del locale, è consigliabile allontanarsi muovendosi carponi;
- evitate che il fuoco si interponga tra voi e la via di fuga.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riassumendo...

### Principali cause d'incendio

I dati si riferiscono ad una indagine condotta negli USA su un campione di



---

---

---

---

---

---

---

---

### Riferimenti

- Ciampa "I servizi ausiliari di bordo" Vol. I Ed. Liguori, Napoli
- Ciampa "I servizi ausiliari di bordo" Vol. II Ed. Liguori, Napoli
- Corbo, "Manuale di Prevenzione degli Incendi", Ed. Pirola
- Mannella "Elementi di tecnica navale" Ed. Mursia
- Mannella "Normative di sicurezza marittima" Ed. Mursia
- Monte, "Elementi di Impianti Industriali", Vol. I, Libreria Cortina, Torino
- Petronzi, Vecchia, Formisano "Teoria e tecnica delle navi" Ed. Vingiani, Napoli
- USL 6 Livorno "Il rischio di incendio: misure di prevenzione e protezione"
- USL 6 Livorno "Piani di emergenza antincendio"
- <http://projects.elis.org/>
- <http://www.gielle.it>
- <http://www.imo.org>
- <http://www.marioff.com/>
- <http://www.starsprinkler.it/>
- <http://www.vfv.it>
- <http://www.Ings.infn.it/spp/MARIO%20DIONISIO/Fire%20detection%20systems.pdf>

---

---

---

---

---

---

---

---

### □ NOTA INFORMATIVA

Il contenuto della presentazione comprensivo di tutti i dati, informazioni, comunicazioni, software, foto, grafici, disegni e in generale qualsiasi materiale e servizio ivi presente, ove non diversamente indicato sono di proprietà dei rispettivi autori. Il materiale è stato tratto dalla consultazione di siti web con finalità esclusivamente didattiche o di ricerca scientifica, indicando la fonte, in osservanza a quanto stabilito dalla Legge n° 633/41 e dal D.Lvo n° 169/1999.

### □ ESCLUSIONE DI RESPONSABILITÀ

Il presente materiale serve per consentire al pubblico un più ampio accesso all'informazione. L'obiettivo perseguito è quello di fornire un'informazione aggiornata e precisa. Qualora dovessero essere segnalati degli errori, si provvederà a correggerli. Non si assume alcuna responsabilità per quanto riguarda il materiale contenuto. Tale materiale è costituito da informazioni di carattere esclusivamente generale che non riguardano fatti specifici relativi ad una persona o un organismo determinati. Non è sempre necessariamente esauriente, completo, preciso o aggiornato. E' talvolta collegato con siti esterni sui quali non si dispone di alcun controllo e per i quali non assume alcuna responsabilità. Non costituisce un parere di tipo professionale o legale. Va ricordato che non si può garantire che un documento disponibile in linea riproduca esattamente un testo adottato ufficialmente. Parte dei dati o delle informazioni presenti nel sito sono stati inseriti o strutturati in archivi o formati che possono non essere esenti da errori. Non si può pertanto garantire che il servizio non sia influenzato da tali problemi. La presente clausola di esclusione della responsabilità non ha lo scopo di limitare le responsabilità in violazione di disposizioni della legge nazionale applicabile, né di escluderla nei casi in cui non può essere esclusa in forza di detta legge.

---

---

---

---

---

---

---

---