



Ministero dell'Interno

Dipartimento dei Vigili del Fuoco,
del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
Corpo Nazionale Vigili del Fuoco



**Corsi di Prevenzione Incendi, Lotta Antincendi
e Gestione Emergenze
di cui al D.Lgs 81/08 ed alla L. 609/96**

L'incendio e la prevenzione incendi

PRINCIPI DELLA COMBUSTIONE

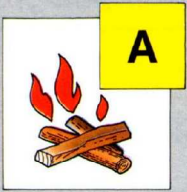

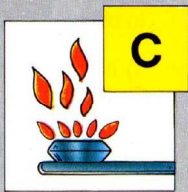
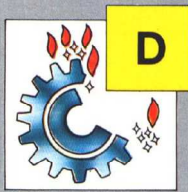
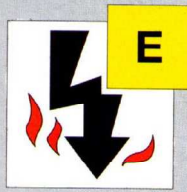
*La combustione è una reazione chimica sufficientemente rapida di una sostanza **combustibile** con un **comburente** che da luogo allo sviluppo di calore, fiamma, gas, fumo e luce.*



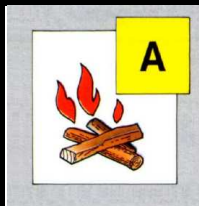
Solitamente il comburente è l'ossigeno contenuto nell'aria.

La combustione può avvenire con o senza sviluppo di fiamme superficiali.

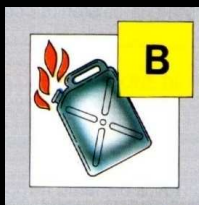
CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

CLASSE					
MATERIALI COINVOLTI	<i>Solidi combustibili comuni con formazioni di braci.</i>	<i>Liquidi infiammabili e solidi che fondono prima di bruciare.</i>	<i>Gas infiammabili.</i>	<i>Sostanze chimiche reattive spontaneamente combustibili con l'aria o reattive con acqua con possibilità di esplosione.</i>	<i>Apparecchiature elettriche sotto tensione, Non inclusa nella class. del C.E..N.</i>

Esempi di materiali attribuiti alle quattro classi di fuoco



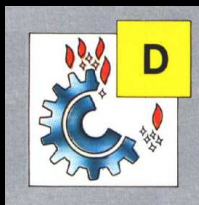
*Carta - Legna - Segatura - Trucioli - Stoffa - Rifiuti - Cere
- Cartoni - Libri - Pece - Carboni - Bitumi grassi - Paglia
Stracci unti - Fuliggine - Torba - Carbonella - Celluloide
Vernici alla nitro - Materie plastiche - Pellicole
cinematografiche - Solidi combustibili*



*Nafta - Benzine - Petrolio - Alcool - Oli pesanti - Etere
solforico - Glicerina - Vernici - Gomme - Resine - Fenoli
Zolfo - Trementina - Solidi che si possono liquefare
- Liquidi infiammabili*



*Metano - Cloro - Gas illuminante - Acetilene - Propano
Idrogeno- Cloruro di metile - Gas infiammabili*



*Magnesio - Potassio - Fosforo - Sodio - Metalli infiammabili
- Carburi - Electron (Al-Mg)*

Le sorgenti di INNESCO

L'INNESCO È L'ELEMENTO CHE, A CONTATTO CON LA MISCELA INFIAMMABILE, AVVIA LA REAZIONE DI COMBUSTIONE.

ESSO PUO ESSERE COSTITUITO DA QUALUNQUE SORGENTE DI CALORE.

Le fonti di innesco possono essere suddivise in quattro categorie:

- ***Accensione diretta***
- ***Accensione indiretta***
- ***Attrito***
- ***Autocombustione o riscaldamento spontaneo***

Le sorgenti di INNESCO

ACCENSIONE DIRETTA quando una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in contatto con un materiale combustibile in presenza di ossigeno.	operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, lampade e resistenze elettriche, scariche statiche.
ACCENSIONE INDIRETTA quando il calore d'innescò avviene nelle forme della convezione, conduzione e irraggiamento termico.	correnti di aria calda generate da un incendio e diffuse attraverso un vano scala o altri collegamenti verticali negli edifici; propagazione di calore attraverso elementi metallici strutturali degli edifici.
ATTRITO quando il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali.	<i>malfunzionamento di parti meccaniche rotanti quali cuscinetti, motori; urti; rottura violenta di materiali metallici.</i>
AUTOCOMBUSTIONE O RISCALDAMENTO SPONTANEO quando il calore viene prodotto dallo stesso combustibile come ad esempio lenti processi di ossidazione, reazione chimiche, decomposizioni esotermiche in assenza d'aria, azione biologica.	<i>cumuli di carbone, stracci o segatura imbevuti di olio di lino, polveri di ferro o nichel, fermentazione di vegetali.</i>

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

I prodotti della combustione sono suddivisibili in quattro categorie:

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

Gas di combustione

I gas di combustione sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C.

I principali gas di combustione sono:

<i>ossido di carbonio</i>	<i>aldeide acrilica</i>
<i>anidride carbonica</i>	<i>fosgene</i>
<i>idrogeno solforato</i>	<i>ammoniaca</i>
<i>anidride solforosa</i>	<i>ossido e perossido di azoto</i>
<i>acido cianidrico</i>	<i>acido cloridrico</i>

Fiamme

Le fiamme sono costituite dall'emissione di luce e calore conseguente alla combustione di una sostanza solida, liquida o gassosa.

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

Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas

<i>Colore della fiamma</i>		<i>Temperatura (°C)</i>
Rosso nascente		525
Rosso scuro		700
Rosso ciliegia		900
Giallo scuro		1100
Giallo chiaro		1200
Bianco		1300
Bianco abbagliante		1500

Fumi

I fumi sono formati da piccolissime **particelle solide** (aerosol), **liquide** (nebbie o vapori condensati).

Le particelle **solide** sono sostanze incombuste che si formano quando la combustione avviene in carenza di ossigeno e vengono trascinate dai gas caldi prodotti dalla combustione stessa.

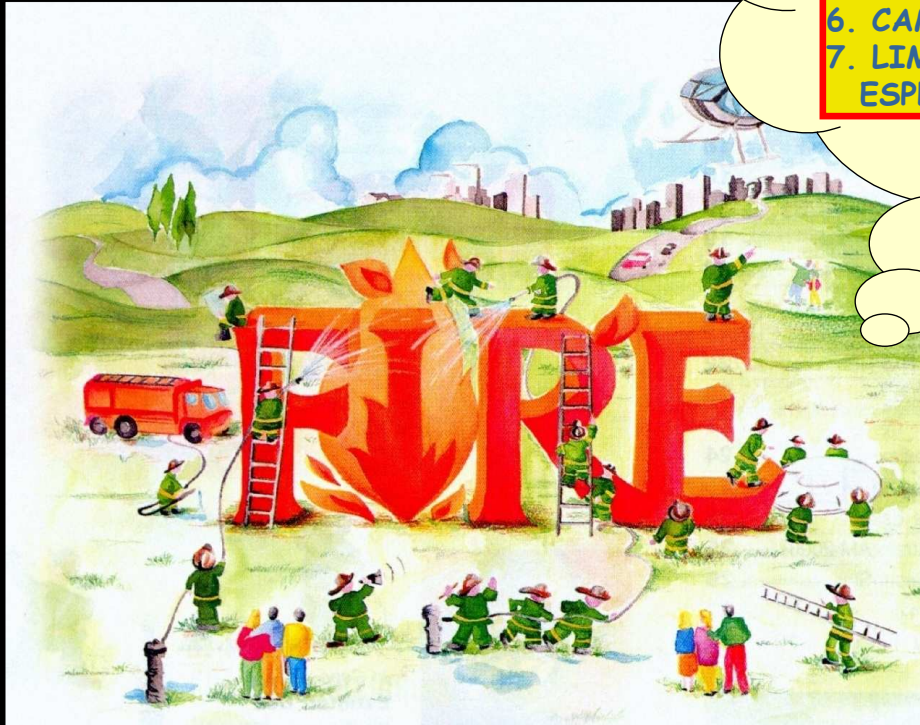
Le particelle **liquide**, invece, sono costituite essenzialmente da vapore d'acqua che al di sotto dei 100°C condensa dando luogo a fumo di colore bianco.

Calore

Il calore è la causa principale della propagazione degli incendi. Realizza l'aumento della temperatura di tutti i materiali ed i corpi esposti, provocandone il danneggiamento fino alla distruzione.

I PARAMETRI FISICI DELLA COMBUSTIONE

1. TEMPERATURA DI ACCENSIONE
2. TEMPERATURA TEORICA DI COMBUSTIONE
3. ARIA TEORICA DI COMBUSTIONE
4. POTERE CALORIFICO
5. TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'
6. CAMPO DI INFIAMMABILITA'
7. LIMITI DI INFIAMMABILITA' E DI ESPLODIBILITA'



1. TEMPERATURA DI ACCENSIONE O AUTOACCENSIONE

- E' LA MINIMA TEMPERATURA DI UNA SOSTANZA SOLIDA, LIQUIDA O GASSOSA ALLA QUALE LA SOSTANZA DEVE ESSERE RISCALDATA PER PRENDERE FUOCO E CONTINUARE A BRUCIARE IN ASSENZA DI SCINTILLA O FIAMMA.***

In altre parole :

È la temperatura massima raggiunta dai prodotti di combustione di una sostanza che brucia con una quantità di aria definita in un determinato ambiente

1. TEMPERATURA DI ACCENSIONE O AUTOACCENSIONE

SOSTANZE	Temperatura di accensione (°C) <i>valori indicativi</i>
acetone	540
benzina	250
gasolio	220
idrogeno	560
alcool metilico	455
carta	230
legno	220-250
gomma sintetica	300
metano	537

2. TEMPERATURA TEORICA DI COMBUSTIONE

- ***E' IL PIU' ELEVATO VALORE DI TEMPERATURA RAGGIUNTO DAI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE DI UNA DETERMINATA SOSTANZA***

In altre parole è la temperatura richiesta perché:

- **Una sostanza venendo a contatto con l'aria possa accendersi da sola;**
- **Una miscela combustibile-aria possa accendersi da sola per riscaldamento della massa.**

2. TEMPERATURA TEORICA DI COMBUSTIONE

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

3. ARIA TEORICA DI COMBUSTIONE

- É LA QUANTITÀ DI ARIA NECESSARIA PER RAGGIUNGERE LA COMBUSTIONE COMPLETA DI TUTTI I MATERIALI COMBUSTIBILI**

SOSTANZE	Aria teorica di combustione (Nmc/Kg)
Legno	5
Carbone	8
Benzina	12
Alcool etilico	7,5
Polietilene	12,2
Propano	13
Idrogeno	28,5

4. POTERE CALORIFICO

- **É LA QUANTITÀ DI CALORE PRODOTTA DALLA COMBUSTIONE COMPLETA DELL'UNITÀ DI MASSA O DI VOLUME DI UNA DETERMINATA SOSTANZA COMBUSTIBILE;**

Più specificatamente:

si definisce **potere calorifico superiore** la quantità di calore sviluppata dalla combustione considerando il calore latente di vaporizzazione

si definisce **potere calorifico inferiore** la quantità di calore sviluppata dalla combustione non considerando il calore latente di vaporizzazione

4. POTERE CALORIFICO

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

SOSTANZE	Potere calorifico inferiore (MJ/Kg)
legno	17
carbone	30-34
benzina	42
alcool etilico	25
polietilene	35-45
propano	46
idrogeno	120

5. TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'

- ***E' LA MINIMA TEMPERATURA ALLA QUALE UNA SOSTANZA LIQUIDA EMETTE UNA QUANTITA' DI VAPORI SUFFICIENTE A FORMARE CON L'ARIA, UNA MISCELA IN GRADO INCENDIARSI SE VIENE A CONTATTO CON UNA FONTE D'INNESCO.***

In altre parole è la temperatura richiesta perchè:

I liquidi combustibili emettano vapori in quantità tali da incendiarsi in caso di innesco

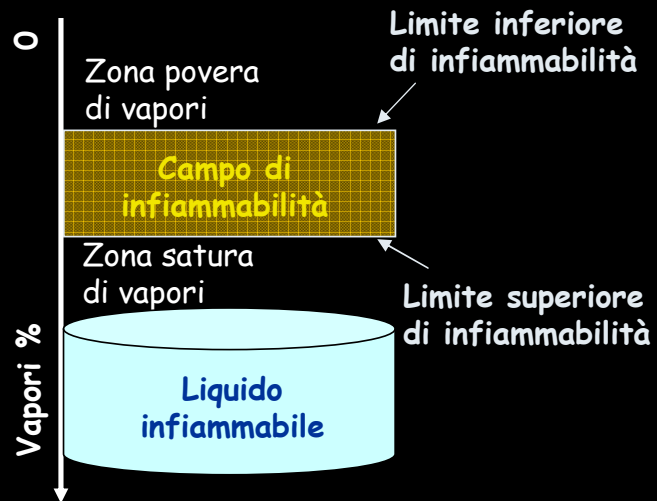
- ***Quindi per bruciare, in presenza di innesco, un liquido infiammabile deve passare dallo stato liquido allo stato di vapore***

5. TEMPERATURA DI INFIAMMABILITA'

SOSTANZE	Temperatura di Infiammabilità (°C) <i>Valori indicativi</i>
gasolio	65
acetone	- 18
benzina	- 20
alcool metilico	11
alcool etilico	13
toluolo	4
olio lubrificante	149

6. CAMPO DI INFIAMMABILITA'

- **E' IL CAMPO DI CONCENTRAZIONI ARIA/VAPORI, COMPRESO TRA I LIMITI INFERIORE E SUPERIORE DI INFIAMMABILITA, ALL'INTERNO DEL QUALE SI HA, IN CASO DI INNESCO, L'ACCENSIONE E LA PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA NELLA MISCELA**



7. LIMITI DI INFIAMMABILITA'

- **SONO LE CONCENTRAZIONI MINIMA E MASSIMA DI UN COMBUSTIBILE IN MISCELA CON UN OSSIDANTE, ALLE QUALI LA COMBUSTIONE, UNA VOLTA INIZIATA IN QUALSIASI PUNTO DELLA MISCELA, SI PROPAGA A TUTTA LA MASSA.**

LIMITE INFERIORE DI INFIAMMABILITÀ:

E' la più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile

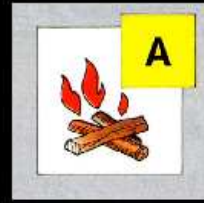
LIMITE SUPERIORE DI INFIAMMABILITÀ:

E' la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile.

7. LIMITI DI INFIAMMABILITA'

SOSTANZE	<i>Limite inferiore (% in volume)</i>	<i>Limite superiore (% in volume)</i>
acetone	2,5	13
ammoniaca	15	18
benzina	1	6,5
gasolio	0,6	6,5
idrogeno	4	75,6
metano	5	15

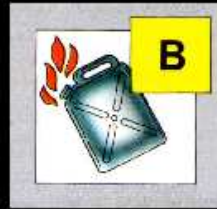
COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE



I principali fattori che influenzano la combustione dei solidi sono:

- ◆ natura;
- ◆ grado di porosità del materiale
- ◆ pezzatura e forma (rapporto tra il volume e la superficie esterna);
- ◆ contenuto di umidità;
- ◆ condizioni di ventilazione

LA COMBUSTIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI



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

Affinché un liquido infiammabile bruci in presenza di innesco, è necessario che passi dallo stato liquido allo stato di vapore ad una determinata concentrazione.

LA COMBUSTIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

Caratteristiche di pericolosità:

- ◆ elevato potere calorico (1Kg \approx 10.000 Kcal)
- ◆ naturale tendenza all'evaporazione
- ◆ rapida propagazione dell'incendio
- ◆ minima energia d'innescio
- ◆ minor peso specifico rispetto all'acqua (tendono a galleggiare)
- ◆ maggiore densità dei vapori rispetto all'aria (tendono ad accumularsi in basso)

CLASSIFICAZIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

La normativa di prevenzione incendi classifica i liquidi infiammabili in base alla **temperatura di infiammabilità** del liquido classificandoli :

Categoria A temperatura di infiammabilità < 21 °C
Categoria B 21 °C ≤ temperatura di infiammabilità < 65 °C
Categoria C temperatura di infiammabilità ≥ 65 °C

SOSTANZE	Temperatura di infiammabilità (°C)	Categoria
acetone	-18	A
benzina	-20	A
alcool metilico	11	A
alcool etilico	13	A
toluolo	4	A
gasolio	55	B
Olio lubrificante	149	C

LA COMBUSTIONE DEI GAS INFIAMMABILI



I gas infiammabili ai fini della combustione hanno un comportamento simile a quello dei vapori dei liquidi infiammabili, con la pericolosa differenza che si *miscelano naturalmente con l'aria*.

Caratteristica principale che contraddistingue le sostanze gassose da quelle solide e liquide, è la *capacità di diffondersi rapidamente nell'ambiente* dando luogo a miscele che innescate, con *apporti minimi di energia*, in pochi secondi sviluppano fiamme che raggiungono temperature dell'ordine di 1000 °C.

CLASSIFICAZIONE DEI GAS INFIAMMABILI In funzione delle loro caratteristiche fisiche

GAS LEGGERO

Gas avente densità rispetto all'aria $\leq 0,8$

Un gas leggero quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare verso l'alto.

Gas leggeri sono: (idrogeno, metano)

GAS PESANTE

Gas avente densità rispetto all'aria $> 0,8$

Un gas pesante quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare ed a permanere nella parte bassa dell'ambiente ovvero a penetrare in cunicoli o aperture praticate a livello del piano di calpestio.

Gas pesanti sono: (GPL, acetilene)

CLASSIFICAZIONE DEI GAS INFIAMMABILI In funzione delle loro modalità di conservazione

- ◆ Gas compressi
- ◆ Gas liquefatti
- ◆ Gas disciolti
- ◆ Gas criogenici o refrigerati

GAS COMPRESSO

Gas che vengono conservati allo stato gassoso ad una pressione superiore a quella atmosferica in appositi recipienti detti bombole o trasportati attraverso tubazioni.

Appartengono a questa categoria:

- ◆ Idrogeno (H_2) (gas con il maggior campo d'infiammabilità)
- ◆ Metano (CH_4)
- ◆ Ossido di carbonio (CO)

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

GAS LIQUEFATTI (GPL)

Sono idrocarburi gassosi e loro miscele, che per le loro caratteristiche chimico-fisiche sono facilmente liquefattibili a temperatura ambiente con modeste pressioni.

Il vantaggio della conservazione di gas allo stato liquido consiste nella possibilità di detenere grossi quantitativi di prodotto in spazi contenuti, in quanto un litro di gas liquefatto può sviluppare nel passaggio di fase fino a 800 litri di gas.

Appartengono a questa categoria:

- ◆ butano
- ◆ propano
- ◆ ammoniacca
- ◆ cloro
- ◆ etilene

I contenitori di gas liquefatto debbono garantire una parte del loro volume geometrico sempre libera dal liquido per consentire allo stesso l'equilibrio con la propria fase vapore; pertanto è prescritto un limite massimo di riempimento dei contenitori detto grado di riempimento.

GAS LIQUEFATTO	Grado di riempimento (kg/dm³)
ammoniaca	0,53
cloro	1,25
butano	0,51
propano	0,42
GPL miscela	0,43-0,47
CO₂	0,75

GAS DISCIOLTI

Gas che sono conservati in fase gassosa disciolti entro un liquido ad una determinata pressione

Appartengono a questa categoria:

- ◆ acetilene (C_2H_2)
- ◆ anidride carbonica

GAS REFRIGERATI

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.

BREAK



CAUSE E PERICOLI DI INCENDIO PIÙ COMUNI

- ◆ deposito o manipolazione non idonea di sostanze infiammabili o combustibili;
- ◆ accumulo di rifiuti , carta o altro materiale combustibile che può essere facilmente incendiato (accidentalmente o deliberatamente);
- ◆ negligenza nell'uso di fiamme libere e di apparecchi generatori di calore;
- ◆ inadeguata pulizia delle aree di lavoro e scarsa manutenzione delle apparecchiature;
- ◆ impianti elettrici o utilizzatori difettosi, sovraccaricati e non adeguatamente protetti ;

CAUSE E PERICOLI DI INCENDIO PIÙ COMUNI

- ◆ riparazioni o modifiche di impianti elettrici effettuate da persone non qualificate;
- ◆ apparecchiature elettriche lasciate sotto tensione anche quando inutilizzate;
- ◆ utilizzo non corretto di impianti di riscaldamento portatili;
- ◆ ostruire la ventilazione di apparecchi di riscaldamento, macchinari, apparecchiature elettriche e di ufficio;
- ◆ fumare in aree ove è proibito, o non usare il posacenere;
- ◆ negligenze di appaltatori o di addetti alla manutenzione;

SOSTANZE ESTINGUENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI INCENDIO

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

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

È di fondamentale importanza conoscere le proprietà e le modalità d'uso delle principali sostanze estinguenti:

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

ACQUA

L'acqua è la sostanza estinguente per antonomasia conseguentemente alla facilità con cui può essere reperita a basso costo.

La sua azione estinguente si esplica con le seguenti modalità:

- ◆ raffreddamento del combustibile per assorbimento del calore;
- ◆ azione di 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.

L'acqua quale agente estinguente è consigliato per incendi di combustibili solidi

ACQUA

Attenzione

L'acqua non può essere usata:

- ◆ **su apparecchiature elettriche sotto tensione**
- ◆ **su idrocarburi e liquidi infiammabili più leggeri dell'acqua**
- ◆ **su sostanze che reagiscono con l'acqua dando origine ad esplosioni o altre pericolose reazioni**
(es. sodio e potassio a contatto con l'acqua liberano idrogeno, il carburo di calcio a contatto con l'acqua libera acetilene, sodio, etc.)

SCHIUMA

La schiuma è un agente estinguente costituito da una soluzione in acqua di un liquido schiumogeno.

Sono disponibili diversi tipi di liquidi schiumogeni che vanno impiegati in relazione al tipo di combustibile

Esse sono impiegate normalmente per incendi di liquidi infiammabili.

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

L'azione estinguente delle schiume avviene per:

- ◆ separazione del combustibile dal comburente
- ◆ raffreddamento.

Attenzione

La schiuma non può essere usata:

- ◆ su apparecchiature elettriche sotto tensione

liquidi schiumogeni fluoro-proteinici

Sono formati da una base proteinica addizionata con composti fluorurati. Essi sono adatti alla formazione di schiume a bassa espansione, hanno un effetto rapido ed molto efficace su incendi di prodotti petroliferi.

liquidi schiumogeni sintetici

Sono formati da miscele di tensioattivi. Essi sono adatti alla formazione di tutti i tipi di schiume e garantiscono una lunga conservabilità nel tempo, sono molto efficaci per azione di soffocamento su grandi superfici e volumi.

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

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

liquidi schiumogeni per alcoli

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

POLVERI

Le polveri sono costituite da particelle solide finissime a base di bicarbonato di sodio, potassio, fosfati e sali organici.

Azione antincendio

L'azione estinguente delle polveri, in seguito alla decomposizione delle stesse per effetto delle alte temperature raggiunte nell'incendio, determina:

- ◆ **soffocamento (separazione del combustibile dal comburente)**
- ◆ **raffreddamento del combustibile incendiato**
- ◆ **effetto chimico sulla fiamma e inibizione del processo di combustione con azione anticatalitica**

Attenzione

Le polveri sono adatte per fuochi di classe A, B e C, mentre per incendi di classe D devono essere utilizzate polveri speciali.

Da usare in luoghi aperti

Danni alle apparecchiature

GAS INERTI

I gas inerti utilizzati per la difesa dagli incendi di ambienti chiusi sono generalmente **l'anidride carbonica** e in minor misura **l'azoto**.
L'anidride carbonica non risulta tossica per l'uomo, è un gas più pesante dell'aria perfettamente dielettrico, normalmente conservato come gas liquefatto sotto pressione.

Azione antincendio

L'azione estinguente dell'anidride carbonica si esplica:

- ◆ **soffocamento**, riducendo la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione
- ◆ **raffreddamento del combustibile**, dovuto all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.

IDROCARBURI ALOGENATI - HALON

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 cloro, bromo o fluoro. Gli HALON sono efficaci su incendi che si verificano in ambienti chiusi scarsamente ventilati e producono un'azione estinguente che non danneggia i materiali con cui vengono a contatto

Azione antincendio

L'azione estinguente degli HALON avviene attraverso :

- ◆ azione chimica (interruzione chimica della reazione di combustione tramite catalisi negativa)
- ◆ effetto inertizzante, riduce il campo di infiammabilità
- ◆ azione secondarie :soffocamento e raffreddamento

Attenzione

HALON per effetto delle alte temperature dell'incendio si decompongono producendo gas tossici per l'uomo già a basse concentrazioni, facilmente raggiungibili in ambienti chiusi e poco ventilati.

Il loro utilizzo è stato vietato da disposizioni legislative (Legge 28/12/93 n. 549) emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico.

AGENTI ESTINGUENTI ALTERNATIVI ALL'HALON

Gli agenti sostitutivi degli HALON generalmente combinano al vantaggio della **salvaguardia ambientale** lo svantaggio di una **minore capacità estinguente** rispetto agli HALON.

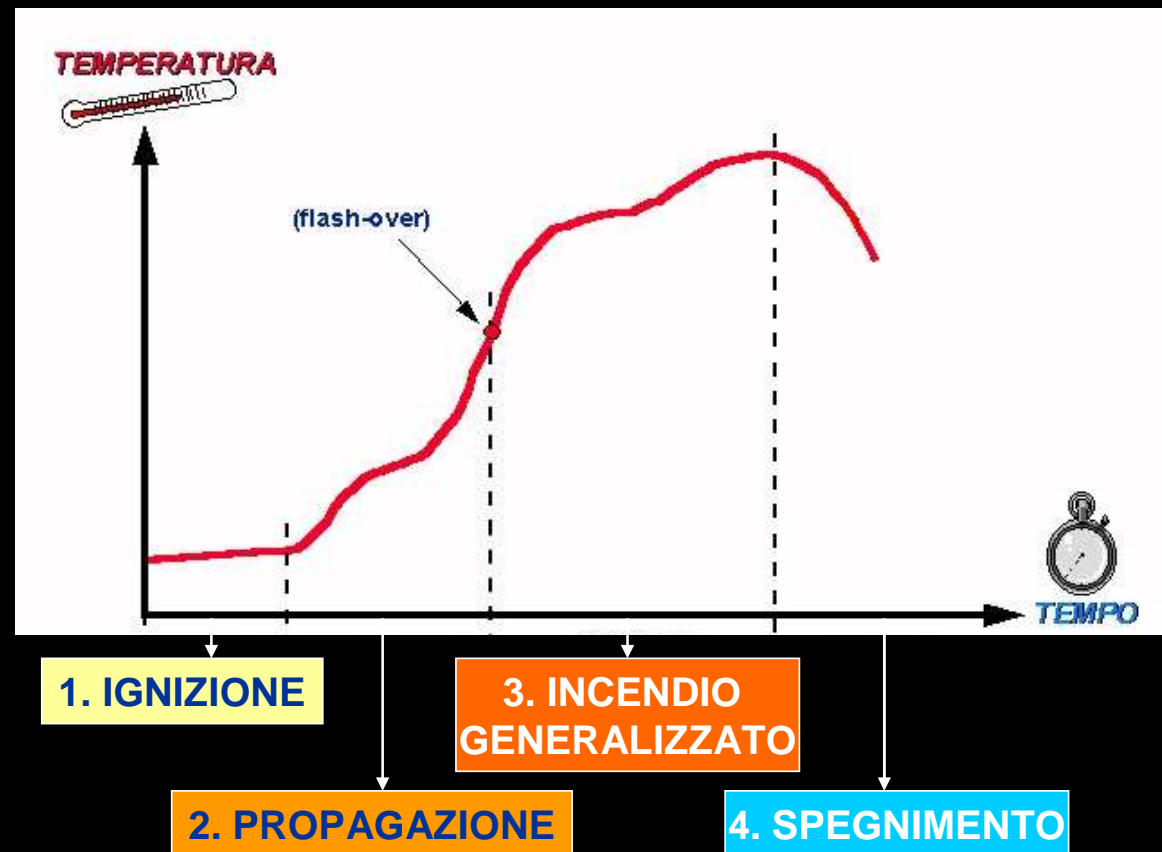
Esistono sul mercato prodotti inertizzanti e prodotti che agiscono per azione anticatalitica.

Agenti sostitutivi degli HALON che sono trattati nello standard NFPA 2001 (edizione 1994):

Nome commerciale
CEA-410
HALON 1201
NAF S-III
FE-241
FE-25
FM-200
PF-23
FE-13
INERGEN

DINAMICA DI UN INCENDIO TIPO

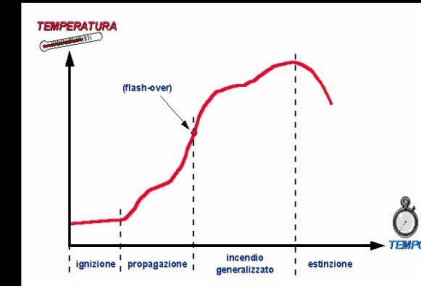
Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare quattro fasi caratteristiche:



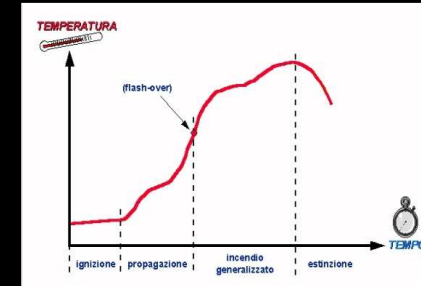
1. Fase di ignizione

dipende dai seguenti fattori:

- ◆ **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**



2. Fase di propagazione



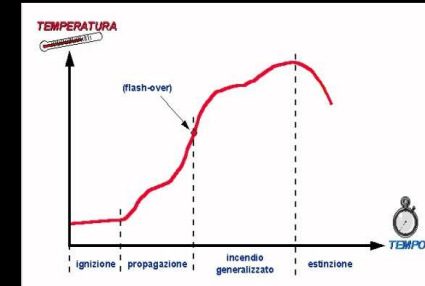
è caratterizzata da:

- ◆ *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.*

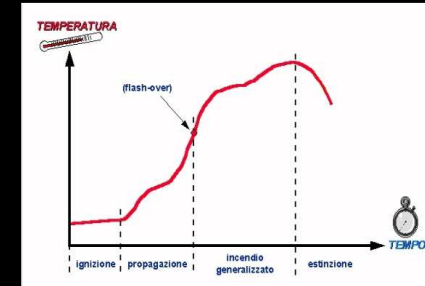
3. Fase di incendio generalizzato

caratterizzato da:

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



4. Fase di spegnimento



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

GRAFICO DELL'EVOLUZIONE DI UN INCENDIO (Tempi critici)

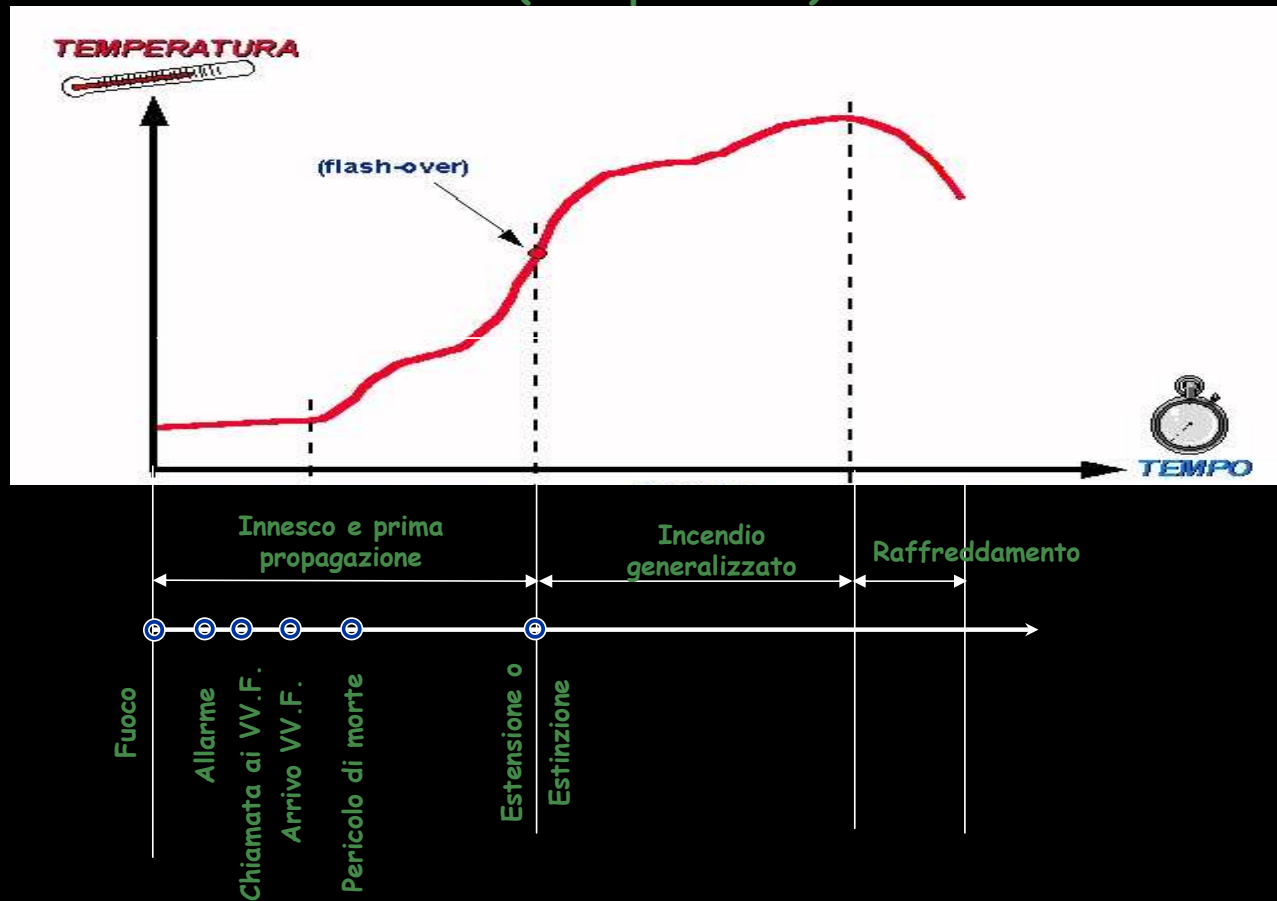
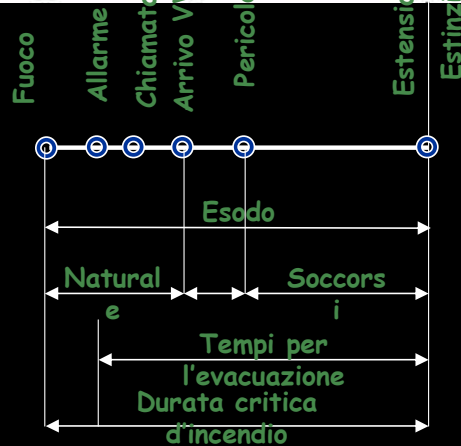
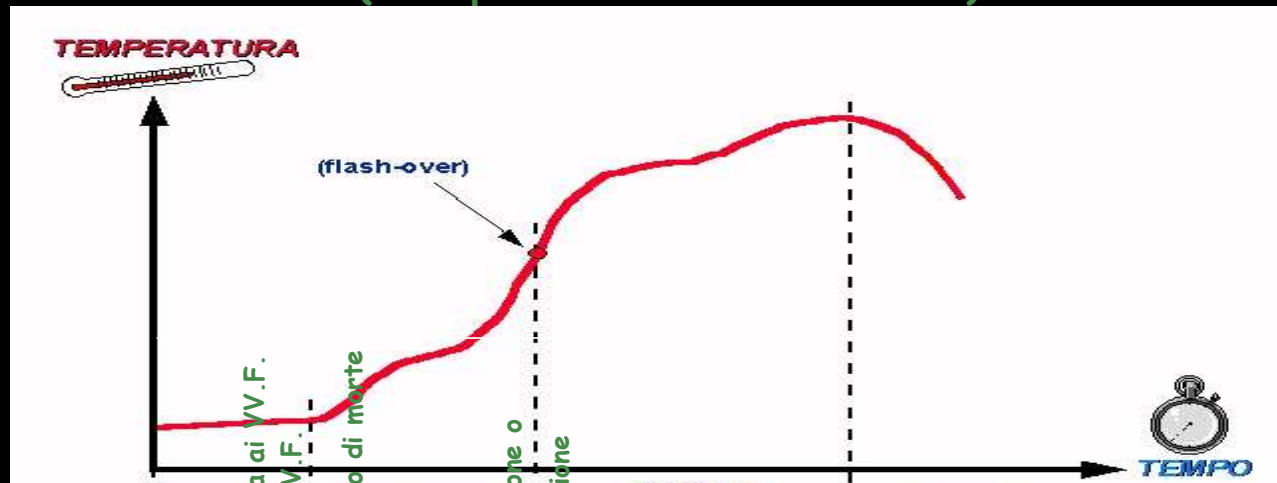


GRAFICO DELL'EVOLUZIONE DI UN INCENDIO

(Tempi di esodo e di soccorso)



EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

I principali effetti dell'incendio sull'uomo sono:

- ◆ ANOSSIA* (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria)
- ◆ AZIONE TOSSICA DEI FUMI
- ◆ RIDUZIONE DELLA VISIBILITÀ
- ◆ AZIONE TERMICA

Essi sono determinati dai prodotti della combustione:

- ◆ GAS DI COMBUSTIONE
- ◆ FIAMMA
- ◆ CALORE
- ◆ FUMO



GAS DI COMBUSTIONE

- ◆ ossido di carbonio (CO)
- ◆ anidride carbonica (CO₂)
- ◆ idrogeno solforato (H₂S)
- ◆ anidride solforosa (SO₂)
- ◆ ammoniaca (NH₃)
- ◆ acido cianidrico (HCN)
- ◆ acido cloridrico (HCl)
- ◆ perossido d'azoto (NO₂)
- ◆ aldeide acrilica (CH₂CHCHO)
- ◆ fosgene (COCl₂)

(*) insufficiente ossigenazione dei tessuti, per scarso apporto o per deficienza di utilizzazione dell'ossigeno

OSSIDO DI CARBONIO (CO)

E' sempre presente ed in notevoli quantità in incendi covanti in ambienti chiusi con scarsa ventilazione ed in tutti i casi ove scarseggia l'ossigeno necessario alla combustione.

Caratteristiche:

- ◆ **incolore**
- ◆ **inodore**
- ◆ **non irritante**

E' il più pericoloso dei gas tossici del sangue che si sviluppano durante un incendio, sia per l'elevato livello di tossicità, sia per i notevoli quantitativi generalmente sviluppati.

Meccanismo d'azione:

Il monossido di carbonio viene assorbito per via polmonare ed altera la composizione del sangue, formando con l'emoglobina dei globuli rossi la carbossiemoglobina ed impedendo la formazione dell'ossiemoglobina, elemento vitale per l'ossigenazione dei tessuti.

OSSIDO DI CARBONIO (CO)

Sintomatologia:

- ◆ Vertigini
- ◆ astenia
- ◆ impotenza muscolare
- ◆ cefalea
- ◆ nausea
- ◆ palpitazioni

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

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

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

Caratteristiche:

Si forma sempre in grandi quantità negli incendi

Meccanismo d'azione:

L'anidride carbonica è un **gas asfissiante** in quanto, pur non producendo effetti tossici sull'organismo umano, si sostituisce all'ossigeno dell'aria. Quando ne determina una diminuzione a valori inferiori al 17% in volume, produce asfissia.

Sintomatologia:

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 di CO₂ al 3% l'aumento è del 100%.

ACIDO CIANIDRICO (HCN)

Caratteristiche:

Gas altamente tossico si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete (carenza di ossigeno) di lana, seta, materie plastiche poliuretatiche e acriliche.

Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.

Meccanismo d'azione:

L'acido cianidrico è un aggressivo chimico asfissiante, impedisce l'ossigenazione cellulare impedendo il trasferimento dell'ossigeno al sangue.

Vie di penetrazione:

- ◆ inalatoria
- ◆ cutanea
- ◆ digerente

Sintomatologia:

- ◆ iperpnea (aumento della ventilazione polmonare per maggiore frequenza degli atti respiratori)
- ◆ colore della cute rosso
- ◆ cefalea
- ◆ ipersalivazione
- ◆ bradicardia (diminuzione della frequenza delle pulsazioni del cuore).

FOSGENE (COCl₂)

Il fosgene è un gas tossico che si sviluppa durante le combustioni di materiali che contengono il cloro, come per esempio alcune materie plastiche.

Esso diventa particolarmente pericoloso in ambienti chiusi.

Meccanismo d'azione:

Il fosgene a contatto con l'acqua o con l'umidità si scinde in anidride carbonica e acido cloridrico che è estremamente pericoloso in quanto intensamente caustico e capace di raggiungere le vie respiratorie.

Sintomatologia:

- ◆ irritazione (occhi, naso, e gola)
- ◆ lacrimazione
- ◆ secchezza della bocca
- ◆ costrizione toracica
- ◆ vomito
- ◆ mal di testa

EFFETTI DEL CALORE

Il calore è dannoso per l'uomo potendo causare la disidratazione dei tessuti, difficoltà o blocco della respirazione e scottature.

Una temperatura dell'aria di circa 150 °C è da ritenere la massima sopportabile sulla pelle per brevissimo tempo, a condizione che l'aria sia sufficientemente secca.

Tale valore si abbassa se l'aria è umida.

Purtroppo negli incendi sono presenti notevoli quantità di vapore acqueo.

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

L'irraggiamento genera ustioni sull'organismo umano che possono essere classificate a seconda della loro profondità in:

ustioni di I grado

superficiali

⇒ *facilmente guaribili*

ustioni di II grado

formazione di bolle e vescicole

⇒ *consultazione struttura sanitaria*

ustioni di III grado

profonde

⇒ *urgente ospedalizzazione*

ESPLOSIONE

L'esplosione è il risultato di una rapida espansione di gas dovuta ad una reazione chimica di combustione con rilascio improvviso di energia chimica, termica e meccanica.

Gli effetti dell' esplosione sono: produzione di calore, una onda d'urto ed un picco di pressione.

In funzione alla velocità di propagazione della fiamma nella miscela infiammabile non ancora bruciata si definisce :

DEFLAGRAZIONE se la velocità di propagazione è minore di quella del suono

DETONAZIONE se la velocità di propagazione è superiore a quella del suono

Una esplosione può aver luogo quando gas, vapori o polveri infiammabili, entro il loro campo di esplosività, vengono innescati da una fonte di innesco avente sufficiente energia.

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 dei seguenti obiettivi primari:

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



CONTROLLO E GESTIONE DEL RISCHIO

Il rischio di ogni evento incidentale è definito dalla funzione:

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

dove:

La **frequenza** è la probabilità che l'evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo

La **magnitudo** è l'entità delle possibili perdite e dei danni conseguenti al verificarsi dell'evento

Frequenza				
Elevata				
Medio Alta				
Medio Bassa				
Bassissima				
Magnitudo	Trascurabile	Modesta	Notevole	Ingente

possibilità di controllare e gestire il rischio di incendio attraverso l'adozione di misure di tipo preventivo o di tipo protettivo tendenti a ridurre rispettivamente la frequenza e la magnitudo

N.B.: Si noti che NON ESISTE UN'AREA DI RISCHIO NULLO.

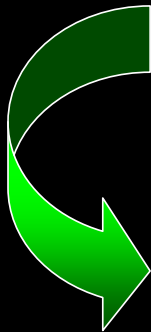
PRINCIPALI MISURE DI PREVENZIONE INCENDI

Finalizzate alla riduzione della probabilità di accadimento di un incendio, possono essere individuate in:

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

MISURE PRECAUZIONALI 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.



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

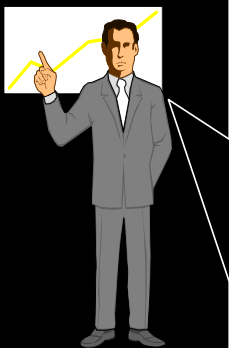
INFORMAZIONE E FORMAZIONE ANTINCENDI

E' obbligo del datore di lavoro fornire al personale una adeguata informazione e formazione al riguardo di :

A) rischi di incendio legati all'attività svolta nell'impresa ed alle specifiche mansioni svolte ;

B) misure di prevenzione e di protezione incendi adottate in azienda con particolare riferimento a :

- ubicazione dei presidi antincendio ;
- ubicazione e modalità di apertura delle porte delle uscite;
- l'importanza di tenere chiuse le porte resistenti al fuoco;
- i motivi per cui non devono essere utilizzati gli ascensori per l'evacuazione in caso di incendio



INFORMAZIONE E FORMAZIONE ANTINCENDI



C) procedure da adottare in caso di incendio ed in particolare:

- azioni da attuare quando si scopre un incendio;
- come azionare un allarme;
- azione da attuare quando si sente un allarme;
- procedure di evacuazione fino al punto di raccolta in luogo sicuro;
- modalità di chiamata dei vigili del fuoco.

D) i nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendi e gestione delle emergenze e pronto soccorso;

E) il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione dell'azienda.

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**