

Messi al bando in tutto il mondo per la forte attività antagonista alla formazione dello strato di ozono stratosferico, a seguito dei protocolli di Montréal (1987), Kyoto (1987) e Copenhagen (2005).

Il nostro Paese in osservanza alle disposizioni comunitarie ha regolamentato la dismissione e l'impiego degli halon negli estintori e negli impianti antincendio con la legge 28 dicembre 1993 n° 549.

I prodotti che hanno sostituito gli halon negli estintori sono gli **HCFC** IDROCLOROFLUOROCARBURI e gli **HCF** IDROFUOROCARBURI.

Questi prodotti agiscono chimicamente legandosi all'ossigeno contenuto nell'aria con conseguente estinzione dell'incendio.

Rispetto agli Halon sono meno efficaci per tempo di estinzione e per quantità necessaria per un determinato volume.



L'uso di idroclorofluorocarburi è consentito in sostituzione degli halon solo in alcune applicazioni:

1. negli estintori a mano e nelle apparecchiature antincendio fisse per i motori per l'uso a bordo degli aerei;
2. negli estintori indispensabili per la sicurezza delle persone e in quelli utilizzati dai vigili del fuoco, dai militari e dalla polizia.

Dal 31 Dicembre del 2008 è vietato l'uso di idroclorofluorocarburi nei sistemi di protezione antincendio e negli estintori ai sensi dell'art. 5 comma 3 del regolamento CEE 2037/2000. Sono ammessi come sostitutivi estinguenti di tipo clean-agent.

Gli HCFC e HCF sono indicati principalmente per la protezione di materiali e attrezzature in luoghi confinati (centri elaborazione dati, biblioteche, musei, apparecchiature elettroniche, etc.).



L'**anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>) è un gas intermedio cui si sfruttano le caratteristiche soffocanti. Si conserva in bombole sotto forma di miscela liquido-gassosa.

Per liquefare l'anidride carbonica è necessario portare il gas alla temperatura di  $-78^{\circ}\text{C}$ ; altrimenti si deve operare sulla pressione, tenendo presente che il CO<sub>2</sub> a  $0^{\circ}\text{C}$  liquefa con una pressione di 35 atm.

L'anidride carbonica è conservata in serbatoi e bombole per alta pressione. I serbatoi e le bombole sono assoggettati alla direttiva 97/23/CE concernente "equipaggiamenti a pressione" attuata in Italia con il Decreto legislativo 25 febbraio 2000, n° 93.

La sua azione di agente estinguente si sviluppa in raffreddamento e soffocamento o inibizione dell'ossigeno.

A causa della bassa conduttività elettrica è impiegata a protezione dei quadri elettrici sotto tensione.



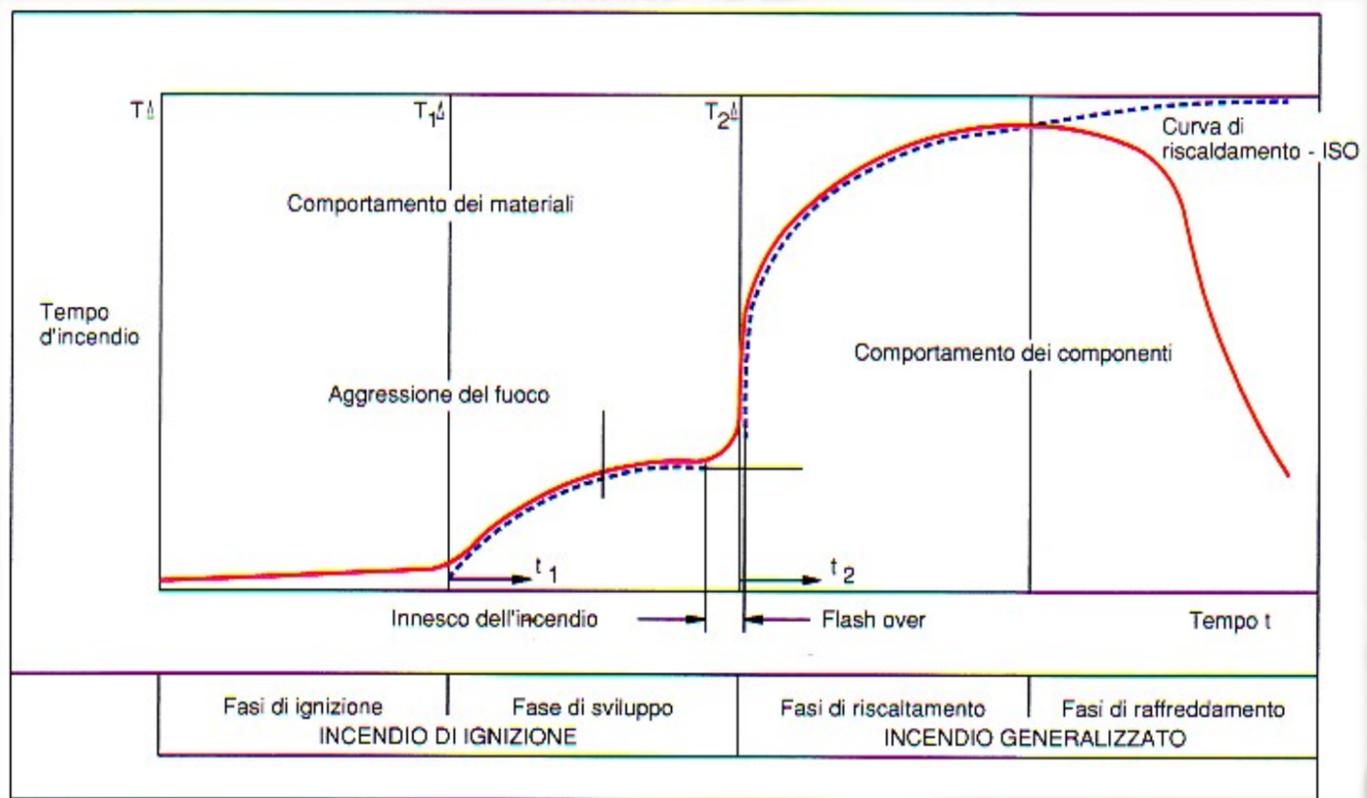
## La dinamica dell'incendio

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

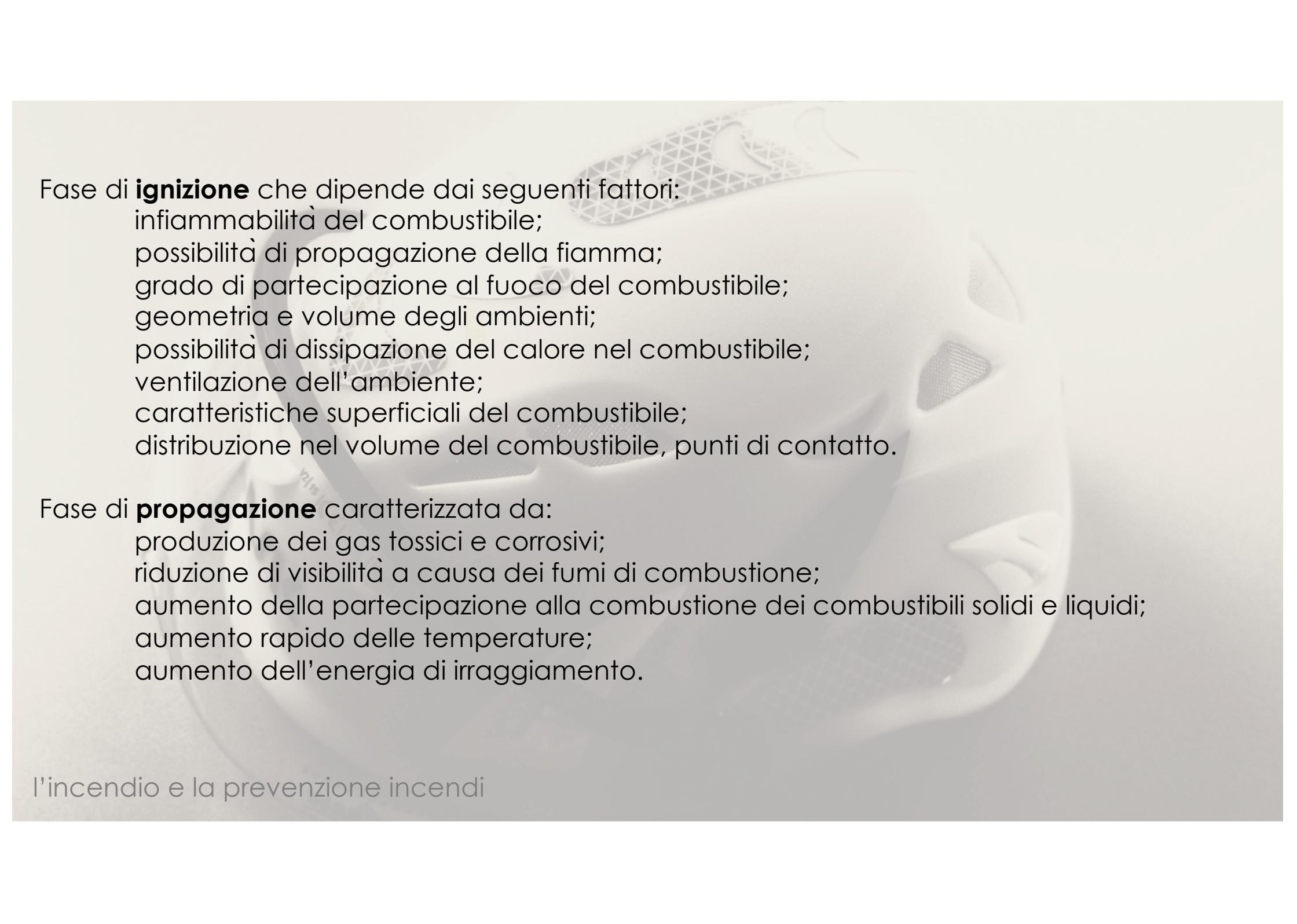
1. Fase di ignizione
2. Fase di propagazione
3. Incendio generalizzato (flash over)
4. Estinzione e raffreddamento

Tali fasi sono evidenziate nel diagramma che descrive l'andamento delle temperature di un incendio nel tempo (curva temperatura – tempo).

La probabilità di intervenire con successo su un principio di incendio è molto alta nella fase di ignizione primaria, nella quale le temperature sono ancora basse. Per tale motivo è importante che i mezzi di estinzione siano a portata di mano e chiaramente visibili e che gli addetti antincendio siano ben addestrati all'intervento tempestivo.



l'incendio e la prevenzione incendi

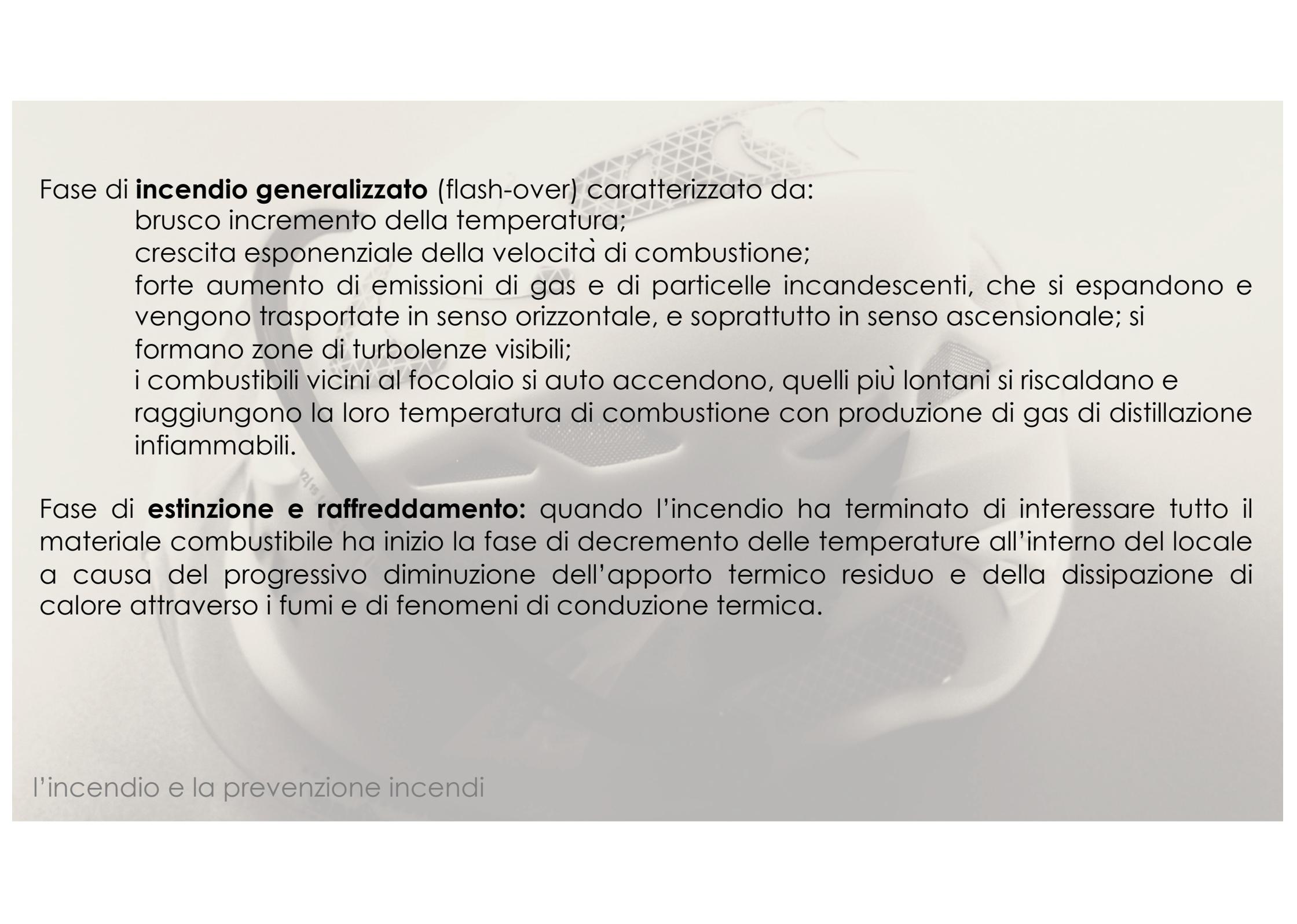


Fase di **ignizione** che dipende dai seguenti fattori:

- 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.

Fase di **propagazione** 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.

A firefighter wearing a helmet and mask, looking forward. The background is a light, hazy image of the firefighter's face and helmet.

Fase di **incendio generalizzato** (flash-over) 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 auto accendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili.

Fase di **estinzione e raffreddamento**: 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.

## EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

I principali effetti sull'uomo sono:

ANOSSIA

RIDUZIONE DELLA VISIBILITA'

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

AZIONE TERMICA

Si definisce con il termine anossia la diminuzione o totale mancanza di ossigeno molecolare o ossigeno biatomico  $O_2$  a livello cellulare.

L'anossia può essere istotossica, cioè dovuta al danneggiamento dei tessuti, oppure conseguente a un diminuito apporto di sangue nei tessuti interessati.

## ANOSSIA

In questo caso si può parlare di anossiemia.

È una situazione di emergenza che se non risolta celermente porta in breve tempo alla morte dei tessuti, sensibili alla mancanza d'ossigeno.

Le cellule più soggette a danni in seguito ad anossia sono quelle maggiormente differenziate e specializzate (ad esempio le cellule nervose).

## OSSIDO DI CARBONIO (CO)

L'ossido di carbonio si sviluppa in incendi covanti in ambienti chiusi ed in carenza di ossigeno. Negli incendi risulta il più pericoloso tra i tossici del sangue sia per l'elevato livello di tossicità, sia per i notevoli quantitativi generalmente sviluppati.

Caratteristiche: incolore, inodore, non irritante.

Meccanismo d'azione: Il monossido di carbonio viene assorbito per via polmonare; attraverso la parete alveolare passa nel sangue per combinazione con l'emoglobina dei globuli rossi formando la carbossi-emoglobina. Con tale azione si bloccano i legami che la stessa ha con l'ossigeno che in condizioni normali forma l'ossi-emoglobina.

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## OSSIDO DI CARBONIO (CO)

La presenza di ossido di carbonio nell'aria determina un legame preferenziale tra questo e l'emoglobina, in quanto l'affinità di legame che intercorre tra l'ossido di carbonio e l'emoglobina è di circa 220 volte superiore a quella tra l'emoglobina e l'ossigeno.

Sintomatologia: cefalea, nausea, vomito, palpitazioni, astenia, tremori muscolari.

Vanno considerati gli effetti dell'ossido di carbonio sull'organismo umano con quelli conseguenti ad una situazione di stress, di panico e di condizioni termiche avverse, per cui si riducono i tempi massimi di esposizione sopportabili dall'uomo in un incendio.

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

*L'anidride carbonica è un gas asfissiante (non tossico) 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.*

*Inoltre è un gas che accelera e stimola il ritmo respiratorio; con una percentuale del 2% di CO<sub>2</sub> in aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alle normali condizioni.*

*Con una percentuale di CO<sub>2</sub> al 3% l'aumento è del 100% (cioè raddoppia).*

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

*La deficienza di ossigeno e/o l'eccesso di anidride carbonica possono condurre alla perdita di conoscenza e alla morte per asfissia.*

*Quando la concentrazione dell'ossigeno scende intorno al 15% l'attività muscolare diminuisce, si ha difficoltà nei movimenti.*

*Quando la concentrazione dell'ossigeno è tra il 10 e il 15% l'uomo è ancora cosciente, anche se, e non necessariamente se ne rende conto, commette valutazioni errate.*

*A concentrazioni di ossigeno tra il 6 e il 10% si ha collasso.*

*Sotto il 6% cessa la respirazione e la morte per asfissia ha luogo nel giro di circa 6 minuti.*

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## ACIDO CIANIDRICO (HCN)

L'acido cianidrico si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete (carenza di ossigeno) di lana, seta, resine acriliche, uretaniche e poliammidiche.

Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.

Meccanismo d'azione: l'acido cianidrico è un aggressivo chimico che interrompe la catena respiratoria a livello cellulare generando grave sofferenza funzionale nei tessuti ad alto fabbisogno di ossigeno, quali il cuore e il sistema nervoso centrale.

Vie di penetrazione: inalatoria, cutanea, digerente.

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## ACIDO CIANIDRICO (HCN)

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

Sintomatologia: iperpnea (fame d'aria), aumento degli atti respiratori, colore della cute rosso, cefalea, ipersalivazione, bradicardia, ipertensione.

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

## FOSGENE (COCl<sub>2</sub>)

*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.*

AZIONE TOSSICA DEI FUMI E DEI GAS  
DI COMBUSTIONE

Il calore è dannoso 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°, II° e III° grado.

<b>ustioni di I grado</b>	<b>superficiali facilmente guaribili</b>
<b>ustioni di II grado</b>	<b>formazione di bolle e vescicole consultazione struttura sanitaria</b>
<b>ustioni di III grado</b>	<b>profonde urgente ospedalizzazione</b>

AZIONE TERMICA

Oltre alle lesioni alla superficie cutanea, l'ustione può comportare altre gravi patologie che interessano organi vitali, con relativa complicità del quadro clinico.

In particolare:

- intossicazioni, dovute all'inalazione di ossido di carbonio, vapori o gas bollenti che possono provocare una compromissione delle vie aeree fino al tessuto polmonare
- infezioni, provocate dall'assenza di protezione esercitata dalla pelle contro l'ingresso di microrganismi;
- insufficienza renale, per l'eccessivo sforzo a cui è sottoposto il rene per riassorbire i detriti metabolici provenienti dai tessuti distrutti.

AZIONE TERMICA

14 febbraio 2020

CORSO DI AGGIORNAMENTO  
PER COORDINATORI PER LA PROGETTAZIONE E PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

ing. Luca CHIMENTON  
328.7312142 – [chime69@gmail.com](mailto:chime69@gmail.com)



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI VENEZIA



ORDINE DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI VENEZIA