

28 marzo 2019

CORSO DI FORMAZIONE  
PER COORDINATORI PER LA PROGETTAZIONE E PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI  
abilitante ai sensi dell'art. 98 e dell'allegato XIV del dlgs 81/08

ing. Luca CHIMENTON

I RISCHI DI INCENDIO E DI ESPLOSIONE NEI CANTIERI



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI VENEZIA



**MODULO 1 – PREMESSA ALLA PREVENZIONE INCENDI**

**MODULO 2 – LA NORMATIVA DI PREVENZIONE INCENDI**

**MODULO 3 – LA PREVENZIONE, LA PROTEZIONE ED IL D.M. 10 MARZO 1998**

**MODULO 4 – L'INCENDIO E LA PREVENZIONE INCENDI**

**MODULO 5 – LE LAVORAZIONI A CALDO**



Come possiamo definire l'incendio ...



l'incendio e la prevenzione incendi



Come possiamo definire l'incendio ... azione distruttrice del fuoco.

**FUOCO:** l'insieme degli effetti calorifici (irraggiamento termico) e luminosi (fiamma) che spesso accompagnano una combustione viva, specialmente di combustibili solidi.  
(Era ritenuto dai filosofi greci uno dei quattro elementi costitutivi dell'universo, materia divina e incorruttibile degli astri e dell'anima.)

**COMBUSTIONE:** reazione (esotermica) di ossidazione di materiali ad opera di un comburente con notevole sviluppo di calore, fiamme, fumo e gas caldi.

EFFETTI:

- emanazione di energia sotto forma di luce e calore;
- trasformazione dei combustibili in altri elementi (prodotti della combustione).

l'incendio e la prevenzione incendi

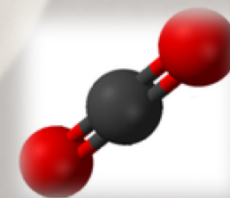
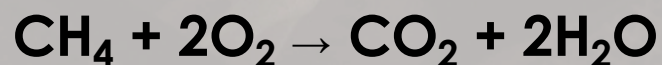
La combustione avviene normalmente per ossidazione degli atomi di carbonio (C) e di idrogeno (H) presenti nelle sostanze combustibili.

Nella combustione dei combustibili più comuni (legno, carbone, carta, idrocarburi, ecc.), costituiti in gran parte da carbonio e idrogeno, l'ossigeno dell'aria reagisce con l'idrogeno (formando acqua H<sub>2</sub>O sotto forma di vapore) e con il carbonio (formando anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ossido di carbonio (CO), fumi ecc.

### ESEMPIO

La combustione completa del metano, CH<sub>4</sub>, produce anidride carbonica e acqua, mentre in difetto di ossigeno possono avvenire numerose reazioni conducendo a diversi prodotti, tra i quali, oltre al monossido di carbonio, anche metanolo.

Volendo analizzare nel particolare la combustione del metano si ha che la reazione stechiometrica di combustione è:





Può avvenire con o senza sviluppo di fiamme superficiali ...



l'incendio e la prevenzione incendi

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 ma anche il protossido di azoto ( $N_2O$ ).

l'incendio e la prevenzione incendi

## CONDIZIONI NECESSARIE PER LA COMBUSTIONE

Presenza del **combustibile**





## CONDIZIONI NECESSARIE PER LA COMBUSTIONE

Presenza del **combustibile**



Presenza del **comburente**

Composizione dell'aria: Azoto ( $N_2$ ): 78,08%; Ossigeno ( $O_2$ ): 20,95%;  
Argon (Ar): 0,934%; altri gas nobili: 0,036%.



## CONDIZIONI NECESSARIE PER LA COMBUSTIONE

Presenza del **combustibile**



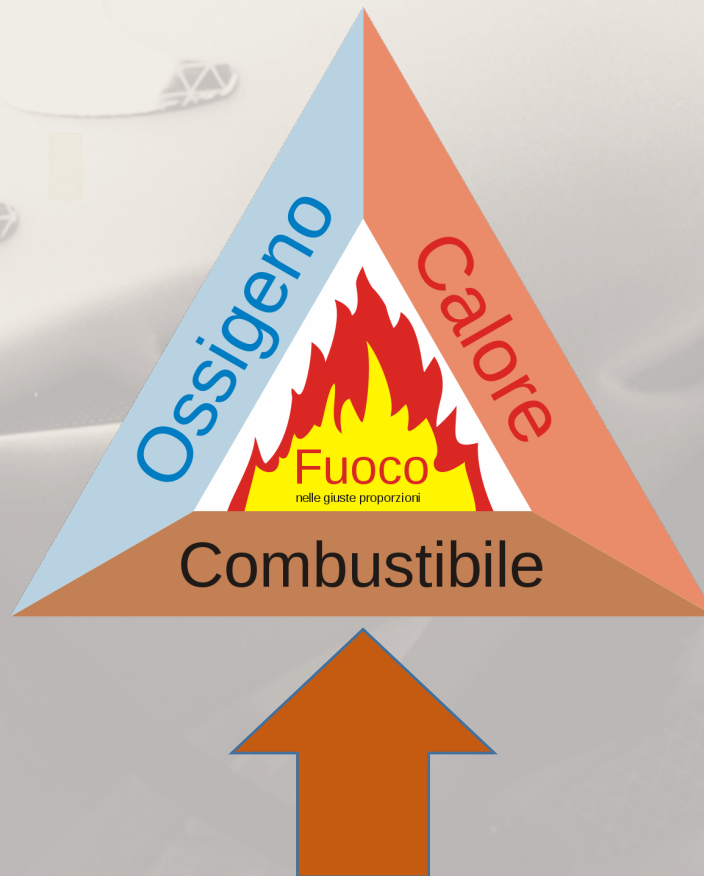
Presenza del **comburente**

Composizione dell'aria: Azoto ( $N_2$ ): 78,08%; Ossigeno ( $O_2$ ): 20,95%;  
Argon (Ar): 0,934%; altri gas nobili: 0,036%.



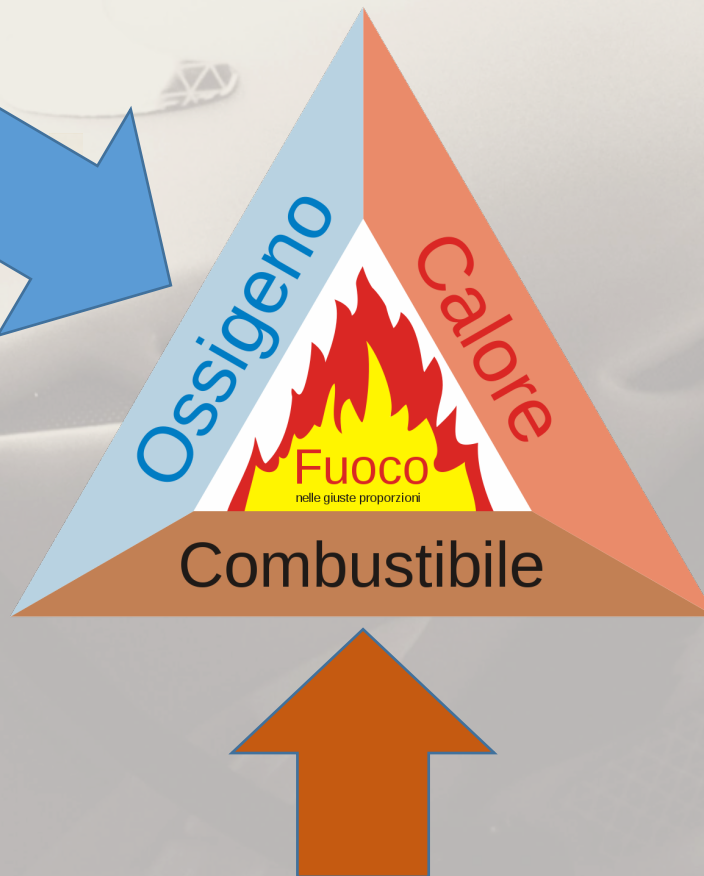
Presenza di una **sorgente di calore** (energia)





l'incendio e la prevenzione incendi





l'incendio e la prevenzione incendi



l'incendio e la prevenzione incendi

## **Combustibili solidi**

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

Normalmente necessitano di una prolungata esposizione al calore prima di dar vita alla combustione e sono in grado di bruciare con fiamma viva o senza fiamma, nonché di carbonizzarsi.

Grande importanza riveste la pezzatura in cui il materiale si trova, infatti tanto più è suddiviso finemente più è alta la sua combustibilità.

Estremizzando, le polveri fluttuanti nell'aria come segatura, farine, fibre tessili vegetali possono provocare, qualora innescate da un arco elettrico o da un comune accendino, rapidissime combustioni con effetti devastanti ed addirittura esplosivi.



## Combustibili liquidi

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

I più comuni sono la benzina, il gasolio, gli alcoli, gli oli combustibili.

L'indice della maggiore o minore combustibilità di un liquido è fornito dalla *temperatura di infiammabilità*.

E' utile conoscere il significato di questi valori per scegliere i prodotti meno pericolosi dal punto di vista della temperatura di infiammabilità.

## **Combustibili gassosi**

Sono generalmente conservati all'interno di recipienti atti ad impedirne la dispersione incontrollata nell'ambiente.

Lo stoccaggio può essere eseguito con diverse modalità dando luogo a gas compressi (conservati sotto pressione allo stato gassoso alla temperatura ambiente) e gas liquefatti (conservati alla temperatura ambiente in parte allo stato liquido ed in parte allo stato di vapore sotto una pressione relativamente bassa).

## **Sostanze comburenti - approfondimento**

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

*Il più noto e diffuso comburente è l'ossigeno ( $O_2$ ).*

*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.*

*L'ossigeno è una sostanza molto pericolosa in quanto nelle atmosfere sovra-ossigenate esiste un altissimo rischio di incendio.*

*Il rischio diventa elevato a concentrazioni di  $O_2$  superiori al 30%.*



## **Sostanze comburenti e le atmosfere sovra-ossigenate**

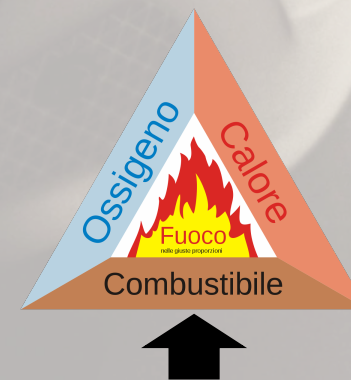
*Nelle atmosfere sovra-ossigenate, in caso di presenza di gas infiammabile, ad esempio metano:*

- il campo di infiammabilità si allarga poiché cresce il limite superiore (il L.S passa dal 15% al 61%)*
- aumenta la velocità di propagazione dell'incendio (si passa da 0,4 m/s a circa 40 m/s)*
- diminuisce l'energia minima di innesco (si passa da 0,3 mJ a 0,003 mJ)*
- aumenta la temperatura teorica di combustione (da 2000 °C fino a 3000 °C)*
- si abbassa la temperatura di autoaccensione.*

In atmosfere ricche di ossigeno il corpo umano brucia vigorosamente.

## SISTEMI DI SPEGNIMENTO

**Esaurimento del combustibile:** allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio.

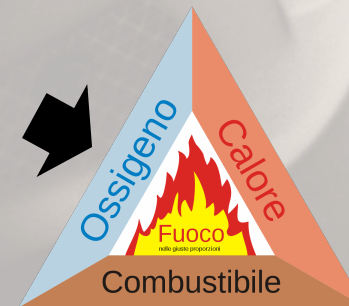


l'incendio e la prevenzione incendi

## SISTEMI DI SPEGNIMENTO

**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.



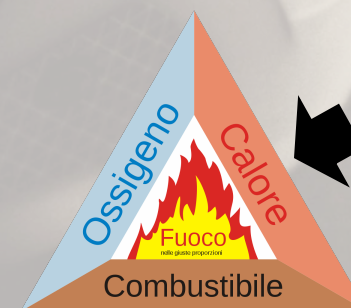


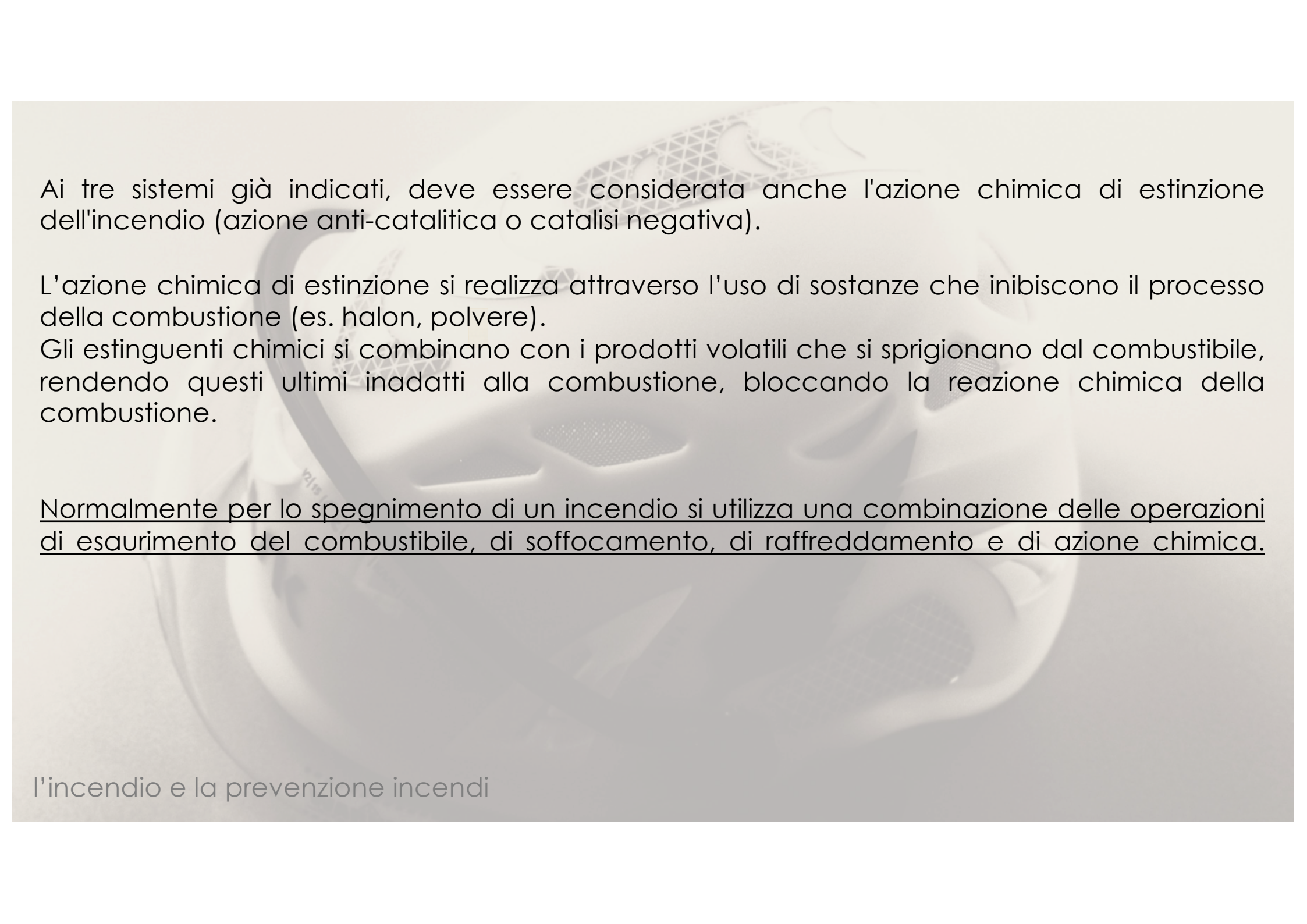
## SISTEMI DI SPEGNIMENTO

**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.





Ai tre sistemi già indicati, deve essere considerata anche l'azione chimica di estinzione dell'incendio (azione anti-catalitica o catalisi negativa).

L'azione chimica di estinzione si realizza attraverso l'uso di sostanze che inibiscono il processo della combustione (es. halon, polvere).

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.



## Elementi che caratterizzano la combustione

Nella quasi totalità dei casi, per ciò che riguarda la sostanza comburente, l'incendio viene alimentato dall'ossigeno naturalmente contenuto nell'aria; ne consegue pertanto che esso si caratterizza per tipo di combustibile e per il tipo di sorgente d'innesco.

Comburente: ossigeno dell'aria

Tipi di Combustibile: solidi, liquidi, gas, metalli

Tipi di sorgente d'innesco:

- accensione diretta,
- accensione indiretta,
- attrito,
- autocombustione
- riscaldamento spontaneo.

l'incendio e la prevenzione incendi

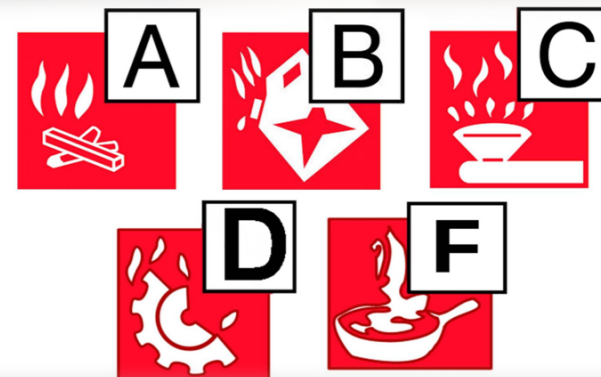




## La classificazione dei fuochi

Non tutte le sostanze estinguenti possono essere impiegate indistintamente su tutti i tipi di incendio generati dalla combustione dei molteplici materiali suscettibili di accendersi, gli incendi vengono distinti in 5 classi, secondo le caratteristiche dei materiali combustibili, in accordo alla norma UNI EN 2:2005 nella quale sono stati suddivisi i tipi di fuoco cui possono dare luogo i diversi materiali ed in base alla quale vengono caratterizzati i vari estinguenti.

- classe A - Fuochi da materiali solidi (generalmente di natura organica, la cui combustione avviene 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).



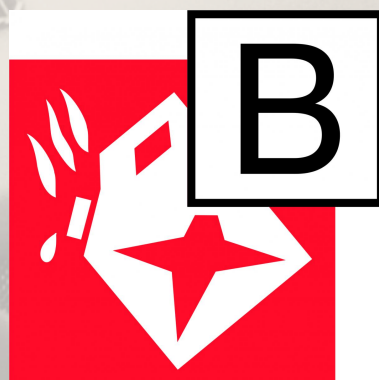
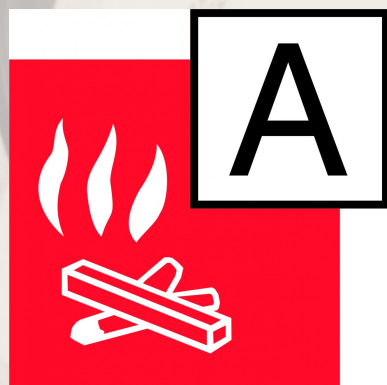


l'incendio e la prevenzione incendi



l'incendio e la prevenzione incendi





l'incendio e la prevenzione incendi

Le originarie 4 classi sono diventate 5 con l'aggiornamento della norma UNI EN 3-7:2008 e UNI EN 2:2005 che ha introdotto la classe F.

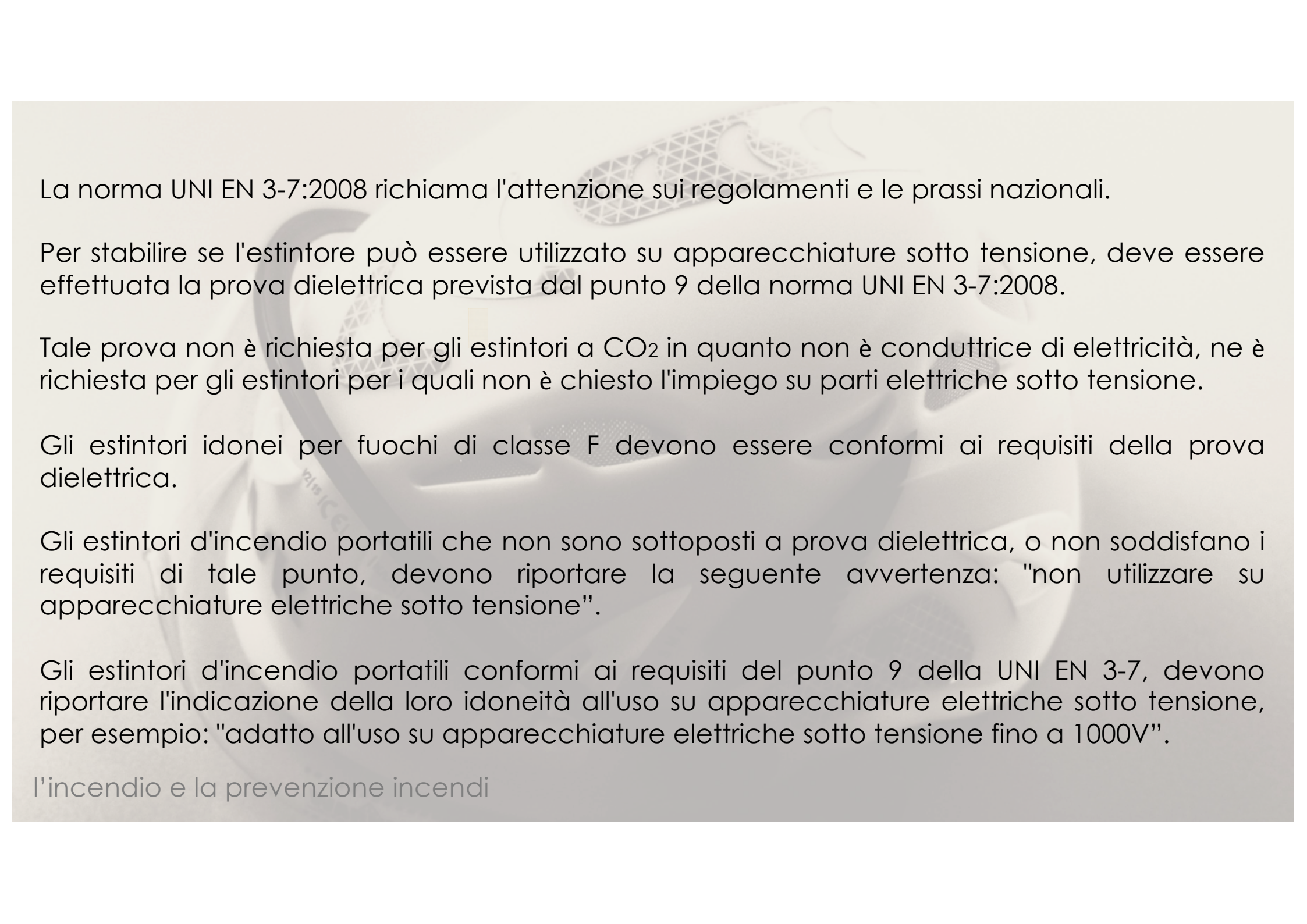
Questa classificazione è utile in modo particolare nel settore della lotta contro l'incendio mediante estintori.

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.

La norma UNI EN 2:2005 definisce le classi di fuoco, suddividendo in 5 classi i diversi tipi di fuoco, in relazione al tipo di combustibile, non definisce una classe particolare per i fuochi in presenza di un rischio dovuto all'elettricità.

La norma non comprende i fuochi di "Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione" (vecchia classe E) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B (gli estinguenti specifici per questi incendi sono costituiti da polveri dielettriche, CO<sub>2</sub>, i sostituti degli halon, mentre non devono essere usati acqua e schiuma).



A faint, grayscale background image of a fire extinguisher is visible behind the text. The extinguisher is a standard portable type with a handle and a nozzle assembly.

La norma UNI EN 3-7:2008 richiama l'attenzione sui regolamenti e le prassi nazionali.

Per stabilire se l'estintore può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione, deve essere effettuata la prova dielettrica prevista dal punto 9 della norma UNI EN 3-7:2008.

Tale prova non è richiesta per gli estintori a CO<sub>2</sub> in quanto non è conduttrice di elettricità, né è richiesta per gli estintori per i quali non è chiesto l'impiego su parti elettriche sotto tensione.

Gli estintori idonei per fuochi di classe F devono essere conformi ai requisiti della prova dielettrica.

Gli estintori d'incendio portatili che non sono sottoposti a prova dielettrica, o non soddisfano i requisiti di tale punto, devono riportare la seguente avvertenza: "non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione".

Gli estintori d'incendio portatili conformi ai requisiti del punto 9 della UNI EN 3-7, devono riportare l'indicazione della loro idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione, per esempio: "adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000V".





La combustione può presentarsi in due forme: combustione viva con fiamme o combustione lenta senza fiamme, ma con formazione di brace 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 A

FUOCHI DA MATERIALI SOLIDI



Gli estinguenti più comunemente utilizzati sono costituiti da schiuma, polvere e anidride carbonica.

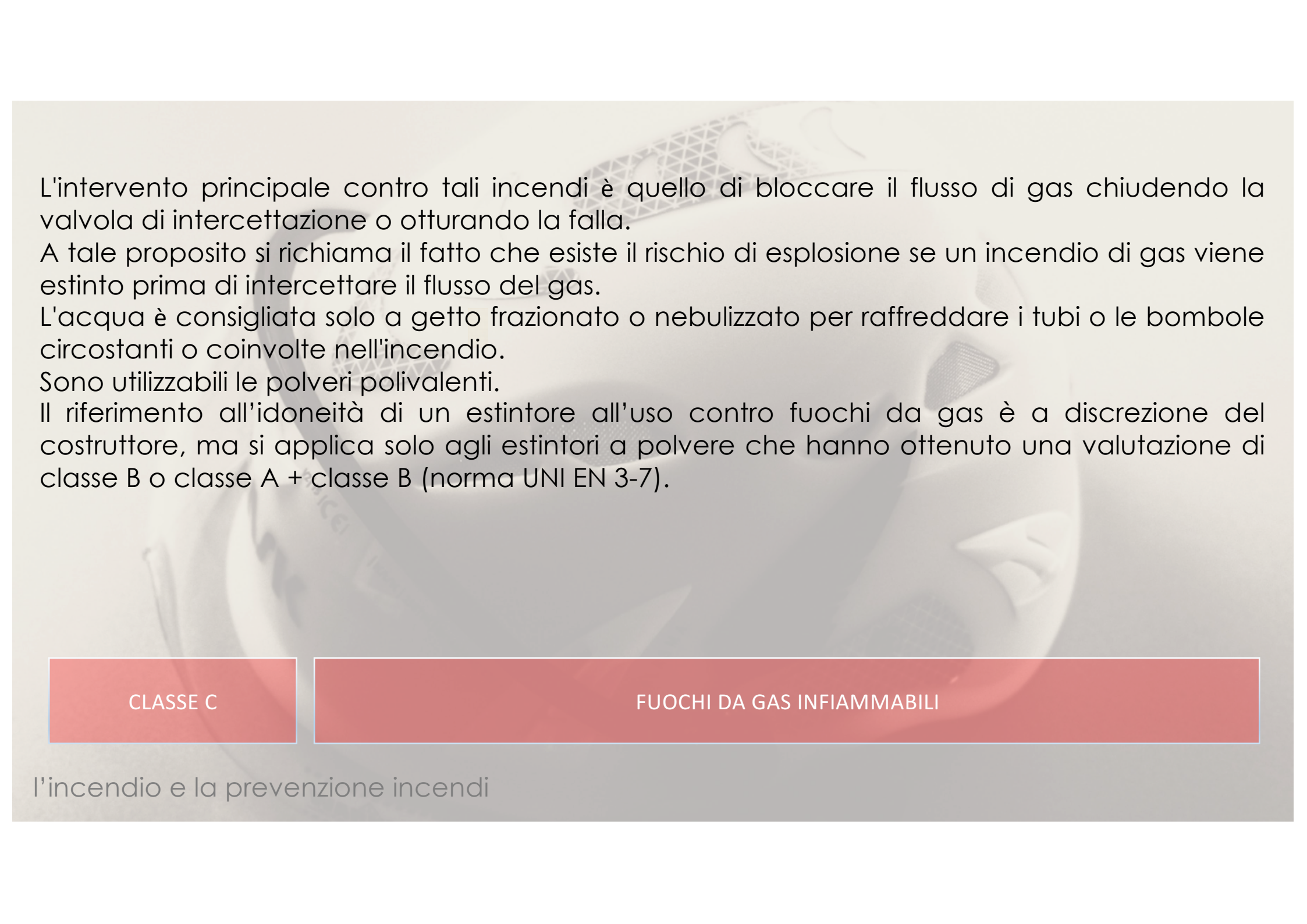
L'agente estinguente migliore è la schiuma che agisce per soffocamento.

E' controindicato l'uso di acqua a getto pieno (può essere utilizzata acqua con getto frazionato o nebulizzato).

CLASSE B

FUOCHI DA LIQUIDI INFIAMMABILI

l'incendio e la prevenzione incendi



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

A tale proposito si richiama il fatto che esiste il rischio di esplosione se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il flusso del gas.

L'acqua è consigliata solo a getto frazionato o nebulizzato per raffreddare i tubi o le bombole circostanti o coinvolte nell'incendio.

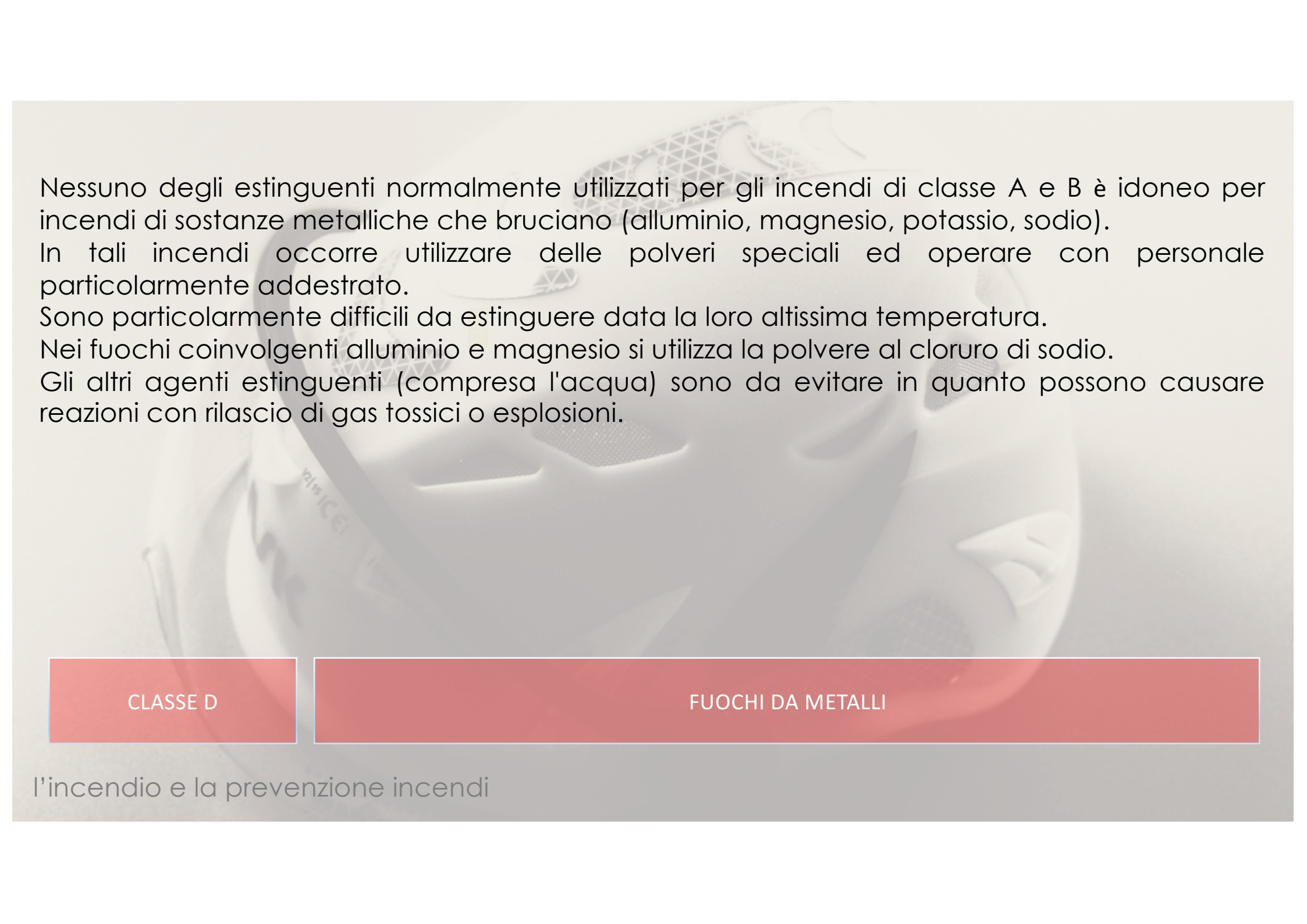
Sono utilizzabili le polveri polivalenti.

Il riferimento all'idoneità di un estintore all'uso contro fuochi da gas è a discrezione del costruttore, ma si applica solo agli estintori a polvere che hanno ottenuto una valutazione di classe B o classe A + classe B (norma UNI EN 3-7).

CLASSE C

FUOCHI DA GAS INFIAMMABILI

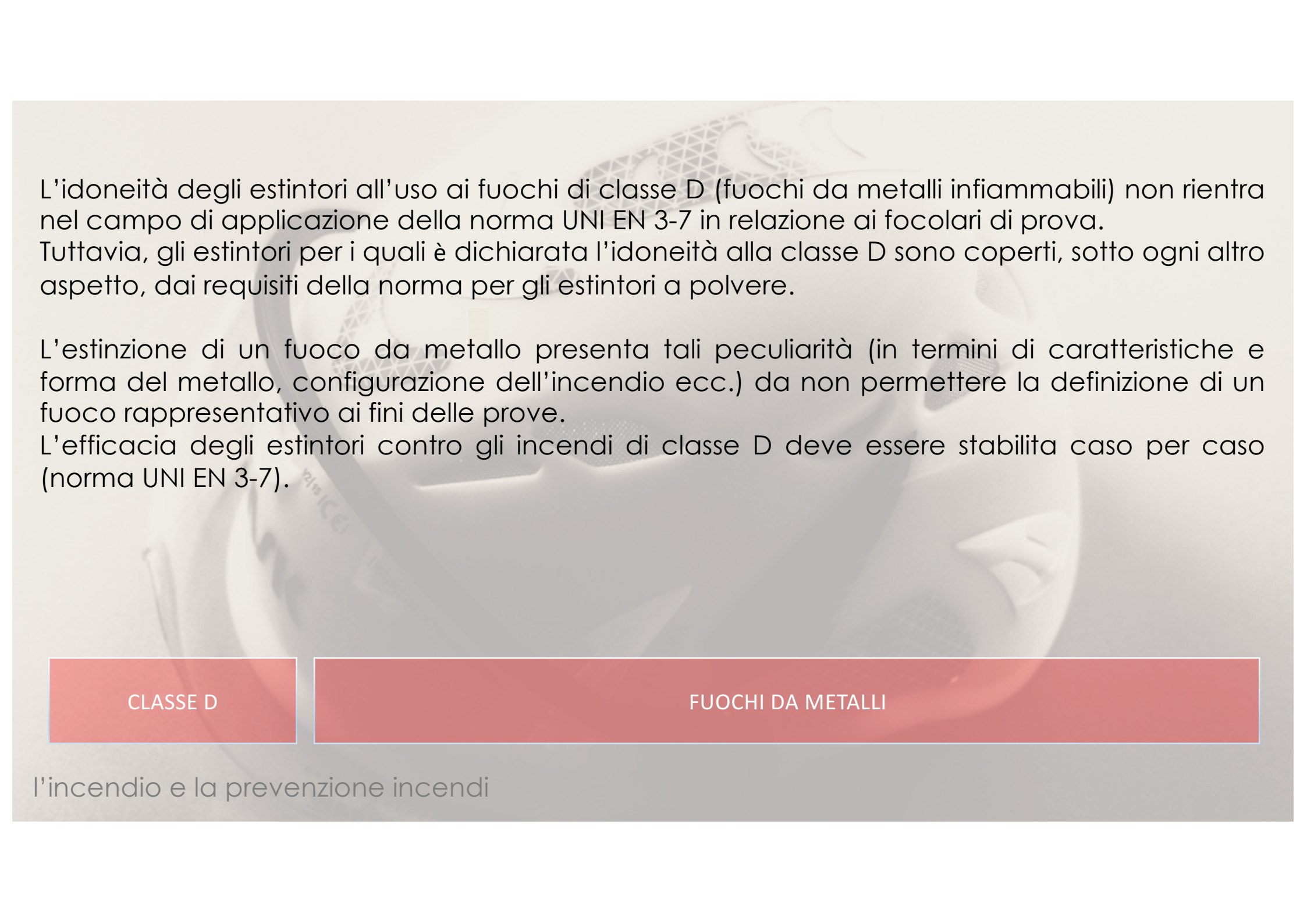




Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di sostanze metalliche che bruciano (alluminio, magnesio, potassio, sodio). In tali incendi occorre utilizzare delle polveri speciali ed operare con personale particolarmente addestrato. Sono particolarmente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

CLASSE D

FUOCHI DA METALLI

The background of the slide is a faded image of a fire extinguisher. The extinguisher is white with a black handle and a black hose. The label on the extinguisher is partially visible, showing the word 'EXTINGUISH' and some other text.

L'idoneità degli estintori all'uso ai fuochi di classe D (fuochi da metalli infiammabili) non rientra nel campo di applicazione della norma UNI EN 3-7 in relazione ai focolari di prova. Tuttavia, gli estintori per i quali è dichiarata l'idoneità alla classe D sono coperti, sotto ogni altro aspetto, dai requisiti della norma per gli estintori a polvere.

L'estinzione di un fuoco da metallo presenta tali peculiarità (in termini di caratteristiche e forma del metallo, configurazione dell'incendio ecc.) da non permettere la definizione di un fuoco rappresentativo ai fini delle prove.

L'efficacia degli estintori contro gli incendi di classe D deve essere stabilita caso per caso (norma UNI EN 3-7).

CLASSE D

FUOCHI DA METALLI



E' stata introdotta dalla norma UNI EN 2:2005 ed è riferita ai fuochi di oli combustibili di natura vegetale e/o animale quali quelli usati nelle cucine, in apparecchi di cottura.

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

Gli estinguenti per fuochi di classe F spengono per azione chimica, e devono essere in grado di effettuare una catalisi negativa per la reazione chimica di combustione.

L'utilizzo di estintori a polvere e di estintori a biossido di carbonio 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".

CLASSE F

FUOCHI CHE INTERESSANO MEZZI DI COTTURA





## Le sorgenti di innesco

Nella ricerca delle cause d'incendio, sia a livello preventivo che a livello di accertamento, è fondamentale individuare tutte le possibili fonti d'innesco.

Esse possono essere suddivise in quattro categorie:

ACCENSIONE DIRETTA



## Le sorgenti di innesco

Nella ricerca delle cause d'incendio, sia a livello preventivo che a livello di accertamento, è fondamentale individuare tutte le possibili fonti d'innesco.

Esse possono essere suddivise in quattro categorie:

ACCENSIONE DIRETTA

ACCENSIONE INDIRETTA

## Le sorgenti di innesco

Nella ricerca delle cause d'incendio, sia a livello preventivo che a livello di accertamento, è fondamentale individuare tutte le possibili fonti d'innesco.

Esse possono essere suddivise in quattro categorie:

ACCENSIONE DIRETTA

ACCENSIONE INDIRETTA

ATTRITO



## Le sorgenti di innesco

Nella ricerca delle cause d'incendio, sia a livello preventivo che a livello di accertamento, è fondamentale individuare tutte le possibili fonti d'innesco.

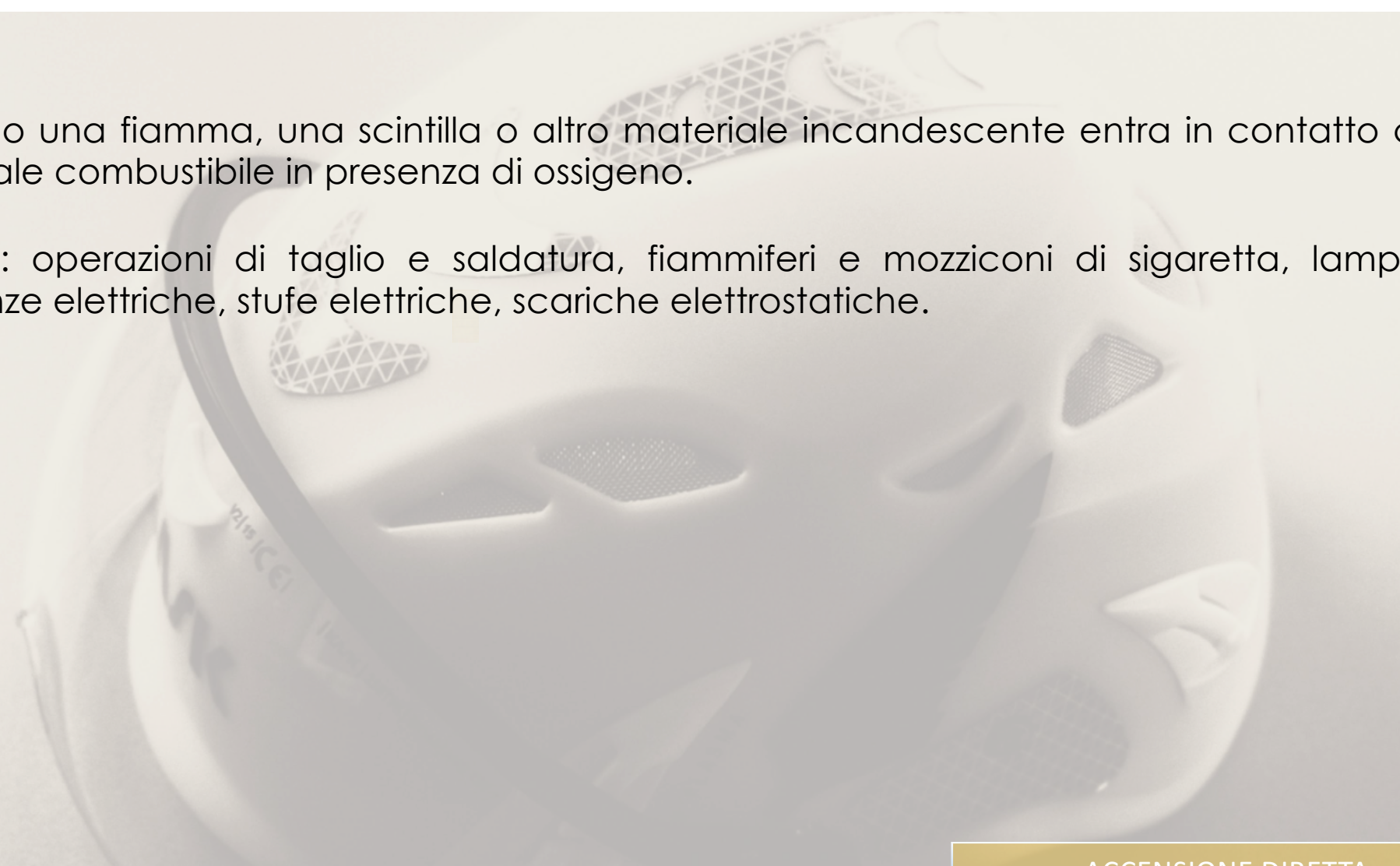
Esse possono essere suddivise in quattro categorie:

ACCENSIONE DIRETTA

ACCENSIONE INDIRETTA

ATTRITO

AUTOCOMBUSTIONE



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 DIRETTA



Quando il calore d'innescio avviene nelle forme della convezione, conduzione e irraggiamento termico.

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

ACCENSIONE INDIRETTA






Quando il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali.

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

ATTRITO



... o riscaldamento spontaneo ...

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

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

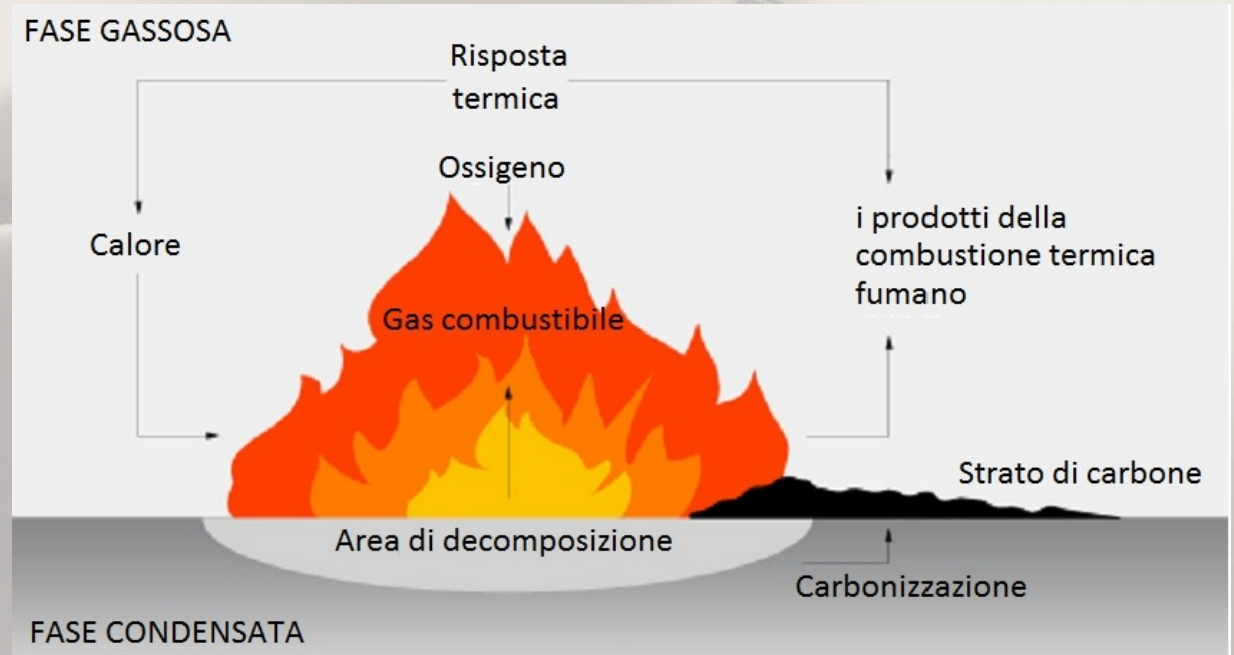
AUTOCOMBUSTIONE

l'incendio e la prevenzione incendi

## I prodotti della combustione

I prodotti della combustione sono suddivisibili in 4 categorie:

1. i gas di combustione
2. le fiamme
3. il fumo
4. il calore.





## I gas di combustione

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

La produzione di tali gas dipende:

- dal tipo di combustibile,
- dalla percentuale di ossigeno presente
- dalla temperatura raggiunta nell'incendio.

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

### Principali **GAS DI COMBUSTIONE**

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

## I gas di combustione


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

La produzione di tali gas dipende:

- dal tipo di combustibile,
- dalla percentuale di ossigeno presente
- dalla temperatura raggiunta nell'incendio.

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

### Principali **GAS DI COMBUSTIONE**



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



## I gas di combustione

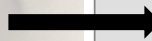
Sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C.

La produzione di tali gas dipende:

- dal tipo di combustibile,
- dalla percentuale di ossigeno presente
- dalla temperatura raggiunta nell'incendio.

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

### Principali **GAS DI COMBUSTIONE**



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



## Le fiamme

Le fiamme sono costituite dall'emissione di luce conseguente alla combustione di gas sviluppatasi in un incendio.

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

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

## I fumi

È l'elemento più caratteristico dell'incendio perché ne identifica la presenza anche da grandi distanze.

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

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

I fumi impediscono la visibilità ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone.

Le particelle solide dei fumi rendono il fumo di colore scuro.



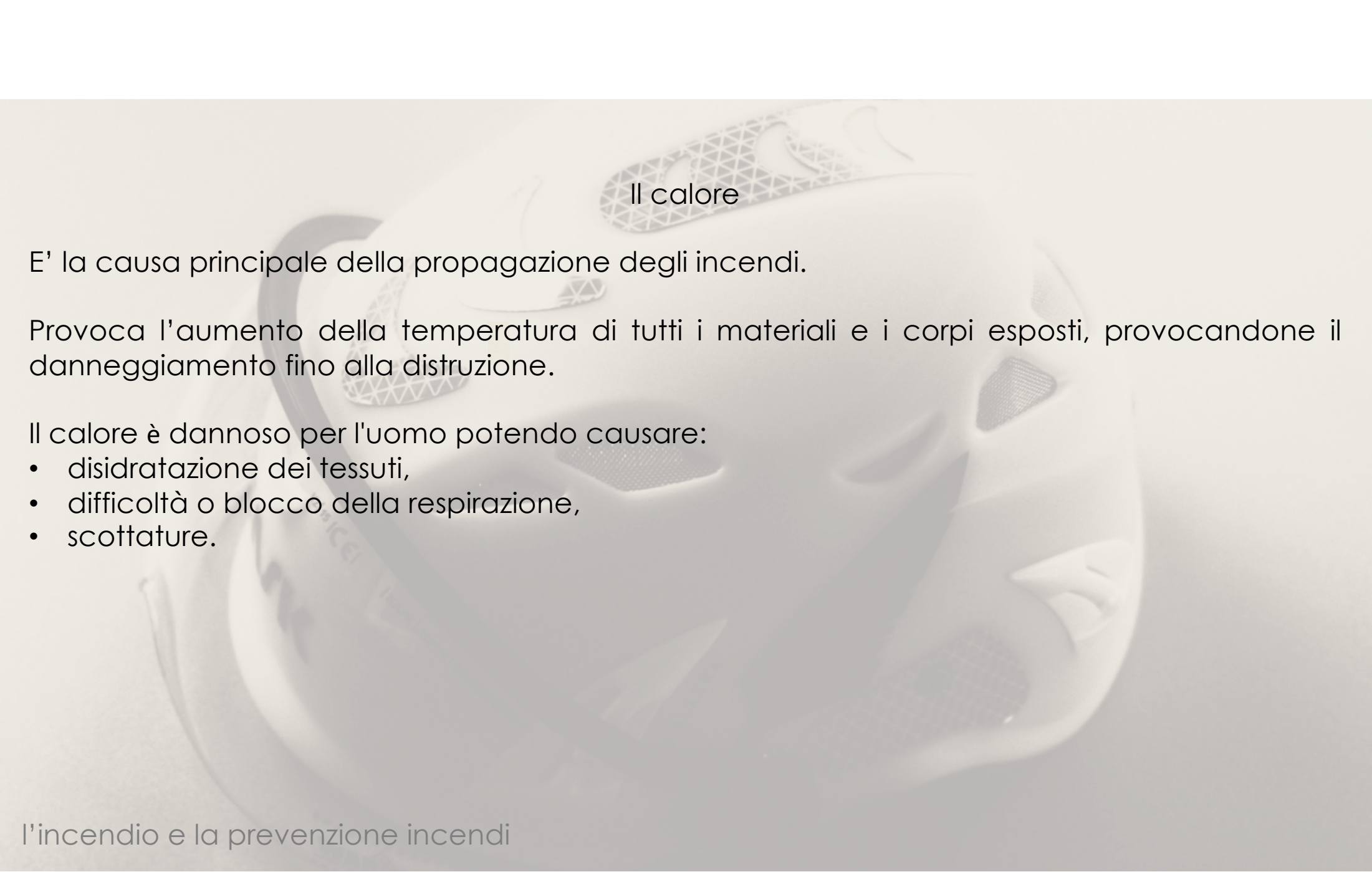
l'incendio e la prevenzione incendi



Le particelle solide dei fumi rendono il fumo di colore scuro.

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



The background of the slide is a faded, grayscale image of a firefighter's helmet. A white bandage with a black grid pattern is wrapped around the forehead area of the helmet. The helmet has several ventilation holes and a chin strap visible.

## Il calore

E' la causa principale della propagazione degli incendi.

Provoca l'aumento della temperatura di tutti i materiali e i corpi esposti, provocandone il danneggiamento fino alla distruzione.

Il calore è dannoso per l'uomo potendo causare:

- disidratazione dei tessuti,
- difficoltà o blocco della respirazione,
- scottature.



## **I parametri fisici della combustione**

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

- Temperatura di accensione
- Temperatura teorica di combustione
- Aria teorica di combustione
- Potere calorifico
- Carico d'incendio
- Temperatura di infiammabilità
- Limiti di infiammabilità e di esplosibilità.



## I parametri fisici della combustione

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

- Temperatura di accensione ←
- Temperatura teorica di combustione
- Aria teorica di combustione
- Potere calorifico
- Carico d'incendio
- Temperatura di infiammabilità ←
- Limiti di infiammabilità e di esplosibilità.

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

## Temperatura teorica di combustione (°C)

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

Temperatura 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 (Nm<sup>3</sup>/Kg)

La quantità di aria necessaria per raggiungere la combustione completa di tutti i materiali combustibili.

Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm <sup>3</sup> /Kg)	Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm <sup>3</sup> /Kg)
legno	5	polietilene	12,2
carbone	8	propano	13
benzina	12	idrogeno	28,5
alcool etilico	7,5		

## Potere calorifico (MJ/Kg - MJ/mc - Kcal/Kg )

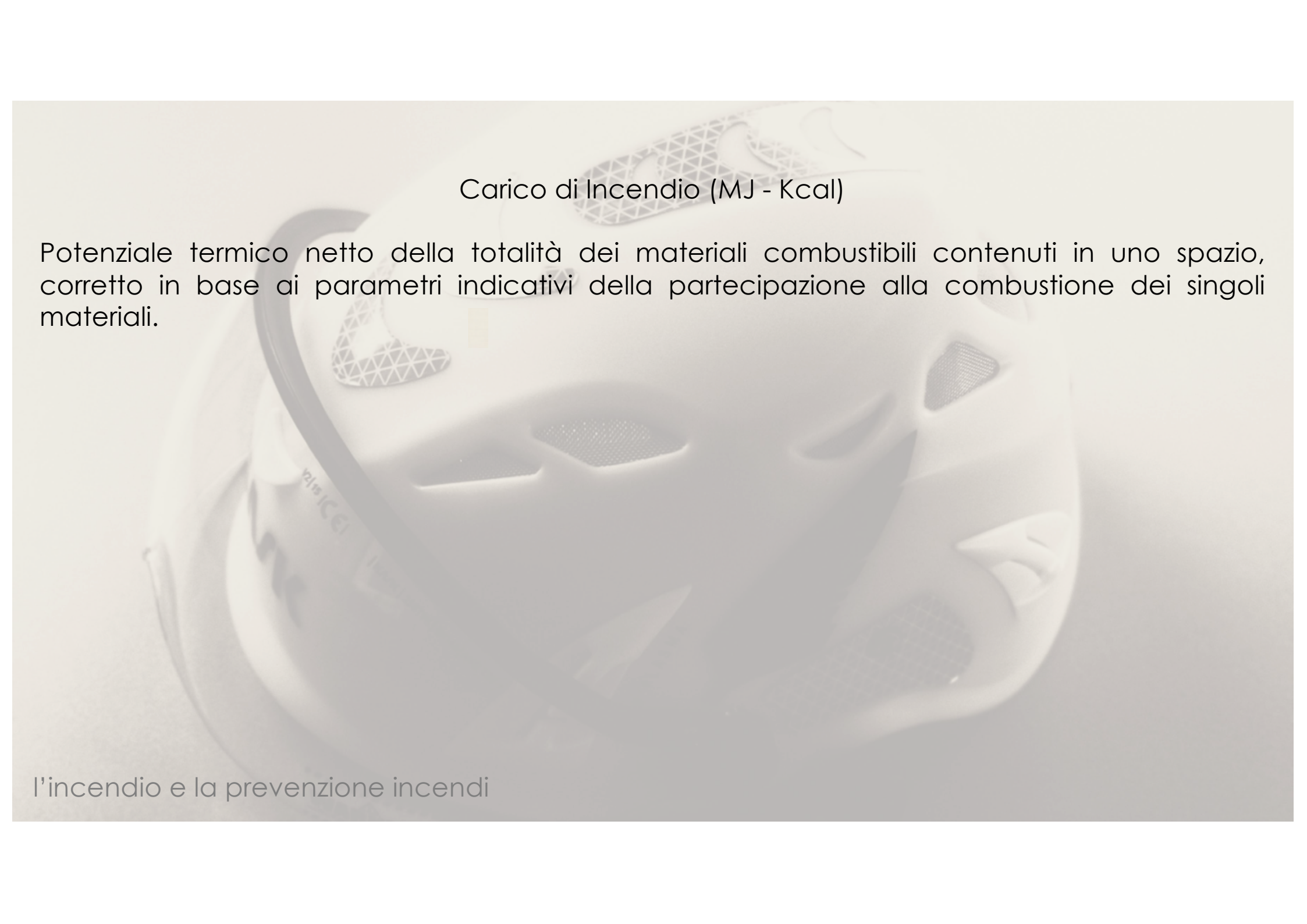
La quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume di una sostanza combustibile.

Potere calorifico superiore (P.C.S.) la quantità di calore sviluppata dalla combustione considerando anche il calore di condensazione del vapore d'acqua prodotto (calore latente di vaporizzazione);

Potere calorifico inferiore (P.C.I.) la quantità di calore liberata durante la combustione completa di un combustibile, senza considerare il calore di evaporazione del vapore acqueo. In genere nella prevenzione incendi viene considerato il potere calorifico inferiore.

*Unità di misura dell'energia: la caloria è definita come la quantità di calore necessaria ad elevare da 14,5 a 15,5 °C la temperatura della massa di un grammo di acqua distillata a livello del mare, a pressione di 1 atm.  
Equivale a 4,184 Joule.*

Sostanze	P.C.I. (MJ/Kg)	P.C.I. (KCal/Kg)
<b>legno (*)</b>	17,5	4192
<b>carbone</b>	30	7170
<b>carta, cartone</b>	20	4780
<b>benzina</b>	45	10755
<b>alcool etilico</b>	30	7170
<b>polietilene</b>	40	9560
<b>propano</b>	46	10994
<b>idrogeno</b>	120	28680
(*) <b>1 MJ = 0,057 Kg di legna equivalente</b>		



## Carico di Incendio (MJ - Kcal)

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.



## Temperatura di infiammabilità (°C)

Temperatura minima alla quale i liquidi infiammabili o combustibili emettono vapori in quantità tali da incendiarsi in caso di innesco.

I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e aria.

La combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie, i vapori dei liquidi infiammabili o combustibili miscelandosi con l'ossigeno dell'aria sono opportunamente innescati.

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