



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

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

ACCENSIONE INDIRETTA

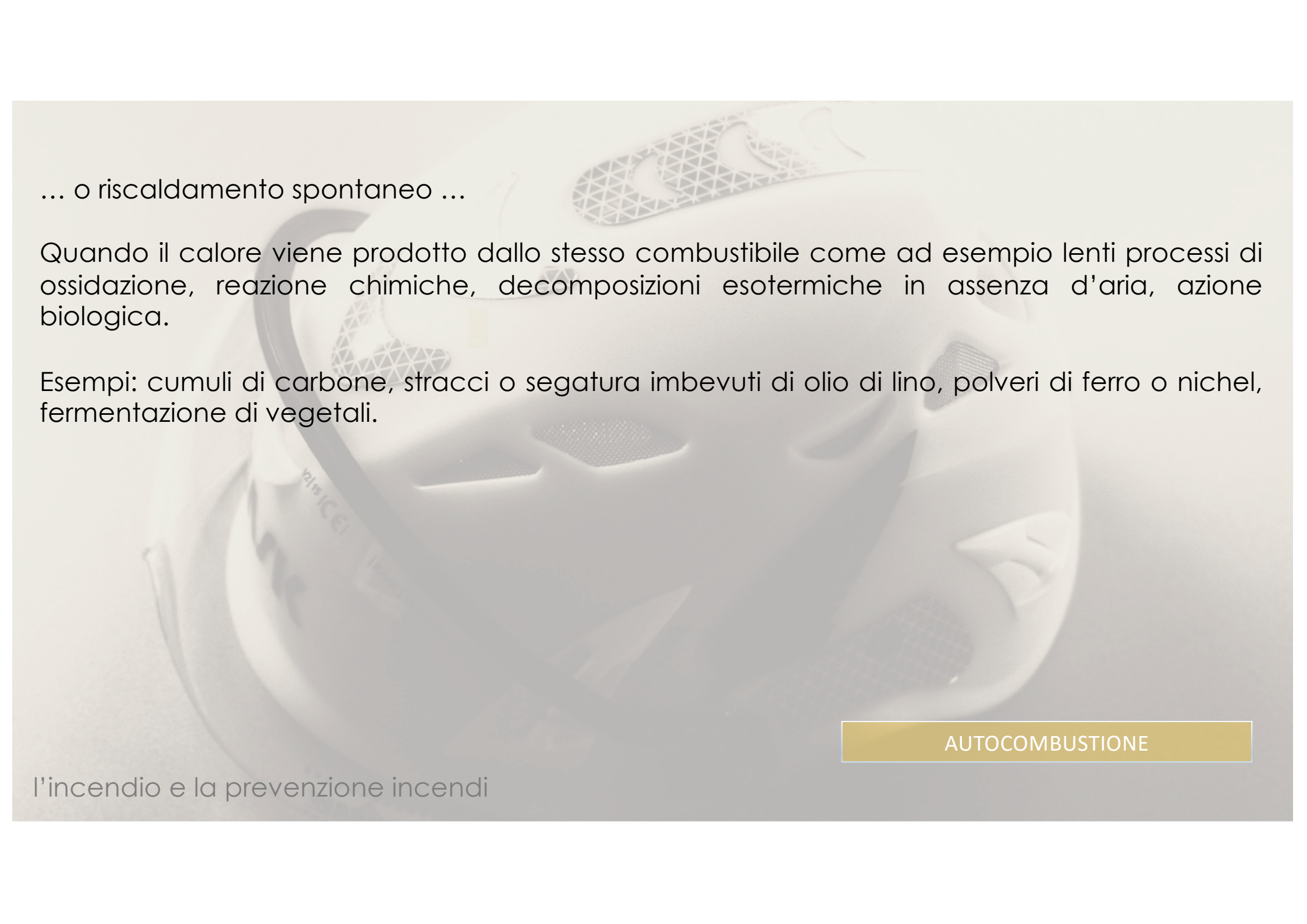


Quando il calore è prodotto dallo sfregamento di due materiali.

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.

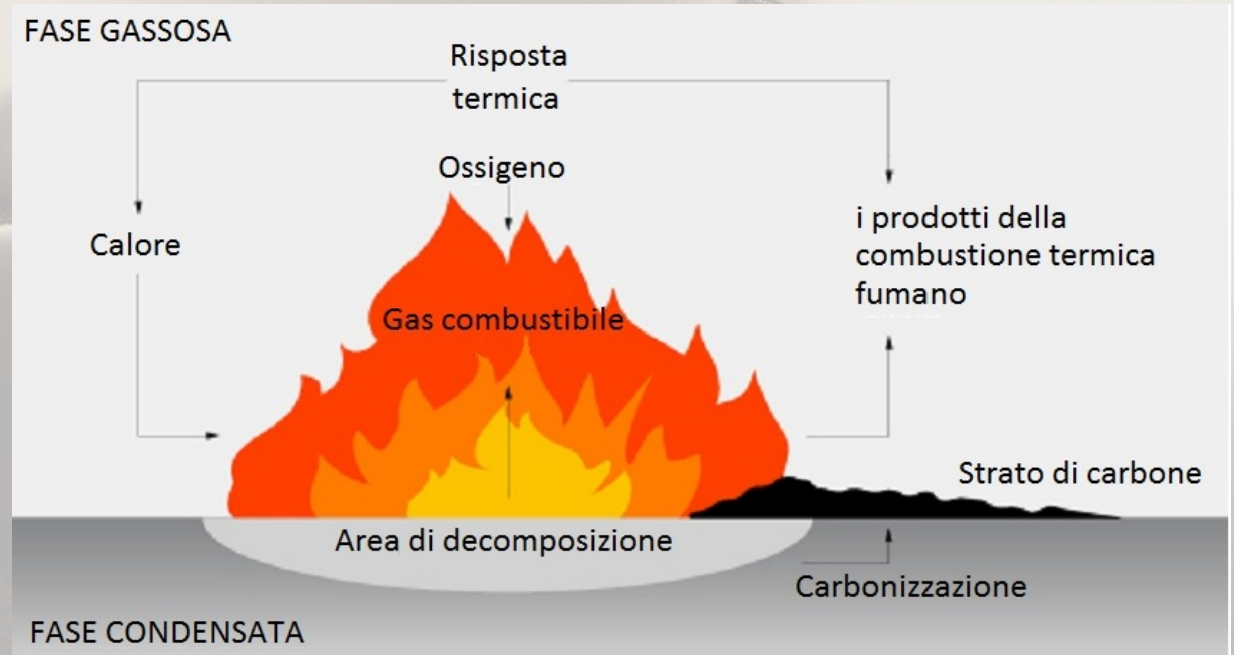
AUTOCOMBUSTIONE

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

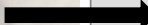
Sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C.

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

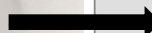
Sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono raffreddandosi la temperatura ambiente di riferimento 15 °C.

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**








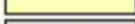

*ossido di carbonio*  
*anidride carbonica*  
*idrogeno solforato*  
*anidride solforosa*  
*acido cianidrico*  
*aldeide acrilica*  
*fosgene*  
*ammoniaca*  
*ossido e perossido di azoto*  
*acido cloridrico*



## 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

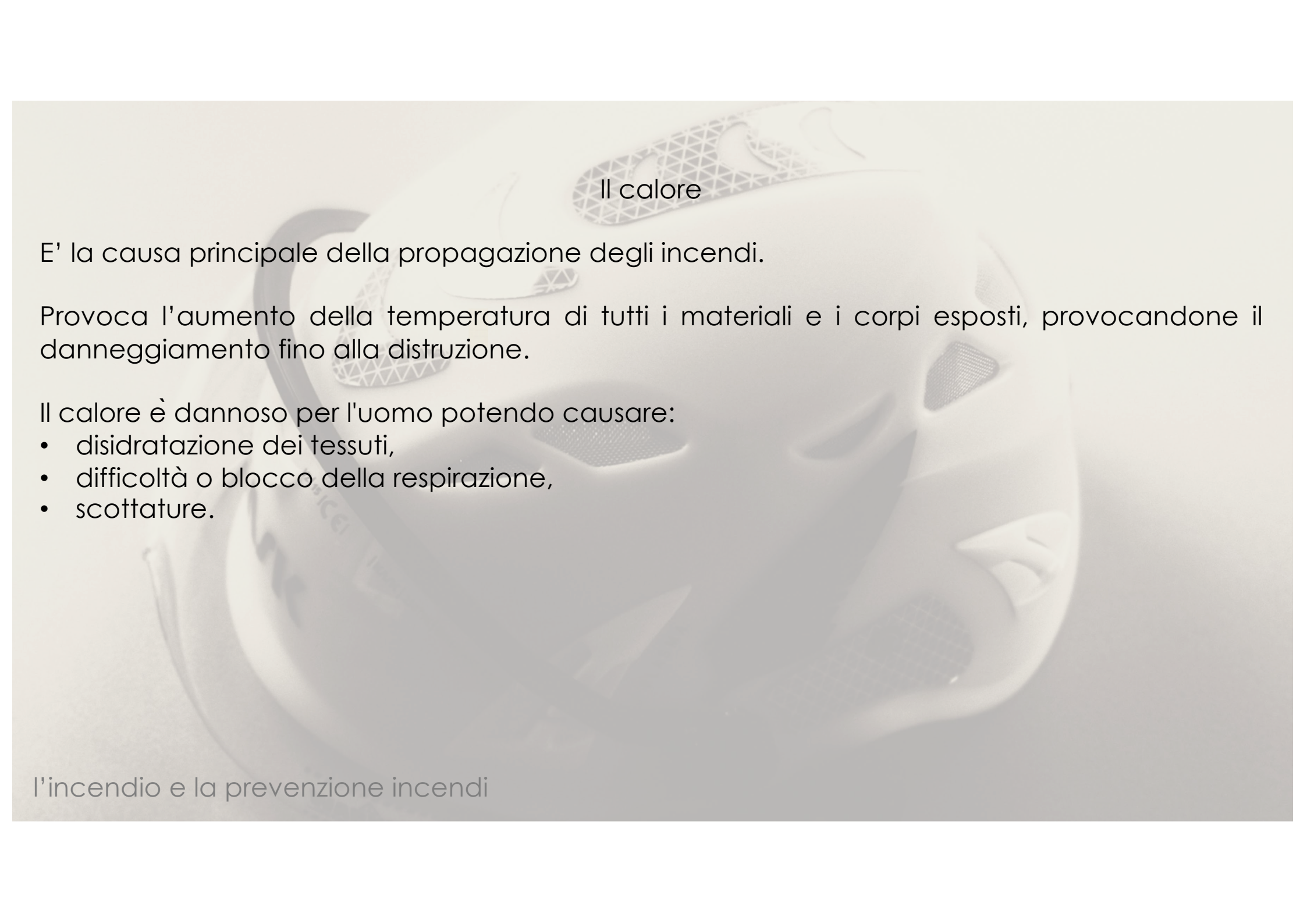


Le particelle solide dei fumi rendono il fumo di colore scuro.

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, light-colored image of a firefighter's helmet. A stylized flame icon is visible on the side of the helmet, positioned near the top center of the slide.

## 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