Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica

Corsi per addetti antincendio di cui al D.Lgs. 81/08 e al D.M. 2/9/2021

Supporti didattici per lo svolgimento dell'attività formativa

Corsi di tipo 1 -FOR

Sommario

PREMESSA 3
RIFERIMENTI NORMATIVI 4
1 MODULO 1: L'incendio e la prevenzione incendi 5
1.1 Principi sulla combustione 5
1.1.1 La classificazione degli incendi (in relazione allo stato fisico del combustibile) 6
1.1.2 Parametri fisici della combustione 7
1.1.3 Cenni sulla dinamica della combustione e sulla trasmissione del calore 9
1.1.4 Combustione delle sostanze solide, liquide e gassose 12
1.1.5 Possibili sorgenti di attivazione dell'incendio (energia di attivazione) 13
1.1.6 Prodotti della combustione 17
1.2 Le principali cause di incendio in relazione allo specifico ambiente di lavoro 18
1.3 Le sostanze estinguenti 19
1.4 Effetti dell'incendio sull'uomo 21
1.5 Specifiche misure di prevenzione incendi 23
1.6 Accorgimenti comportamentali per prevenire gli incendi 23
1.6.1 Deposito ed utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili 24
1.6.2 Utilizzo di fonti di calore 24
1.6.3 Impianti ed attrezzature elettriche 25
1.6.4 Il fumo e l'utilizzo di portacenere 25
1.6.5 Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili 25
1.6.6 Aree non frequentate 25
2 MODULO 2: Protezione antincendio e procedure da adottare in caso di incendio 26
2.1 Principali misure di protezione antincendio 26
2.1.1 Premessa 26
2.1.2 Compartimentazione 26
2.1.3 Esodo 27
2.1.4 Rivelazione ed allarme 30
2.1.5 Controllo di fumo e calore 30
2.1.6 Controllo dell'incendio 31
2.1.7 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio 34
2.2 Evacuazione in caso di incendio 34
2.2.1 Premessa 34
2.2.2 Procedure di evacuazione 35
2.3 Chiamata dei soccorsi 35
3 MODULO 3: Esercitazioni pratiche 37
3.1 Estintori portatili 37
3.2 Presa visione del registro antincendio e chiarimenti sull'attività di sorveglianza 38

PREMESSA

Questa dispensa è stata predisposta quale supporto didattico per lo svolgimento dei corsi di formazione 1-FOR per gli addetti antincendio ai sensi del D.Lgs. 81/08 e della Legge 28 novembre 1996, n. 609, con le modalità di cui al D.M. 2 settembre 2021, al D.M. 14 ottobre 1996 ed alla nota DCPREV 8274 del 31/05/2022, al fine di riunire in forma organica tutte quelle informazioni e quei dati che possono servire per illustrare i contenuti principali dei corsi di formazione ed addestramento per gli addetti antincendio di livello 1-FOR, ai sensi del D.M. 2/9/2021.

Le dispense sono strutturate in modo da essere utilizzate anche come materiale didattico da distribuire ai partecipanti ai corsi di formazione.

Gli obiettivi didattici derivano dall'attenta analisi dei contenuti da erogare alle figure che sono oggetto dell'intervento formativo. Come per gli altri moduli didattici i contenuti sono stati sviluppati con riferimento alla figura dell'addetto antincendio che assolve, oltre alle sue mansioni specifiche proprie dell'ambito lavorativo, compiti per la gestione della sicurezza in esercizio ed in emergenza. I diversi temi dei moduli didattici, da quelli prettamente teorici, quali quelli relativi ai principi della combustione, a quelli più tecnici della strategia antincendio, a quelli pratici relativi all'utilizzo delle attrezzature di estinzione e di protezione, sono stati trattati non dal punto di vista tecnico, ma con metodologia prestazionale, cercando per ciascun argomento di approfondirne soprattutto la rilevanza ai fini della strategia antincendio complessiva, anche con riferimento alle procedure di emergenza.

In questa ottica le dispense per i corsi di livello 1 sono state elaborate con riferimento alle misure previste per i "luoghi a basso rischio di incendio", in conformità al decreto del Ministero dell'Interno del 3 settembre 2021.

I principali riferimenti per la trattazione delle misure antincendio, trattandosi di corsi destinati ad addetti antincendio di attività con rischi di incendio ridotti, in generale non soggette ai controlli di prevenzione incendi, sono stati i decreti attuativi dell'art. 46 comma 3 del D.Lgs. 81/08 (D.M. 1/9/2021, D.M. 2/9/2021, D.M. 3/9/2021) che, oltre a costituire la base per l'illustrazione degli argomenti, sono utilizzati direttamente in alcune parti ed integrati nella dispensa, come elementi sostanziali degli argomenti trattati, con il supporto, per le definizioni e le finalità delle misure antincendio, delle corrispondenti definizioni date dal D.M. 3/8/2015. L'utilizzo degli strumenti normativi quale base per lo sviluppo degli argomenti è garanzia di conformità dei corsi agli indirizzi dell'amministrazione.

La trattazione è stata corredata di alcuni esempi e di approfondimenti, che vengono forniti sotto forma di note, e che sono complementi utili all'ulteriore sviluppo di esempi da parte dei docenti e ad una migliore comprensione da parte dei discenti.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel documento sono presenti riferimenti ai seguenti atti legislativi:

- **D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81** "Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro"
- **D.M 3 agosto 2015** "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139"

Nota: Il D.M 3 agosto 2015 è generalmente denominato "codice di prevenzione incendi"

- **D.M 1 settembre 2021** "Criteri generali per il controllo e la manutenzione degli impianti, attrezzature ed altri sistemi di sicurezza antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punto 3, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81"
- **D.M 2 settembre 2021** "Criteri per la gestione dei luoghi di lavoro in esercizio ed in emergenza e caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punto 4 e lettera b) del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81"
- **D.M 3 settembre 2021** "Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81"

1 MODULO 1: L'incendio e la prevenzione incendi

1.1 Principi sulla combustione

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

La combustione 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 una quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli esplosivi e la celluloide.

Le condizioni necessarie per avere una combustione sono:

- presenza del **combustibile**
- presenza del **comburente**
- presenza di una **energia di attivazione** (innesco/sorgente di calore).

Pertanto solo la contemporanea presenza di questi tre elementi dà luogo al fenomeno dell'incendio e, di conseguenza, al mancare di almeno uno di essi l'incendio si spegne.

È importante specificare la **differenza tra *combustione* e *incendio***, sebbene siano due fenomeni accomunati dallo stesso principio chimico-fisico.

Con il termine **combustione** ci si riferisce ad una reazione chimica di ossidazione del materiale combustibile, da parte dell'agente ossidante (il comburente), controllata nel tempo e nello spazio (ad esempio può essere considerata tale la combustione del gas combustibile che fuoriesce dal fornello di una cucina domestica).

L'incendio è invece una reazione incontrollata che dà luogo alla combustione di materiale con effetti indesiderati a causa della propagazione, nello spazio e nel tempo, delle fiamme, del calore, del fumo e dei gas di combustione, con ovvio pericolo per le persone e per i beni circostanti.

Nella letteratura della sicurezza antincendio si è soliti rappresentare il fenomeno della combustione con il cosiddetto "**triangolo del fuoco**".

Il "triangolo del fuoco" è un espediente per facilitare la comprensione del fenomeno legato alla combustione: ogni lato del triangolo rappresenta infatti un componente della reazione chimica (il combustibile, il comburente e l'energia di attivazione) e, dal momento che per innescare e mantenere tale reazione è necessaria la contemporanea presenza dei suddetti elementi, è altrettanto facile intuire come l'assenza di uno qualsiasi dei lati del triangolo comporti la cessazione della combustione (ovvero lo spegnimento dell'incendio, detto anche estinzione).

Quindi per ottenere lo spegnimento dell'incendio si può ricorrere a tre sistemi:

- **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.

A rigore, oltre alle tre modalità di estinzione sopraelencate, anche se non riconducibile a nessuno dei 3 lati del triangolo del fuoco, è da annoverare anche l'inibizione chimica (detta anche anticatalisi). Tale modalità di estinzione consiste nell'utilizzo di particolari agenti chimici che, a contatto con il calore dell'incendio, generano sostanze inibitrici del processo chimico di combustione che ne bloccano la reazione di ossidazione.

Normalmente per lo spegnimento di un incendio si utilizza una combinazione delle operazioni di esaurimento del combustibile, di soffocamento e di raffreddamento.

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

1.1.1 La classificazione degli incendi (in relazione allo stato fisico del combustibile)

Gli incendi vengono distinti in cinque classi secondo lo stato fisico dei materiali combustibili con un'ulteriore categoria che tiene conto delle particolari caratteristiche degli incendi di natura elettrica.

- **classe A** incendi di materiali solidi
- **classe B** incendi di liquidi infiammabili
- **classe C** incendi di gas infiammabili
- **classe D** incendi di metalli combustibili
- **classe F** incendi che interessano mezzi di cottura (oli e grassi vegetali e animali)

Nota: È appena il caso di far notare come nella classificazione degli incendi sopra riportata sia assente la *classe E* che in passato veniva utilizzata per indicare gli incendi generati da apparecchiature elettriche in tensione (ovvero "percorse" da corrente elettrica). Tale classe ad oggi non trova più applicazione in quanto i materiali costituenti tali apparecchiature generano incendi assimilabili alle classi A e B. È tuttavia opportuno focalizzare l'attenzione sull'argomento in quanto nel bagaglio culturale di un addetto al servizio antincendio deve essere chiaro il concetto che incendi di materiali percorsi da corrente elettrica comportano un ulteriore rischio oltre a quello della combustione: l'elettrocuzione.

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 ovvero un'opportuna scelta del tipo di estinguente.

Affinché in un combustibile si sviluppi e propaghi una combustione, occorre una sorgente d'ignizione tale da dar luogo all'inizio di una reazione di combustione che sia poi in grado di auto sostenersi. Ciò vuol dire che una parte dell'energia prodotta dall'incendio, deve trasferirsi alla superficie del combustibile aumentandone la temperatura. Infatti all'aumentare della temperatura, aumenta la tendenza di una reazione chimica (quale quella di combustione) ad incrementare di molto la sua velocità. Questo avviene con modalità diverse a seconda che il combustibile sia solido, liquido o gassoso.

- Nel caso di un **combustibile solido**, il trasferimento del calore prodotto dall'incendio dà origine ad un fenomeno di "pirolisi" ovvero di decomposizione termochimica del

materiale. I legami della materia allo stato solido si rompono e le molecole “liberate” dal reticolo cristallino costituente la struttura del materiale solido, possono combinarsi con l’ossigeno alimentando la reazione di combustione.

- Nel caso di un **liquido infiammabile**, l’aumento della temperatura dà luogo all’evaporazione di molecole che passano allo stato vapore potendosi così combinare con il comburente ed alimentare la combustione.
- Le sostanze allo **stato gassoso**, invece, richiedono normalmente un minor apporto energetico per l’attivazione di una reazione di combustione, poiché trovandosi già in fase gas sono caratterizzate da più deboli legami chimici costituenti la materia.

Quanto una reazione di combustione riesca più o meno facilmente a propagarsi nel combustibile e con quale velocità questa propagazione avviene, dipende da innumerevoli fattori, alcuni legati alla sostanza combustibile, altri al suo stato fisico.

I parametri fisici sono più rilevanti sono:

a) Limite superiore e inferiore di infiammabilità;

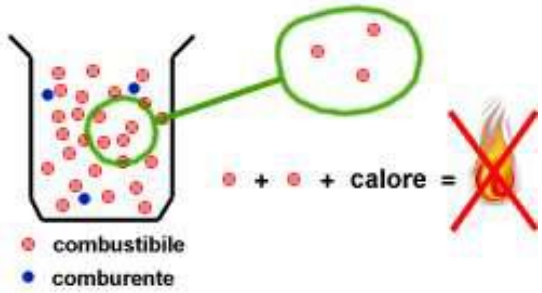
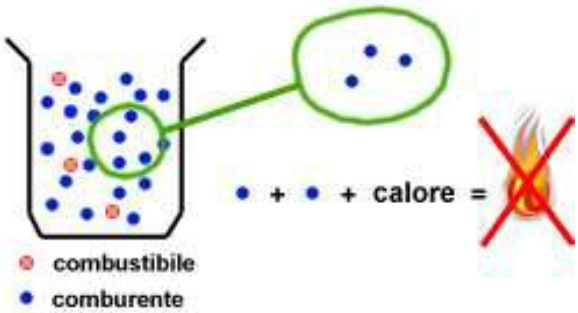
b) Temperatura di infiammabilità;

c) Temperatura di accensione.

1.1.2 Parametri fisici della combustione

a) *Limite superiore e inferiore di infiammabilità*

Affinché una reazione di combustione possa avvenire è necessaria la presenza contemporanea di un combustibile, di un comburente e di una sorgente di attivazione. E’ però necessario che il combustibile ed il comburente siano presenti nelle giuste proporzioni perché, qualora vi sia un eccesso oppure un difetto di combustibile in rapporto al comburente disponibile, la miscela combustibile-comburente potrebbe non infiammarsi.

	
Miscela con concentrazione di combustibile oltre il limite superiore di infiammabilità	Miscela con concentrazione di combustibile minore del limite inferiore di infiammabilità

Per ogni miscela di gas o vapori infiammabili, esiste quindi un limite superiore ed inferiore di infiammabilità che si esprime come percentuale in volume di combustibile nella miscela aria-combustibile, e che rappresentano rispettivamente la concentrazione massima e minima di combustibile nella miscela, oltre le quali la miscela stessa non brucia ovvero una fiamma non è in grado di propagarsi.

Tali parametri, riferendosi a concentrazioni in volume di vapore infiammabile, sono caratteristici

solamente dei **liquidi** e dei **gas combustibili**.

La differenza tra il limite superiore ed inferiore di infiammabilità di un combustibile, si definisce campo di infiammabilità. Maggiore è il campo di infiammabilità di una sostanza, più alta è la probabilità di propagazione di una reazione di combustione nella miscela combustibile-comburente e dunque maggiore è la pericolosità del combustibile.

Nella tabella seguente, sono riportati i limiti di infiammabilità di alcune sostanze:

Combustibile	Limite inferiore %	Limite superiore %
Benzina	0,9	7,5
Gas naturale	3	15
Gasolio	1	6
Butano	1,5	8,5
Metano	5	15

Un esempio pratico, utile per la comprensione di questi parametri, è il fornello della cucina domestica: esercitando la pressione sulla manopola si apre la valvola che lascia uscire il gas infiammabile in aria (ad es. metano) e si attiva contemporaneamente la scintilla (innesco). La fiamma compare istantaneamente non appena la concentrazione di gas metano in aria è del 5% (limite inferiore). Ruotando la manopola aumenta l'apertura della valvola e conseguentemente la concentrazione di metano in aria che determina un aumento della fiamma. Raggiunto il 15% (limite superiore) di concentrazione di metano, un ulteriore aumento comporterà l'estinzione della fiamma per eccesso di combustibile (ovvero la fuoriuscita della miscela gas-ossigeno dal campo di infiammabilità).

La velocità con cui la reazione di combustione si propaga all'interno di una miscela di un combustibile in fase gas o vapore in aria, è nulla in corrispondenza dei limiti di infiammabilità e aumenta man mano che la concentrazione del combustibile si approssima ai valori centrali del campo di infiammabilità

Infine, i limiti di infiammabilità variano al variare della pressione e della temperatura. Normalmente all'aumentare di queste aumenta il campo d'infiammabilità.

b) Temperatura di infiammabilità

La temperatura di infiammabilità è la più bassa temperatura alla quale un combustibile liquido emette vapori sufficienti a formare con l'aria una miscela che, **se innescata**, brucia spontaneamente.

Minore è la temperatura di infiammabilità e maggiore è la pericolosità del combustibile. La benzina ad esempio che, ha una temperatura di infiammabilità inferiore a 0°C, a temperatura ambiente rilascia vapori che se innescati bruciano.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni valori indicativi della temperatura di infiammabilità di alcune sostanze:

Sostanza	T_i (°C)
Benzina	-20
Gasolio	65
Alcool etilico	13
Alcool metilico	11
Olio lubrificante	149

c) *Temperatura di accensione (o di autoaccensione)*

La temperatura di accensione o di autoaccensione, rappresenta la temperatura minima alla quale un combustibile, in presenza d'aria brucia senza necessità di innesco.

Tale parametro è definibile per qualsiasi sostanza combustibile, sia essa solida, liquida o gassosa. Per comprenderne meglio il significato si può immaginare di osservare un materiale combustibile isolato, circondato esclusivamente di aria (contenente il naturale tenore di ossigeno comburente), il cui ambiente è sottoposto ad un graduale e continuo innalzamento di temperatura: il valore di temperatura alla quale inizia spontaneamente la combustione definisce la temperatura di autoaccensione.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni valori indicativi della temperatura di accensione di alcune sostanze:

Sostanza	T_a (°C)
Benzina	250
Gasolio	220
Carta	230
Legno	220÷250

Minore è la temperatura di accensione e maggiore sarà la pericolosità del combustibile.

È opportuno sottolineare che la temperatura d'infiammabilità e la temperatura di accensione sono due aspetti radicalmente diversi.

Innanzitutto la temperatura d'infiammabilità, proprio perché riferita all'emissione di vapori infiammabili, è ovviamente definita *solo* per le sostanze combustibili *liquide*.

Inoltre, a differenza della temperatura di accensione, la temperatura di infiammabilità individua l'inizio della condizione per la quale un liquido infiammabile emette vapori in aria in concentrazioni tali da formare una miscela infiammabile, ma non necessariamente l'inizio della combustione. Facendo riferimento al triangolo del fuoco si può dire che un liquido infiammabile, sottoposto alla sua temperatura di infiammabilità, forma solo due lati del triangolo (miscela combustibile-comburente); la combustione avverrà non appena vi sarà l'innesco.

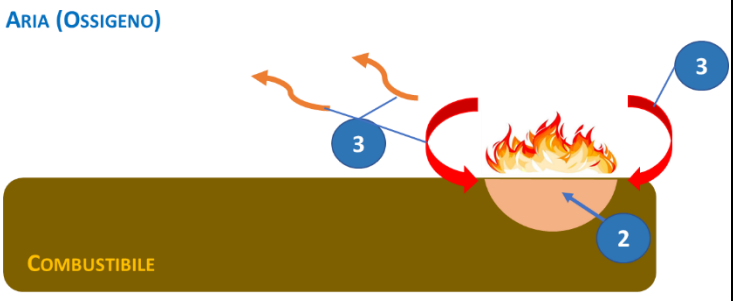
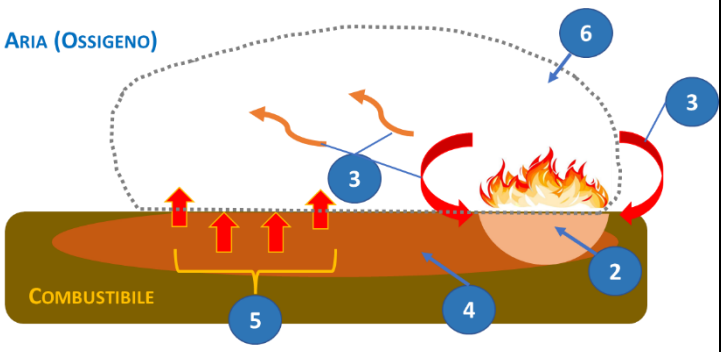
Per rafforzare il concetto ed evidenziare la differenza tra i due parametri citati si fa notare come la benzina, liquido estremamente infiammabile, pur avendo una bassissima temperatura d'infiammabilità sia caratterizzata da una temperatura di accensione relativamente alta (ad esempio maggiore della carta).

1.1.3 Cenni sulla dinamica della combustione e sulla trasmissione del calore

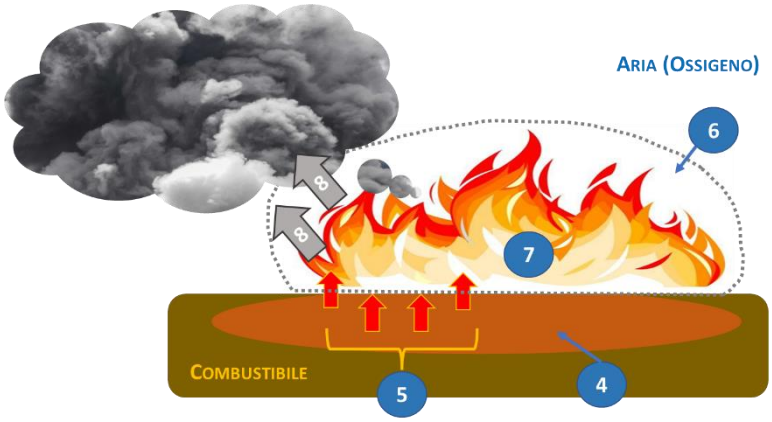
Una volta avviata una reazione di combustione, i prodotti che da essa si generano, danno luogo alla formazione di un "plume" (pennacchio) di gas caldi (fuliggine prodotta da solidi o aerosol di liquidi, gas e vapori di combustione) che, trovandosi ad una temperatura maggiore di quella ambiente si muovono verso l'alto, in quanto meno densi dell'aria. Il movimento verso l'alto dei gas di combustione, aspira l'aria alla base delle fiamme facendo in modo che affluisca un certo apporto di ossigeno necessario alla reazione.

Il meccanismo di combustione appena descritto può essere schematicamente rappresentato nella figura seguente, all'interno della quale sono stati anche rappresentati, il moto verso l'alto dei fumi/gas e vapori di combustione e gli afflussi d'aria che trasportano l'ossigeno alla base

delle fiamme a cui è stato fatto cenno.

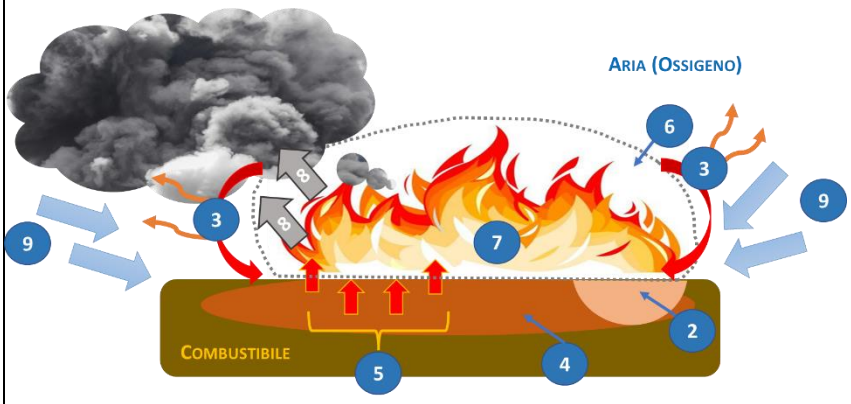
Meccanismo di combustione e sviluppo dell'incendio	
La presenza di una **sorgente d'ignizione** (**punto 1**), sollecitando termicamente il materiale combustibile, dà luogo, nella zona più prossima alla sorgente, ad una **zona di degradazione locale della materia** (**punto 2**).	
Per effetto del cimento termico subito dal combustibile all'interno di tale area (punto 2), i legami chimici costituenti la materia si rompono, ottenendo così delle molecole di combustibile pronte a combinarsi con l'ossigeno presente in aria, dando avvio alla **fase iniziale dell'incendio**.	
A tal punto, la **reazione chimica di combustione, produce energia sottoforma di calore** (**punto 3**), che sollecita ulteriormente il materiale combustibile più vicino.	
Se il calore prodotto, che investe il materiale combustibile, è sufficientemente intenso, **l'incendio si propaga.** Si amplifica così la zona del combustibile che partecipa al fenomeno di **pirolisi/evaporazione (punto 4)**, zona dalla quale viene generato un **apporto di combustibile (punto 5)** che affluisce nella **zona di combustione (punto 6),** cioè nella zona all'interno della quale avviene la reazione di combustione.	

All'interno della zona combustione (punto 6), il materiale combustibile generato alimenta ulteriormente lo **sviluppo di fiamme (punto 7)** e, più in generale, dei **prodotti della combustione (fumo/gas e vapori – punto 8)**.



La produzione di calore (punto 3), che sollecita il materiale combustibile presente**,** e l'afflusso di aria **(punto 9)** alimentano l'incendio che si propaga fino alla consumazione del materiale disponibile, con conseguente estinzione del fuoco.

Nota: Qualora, l'ossigeno utilizzato nella combustione non dovesse essere reintegrato, ad esempio nel caso di un incendio che si sviluppa all'interno di un ambiente confinato in assenza di superfici di ventilazione (chiusura di porte e/o finestre), la combustione rallenta al ridursi delle concentrazioni di ossigeno. Se il processo prosegue, si può raggiungere una concentrazione limite di ossigeno oltre la quale, non potrà più essere sostenuta una combustione con fiamma.



Sviluppo Incendio – Legenda	
1	Innesco
2	Degradazione localizzata
3	Calore di combustione
4	Zona di pirolisi
5	Combustibile in fase di pirolisi
6	Zona di combustione
7	Fiamme
8	Fumi, gas e vapori di combustione
9	Afflusso d'aria (ossigeno)

In linea del tutto generale si potrebbe anche verificare il caso di sorgenti d'ignizione non efficaci, ovvero non in grado di innescare un incendio in un materiale combustibile in grado poi di autosostenersi. Questa situazione è tipica di quei casi in cui l'energia di attivazione non è sufficiente in rapporto alla tipologia del combustibile. Pensiamo ad esempio ad una piccola sorgente d'ignizione, quale quella rappresentata da una piccola fiamma di una candela, oppure da un fiammifero o ancora un accendino messa a contatto con un combustibile solido quale un pezzo di legno.

Non è detto, in questo caso, che tali sorgenti, siano in grado di innescare un incendio in quel combustibile. Potrebbe ad esempio verificarsi un iniziale innesco che interessa una porzione

limitata del combustibile, a cui non segue poi una propagazione alle restanti parti secondo il meccanismo di reazione a catena sopra descritto.

La fase iniziale di un incendio, dunque, può o meno essere seguita da una successiva fase di propagazione, e ciò dipende tipicamente dalla potenza della sorgente d'ignizione e dall'inerzia termica del combustibile ovvero dalla maggiore o minore propensione del combustibile a bruciare.

1.1.4 Combustione delle sostanze solide, liquide e gassose

a) *La combustione delle sostanze solide*

La **combustione delle sostanze solide** è caratterizzata dai seguenti parametri:

- pezzatura e forma del materiale;
- grado di porosità del materiale;
- elementi che compongono la sostanza;
- contenuto di umidità del materiale;
- condizioni di ventilazione.

Il **grado di pezzatura** è il rapporto tra il volume del combustibile e la sua superficie esterna. Se un combustibile ha una grande pezzatura vuol dire che le superfici a contatto con l'aria sono relativamente limitate in rapporto al suo volume. Al contrario, se a parità di massa, diminuisce la pezzatura del combustibile come ad esempio per un combustibile suddiviso in minute particelle (polvere di legno), aumenta la superficie esterna attraverso cui avvengono i fenomeni di scambio termico con l'ambiente e con essa la suscettibilità del materiale a bruciare.

Il processo di combustione delle sostanze solide porta alla formazione di braci che sono costituite dai residui carboniosi della combustione stessa.

b) *La combustione dei liquidi infiammabili*

Tutti i liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano in misura differente a seconda delle condizioni di pressione e temperatura sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e mezzo che lo sovrasta. Nei liquidi infiammabili la combustione avviene proprio quando, in corrispondenza della suddetta superficie, i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità, sono opportunamente innescati.

Pertanto, per bruciare in presenza di innesco, un liquido infiammabile deve passare dallo stato liquido allo stato di vapore. L'indice della maggiore o minore combustibilità di un liquido è fornito dalla temperatura di infiammabilità. In base alla temperatura di infiammabilità i liquidi infiammabili sono classificati come segue:

- Categoria A: liquidi aventi punto di infiammabilità inferiore a 21°C
- Categoria B: liquidi aventi punto di infiammabilità compreso tra 21°C e 65°C
- Categoria C: liquidi aventi punto di infiammabilità compreso tra 65°C e 125°C

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

c) *I gas*

Nelle applicazioni civili ed industriali i gas, compresi quelli infiammabili, sono generalmente contenuti in recipienti atti ad impedirne la dispersione incontrollata nell'ambiente.

I gas in funzione delle loro caratteristiche fisiche possono essere classificati come segue:

- **GAS LEGGERO**

  Gas avente densità rispetto all'aria inferiore a 0,8 (idrogeno, metano, etc.) Un gas leggero quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare verso l'alto.

- **GAS PESANTE**

  Gas avente densità rispetto all'aria superiore a 0,8 (GPL, acetilene, etc.) 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.

In funzione delle loro modalità di conservazione, i gas possono essere classificati in gas compressi, gas liquefatti, gas refrigerati e gas disciolti.

Nota: I gas compressi sono gas che vengono conservati allo stato gassoso ad una pressione superiore a quella atmosferica in appositi recipienti detti bombole o trasportati attraverso tubazioni. La pressione di compressione può variare da poche centinaia millimetri di colonna d'acqua (rete di distribuzione gas metano per utenze civili) a qualche centinaio di atmosfere (bombole di gas metano e di aria compressa).

I gas liquefatti sono gas che per le loro caratteristiche chimico-fisiche possono essere liquefatti a temperatura ambiente mediante compressione (butano, propano, ammoniaca, cloro). 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. 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.

I gas refrigerati sono 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.

I gas disciolti sono gas che sono conservati in fase gassosa disciolti entro un liquido ad una determinata pressione (ad es.: acetilene disciolto in acetone, anidride carbonica disciolta in acqua gassata -acqua minerale)

1.1.5 Possibili sorgenti di attivazione dell'incendio (energia di attivazione)

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle sorgenti d'ignizione più comunemente note, riportando anche degli esempi finalizzati ad evidenziare in quali situazioni le suddette sorgenti possono risultare efficaci nell'attivazione di un incendio

a) *Piccola fiamma prodotta da una candela, fiammiferi o accendino*

Una sorgente d'ignizione rappresentata da una piccola fiamma, come quella generata da una candela, un accendino o anche una scatola di fiammiferi, produce flussi termici maggiori nella

direzione della fiamma, piuttosto che in direzione trasversale alla fiamma. Questo conferma la propensione della fiamma di una candela ad accendere combustibili a qualche distanza immediatamente sopra la fiamma ma non anche combustibili posti a lato di essa.

Una piccola fiamma per accendere un combustibile deve essere posta in posizione molto vicina. Esiste infatti una regola di carattere generale per cui, minore è l'energia della sorgente di accensione, più la sorgente e il primo combustibile devono essere prossimi affinché si possa verificare un incendio.

b) *Scintille ed archi elettrici*

La definizione di scintilla è ambigua perché il termine può riferirsi a una delle due situazioni di seguito elencate:

- un arco elettrico di breve durata in cui la corrente elettrica si scarica attraverso l'aria o altro isolante;
- un minuscolo frammento di materiale solido incandescente che si muove attraverso l'aria;

La scintilla elettrica non è facilmente distinta dall'arco elettrico, tranne per la durata.

Nota: L'arco elettrico persiste come una scarica per un certo intervallo di tempo. È quindi più semplice considerare tutti questi fenomeni elettrici come archi di diversa durata e lasciare il termine scintilla per rappresentare una particella solida o goccia fusa riscaldata da qualche processo. Più un arco elettrico persiste a lungo nel tempo, più questo è in grado di riscaldare i materiali posti nei suoi immediati dintorni, trasferendo ad essi calore. Poiché l'arco può persistere da pochi microsecondi a centinaia di secondi, il calore totale rilasciato può essere ricompreso all'interno di una gamma molto ampia, da un valore piccolo associato ad un breve arco di elettricità statica a valori enormi per un fulmine.

c) *Superfici calde*

La maggior parte degli oggetti caldi sono riscaldati mediante una fiamma, mediante riscaldamento per attrito, o dal flusso di corrente elettrica che li attraversa.

Se materiali combustibili entrano in contatto con questi elementi riscaldanti, possono essere innescati.

La valutazione di un eventuale accensione di un combustibile a causa di una superficie calda non è una semplice questione di confronto tra la temperatura della superficie con la temperatura di autoaccensione del combustibile.

L'accensione di qualsiasi combustibile non si verificherà se non vi è abbastanza calore che viene trasferito in una massa sufficiente di combustibile e tale da stabilire una fiamma persistente. Il trasferimento di calore da una superficie dipende infatti dalla natura e dalla forma della superficie, dalla natura del contatto, e se il contatto con il combustibile viene mantenuto sufficientemente a lungo.

Nota: Contatti molto brevi a volte non permettono il trasferimento di una quantità di calore sufficiente per l'accensione. Ad esempio, un combustibile liquido volatile gocciolato su una superficie calda metallica piana rischia di raffreddare la zona di contatto per evaporazione. I vapori risultanti salgono per convezione dalla superficie calda, riducendo così il tempo di permanenza. In queste situazioni, la temperatura della superficie calda è in genere efficace all'accensione del vapore generato dal liquido infiammabile, se risulta significativamente maggiore della temperatura di autoaccensione del liquido.

d) *Attrito*

Come fonte di accensione, l'attrito è riconducibile al caso di un "oggetto caldo". L'attrito tra due superfici in movimento genera calore (come nei freni a disco di un'automobile, che possono diventare estremamente caldi). L'attrito è stato sempre considerato una fonte di accensione di un fuoco, si pensi a quello generato strofinando due bastoncini di legno l'uno contro l'altro, facendo ruotare una punta di legno in una depressione ricavata nell'altro pezzo. In questo caso

il legno è utilizzato, perché oltre ad essere un combustibile, è un cattivo conduttore di calore, permettendo così di accumulare il calore generato per attrito senza disperderlo fino a raggiungere l'accensione dei bastoncini.

L'attrito spesso è un fenomeno indesiderato e causa d'innesco di incendi, specialmente nelle macchine che contengono parti in movimento.

Nota: Ad esempio un cuscinetto in rotazione che si surriscalda a causa di una lubrificazione inadeguata può provocare proiezione di frammenti metallici caldi, e il successivo innesco di materiali combustibili adiacenti. Ogni cuscinetto che non dispone di un'adeguata lubrificazione può diventare caldo attraverso l'attrito, e il contatto dell'oggetto caldo con un combustibile di facile accensione può provocare un incendio. La mancanza di lubrificazione è senza dubbio una delle fonti di incendi scaturiti in macchine in uso. Altri possibili esempi, sono rappresentati da nastri trasportatori e cinghie, che possono incepparsi, o essere costrette a muoversi contro i rulli bloccati, provocando un estremo riscaldamento per attrito. Lavorazioni che sviluppano attrito come fresatrici, torni sono in grado di generare una pioggia di particelle calde che possono innescare l'accensione di materiali posti nelle vicinanze come rifiuti o a contatto con tali apparecchiature da lavoro. Infine, fenomeni di attrito possono anche verificarsi all'interno di impianti di estrazione, come quelli a servizio di silos contenenti materiali combustibili, in caso di mancata manutenzione o controllo dei suddetti impianti e dei relativi componenti, quali coclee di estrazione dei materiali.

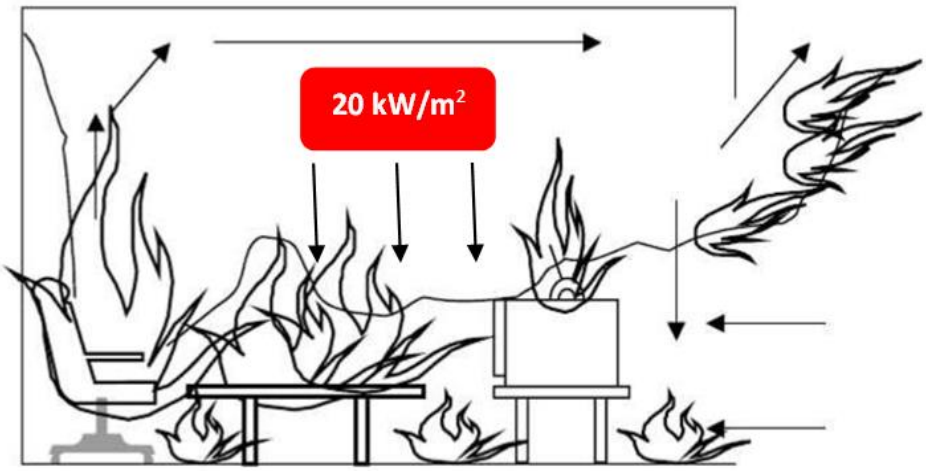
e) Radiazione termica

Il calore radiante gioca un ruolo molto importante come principale causa di propagazione degli incendi, meno come fonte primaria d'accensione.

Ciò nonostante, il calore radiante emesso da caminetti, stufe e caloriferi può ad esempio portare materiale di natura cellulosica prossimo alla temperatura di accensione.

La trasmissione del calore per conduzione non è l'unico modo di attivazione di un incendio, in alcuni casi l'incendio può attivarsi se c'è un sufficiente calore radiante. In questo caso, le qualità riflettenti o assorbenti del combustibile sono di fondamentale importanza, così come la sua densità e la conduttività termica. Tutto ciò che è necessario è che il combustibile possa assorbire più calore di quello che può dissipare, raggiungendo per questo una temperatura superiore a quella di autoaccensione anche se localmente in alcune zone. I raggi della luce solare diretta (che corrispondono ad un tipico flusso di calore radiante la cui intensità è dell'ordine di 1 kW/m^2) non sono abbastanza intensi per innescare un incendio nei materiali combustibili comuni, ma se sono concentrati o focalizzati da un oggetto trasparente in grado di convogliarli, possono raggiungere i 10÷20 kW/m^2 nel punto focale del percorso della luce, potendo a questo punto innescare del materiale facilmente combustibile, come quello di natura cellulosica.

Più in generale la radiazione termica è la principale causa di propagazione di un incendio che si sviluppa all'interno di un ambiente confinato. Non a caso, dal punto di vista scientifico è generalmente assunto che la fase di flash-over di un incendio (punto 1.4.2) ovvero la fase generalizzata di propagazione a tutti i combustibili presenti, si raggiunge quando il flusso termico radiante prodotto dai fumi e gas caldi stratificati a soffitto, raggiunge il valore circa 20 kW/m^2 a pavimento. Nell'intorno di tale valore, infatti, i combustibili solidi presenti nell'ambiente pirolizzano partecipando alla combustione.



f) *Autocombustione*

L'autocombustione si verifica quando un materiale combustibile si innesca in assenza di sorgenti esterne di attivazione. Infatti, nell'autocombustione, l'energia di attivazione è fornita dal calore generato da processi quali reazioni biochimiche o fermentazioni. In generale, l'autocombustione si ha quando una sostanza si ossida (brucia) ad una velocità tale che la generazione di calore supera la sua dissipazione, con un accumulo di energia termica tale da provocare l'accensione.

L'accumulo di energia può verificarsi in quei casi in cui la sostanza combustibile, quale fieno, carbone, viene stoccata in cumuli che non consentono la dissipazione del calore e determinando così un incremento della temperatura interna al cumulo. La crescita di temperatura, a sua volta, aumenta la velocità di reazione e con essa la produzione e l'accumulo di altra energia sotto forma di calore. Questo meccanismo può determinare il raggiungimento della "temperatura di accensione del combustibile" all'interno del cumulo, con l'inevitabile innesco di un incendio.

Il carbone attivo può dar luogo ad un'autocombustione in masse di qualche chilo e la reazione richiede da diverse ore ad alcuni giorni. Fieni ed erbe richiedono masse rilevanti (100 kg o più) e giorni o settimane prima che possa avvenire un'accensione, anche a temperature moderate.

Più alta è la temperatura di partenza e più velocemente il processo può progredire. La biancheria di cotone, se non adeguatamente asciugata attraverso un processo di essiccazione eseguito dopo un lavaggio, può auto-innescarsi dopo poche ore.

La presenza di oli da cucina che non sono stati rimossi dal lavaggio può contribuire ad un auto-riscaldamento della biancheria, come anche la presenza di residui di candeggina.

g) *Reazioni chimiche esotermiche*

Un certo numero di composti chimici sono in grado di generare grande calore, anche con formazione di fiamme. Alcuni incendi accidentali, avvenuti all'interno di negozi di prodotti per la casa, sono conseguenti a perdite o fuoriuscite di agenti corrosivi (acidi o basi) che sono entrati in contatto con metalli o di materiali combustibili che, al contatto con forti ossidanti (cloro per piscina), hanno dato luogo ad una reazione esotermica.

Nota: si dice reazione esotermica una reazione chimica che produce energia termica.

Tali reazioni accadono più frequentemente all'interno di impianti industriali, e richiedono per una valutazione l'attenta conoscenza dei meccanismi di reazione. Molti incendi di origine chimica sono dovuti alla combustione o decomposizione di sostanze chimiche pericolose che in particolari situazioni possono dar luogo a reazioni fuggitive molto veloci e caratterizzate da rapidi incrementi

di temperatura e pressione.

h) *Sigarette*

Sigarette e sigari, essendo fonti di combustione senza fiamma (covanti), pur avendo una bassa potenza di rilascio termico, possono innescare combustibili cellulosici finemente divisi, imbottiture di cotone e materiali termoplastici quali schiume.

Mozziconi di sigarette accesi, abbandonati in cestini porta rifiuti possono innescare incendi; al contrario, mozziconi accesi lasciati cadere su pozze di liquidi infiammabili difficilmente risultano "efficaci" all'accensione di un incendio anzi, più facilmente si spengono una volta terminata la loro corsa all'interno della pozza di liquido.

i) *Apparecchi elettrici*

Il calore prodotto dagli apparecchi elettrici può, naturalmente, causare l'accensione di materiali combustibili posti nelle vicinanze, anche quando i suddetti apparecchi sono utilizzati correttamente. Stufe elettriche, tostapane, o forni offrono una fonte di accensione per la presenza di resistenze elettriche che possono raggiungere temperature superficiali dell'ordine dei 600 °C o maggiori. Tali superfici calde possono ad esempio innescare la maggior parte dei materiali cellulosici (compresi gli alimenti) se entrano in contatto con essi.

Le lampade ad incandescenza possono generare temperature in aria, in corrispondenza della superficie del bulbo di vetro, che vanno da 70 °C ai 270 °C in funzione della potenza della lampada. Tali temperature possono bruciare materiali cellulosici o fondere materiali sintetici che entrano in contatto con la sorgente di calore.

1.1.6 Prodotti della combustione

La conoscenza dei prodotti della combustione è fondamentale per comprendere i rischi connessi con lo sviluppo di un incendio e per saper adottare, in contesti emergenziali, le possibili contromisure di salvaguardia atte a ridurre gli effetti sull'uomo.

Tra i prodotti della combustione quelli che ci interessano sono i seguenti:

- gas di combustione
- fiamme
- fumo
- calore

a) *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:

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

La produzione di tali gas dipende dal tipo di combustibile, dalla percentuale di ossigeno presente e 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.

Tra i gas prodotti dall'incendio rientra anche il vapore acqueo, che non è un gas di combustione, in quanto torna allo stato liquido una volta raffreddato.

b) *Fiamme*

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

Nota: In particolare 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

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

c) *Fumi*

I fumi sono formati da piccolissime particelle solide (aerosol) e 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, e impediscono la visibilità ostacolando l'attività dei soccorritori e l'esodo delle persone. Le particelle solide dei fumi, che sono incombusti e ceneri, rendono il fumo di colore scuro. Le particelle liquide, invece, sono costituite essenzialmente da vapor d'acqua, che al di sotto dei 100°C condensa dando luogo a fumo di color bianco.

d) *Calore*

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

1.2 Le principali cause di incendio in relazione allo specifico ambiente di lavoro

Le condizioni che possono determinare l'insorgenza di un incendio sono da ricercare nei numerosi fattori che caratterizzano gli ambienti (di lavoro e non) e che non si esauriscono nella semplice disamina delle sostanze combustibili presenti e dei potenziali meccanismi di innesco. Infatti, a prescindere dai livelli di pericolo intrinsechi di un dato luogo, dipendenti anche dalla tipologia di attività svolta, gioca un ruolo fondamentale il sistema di gestione attuato per definire le misure di esercizio e comportamentali più corrette nei riguardi della sicurezza antincendio.

Per esprimere meglio tale concetto si può senz'altro affermare che un luogo di lavoro nel quale si detengono grandi quantitativi di combustibile e/o vengono effettuate lavorazioni pericolose, ma che al contempo viene esercito con adeguate misure tecniche, organizzative e gestionali, possa essere caratterizzato, da un punto di vista statistico, da un minore livello di rischio rispetto ad altro luogo di lavoro che, seppur contraddistinto da fattori di pericolo minori, disponga di carenti misure di prevenzione e controllo.

In conclusione si deve tenere presente che il rischio d'incendio è fortemente influenzato dai sistemi organizzativi e dai comportamenti adottati dagli occupanti.

A titolo meramente indicativo e non esaustivo, si elencano alcune delle cause e delle condizioni di pericolo più comuni per il rischio incendio:

- 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;
- 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;
- ostruzione della 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.

1.3 Le sostanze estinguenti

L'estinzione dell'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
- gas inerti
- agenti estinguenti alternativi

a) Acqua

L'acqua è la sostanza estinguente per antonomasia. La sua azione estinguente si esplica con le seguenti modalità:

- abbassamento della temperatura 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;
- imbibimento dei combustibili solidi.

L'uso dell'acqua quale agente estinguente è consigliato per incendi di combustibili solidi. Tuttavia esistono sostanze incompatibili, come ad esempio il sodio ed il potassio che a contatto con l'acqua liberano idrogeno (sostanza pericolosa perché estremamente infiammabile).

L'acqua è un buon conduttore di energia elettrica. L'acqua a getto pieno non è impiegabile su impianti e apparecchiature in tensione. Esistono estintori ad acqua frazionata/nebulizzata utilizzabili su apparecchi a tensione non superiore a 1000 V alla distanza di 1 m, in quanto hanno superato una specifica prova.

b) *Schiuma*

La schiuma è un agente estinguente costituito da una miscela di acqua, liquido schiumogeno e aria (o altro gas inerte). Generalmente l'ordine di grandezza delle concentrazioni nella soluzione liquida sono: 90-95% di acqua e 5-10% di liquido schiumogeno.

L'azione estinguente delle schiume avviene per separazione del combustibile dal comburente e per raffreddamento. 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: > 1:200
- Media espansione: 1:20 – 1:200
- Bassa espansione: < 1:20

c) *Polveri*

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

L'azione estinguente delle polveri è prodotta dalla decomposizione delle stesse per effetto delle alte temperature raggiunte nell'incendio, che dà luogo ad effetti chimici sulla fiamma con azione anticatalitica, ed alla produzione di anidride carbonica e vapore d'acqua. I prodotti della decomposizione delle polveri pertanto separano il combustibile dal comburente, raffreddano il combustibile incendiato e inibiscono il processo della combustione. Le polveri sono generalmente adatte per fuochi di classe A, B e C, mentre per incendi di classe D devono essere utilizzate polveri speciali.

Le polveri antincendio risultano normalmente dielettriche, quindi utilizzabili su apparecchiature elettriche sotto tensione; inoltre, ai fini di un loro corretto uso, è bene evidenziare le seguenti ulteriori caratteristiche:

- non spengono efficacemente le braci;
- presentano un rischio di danneggiamento di apparecchiature;
- sono irritanti per le vie respiratorie.

d) *Gas inerti*

I gas inerti utilizzati per la difesa dagli incendi sono l'anidride carbonica (CO_2) e in minor misura l'azoto (N_2). La loro presenza nell'aria riduce la concentrazione del comburente (soffocamento) fino ad impedire la combustione.

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. Essa produce, differentemente dall'azoto, anche un'azione estinguente per raffreddamento dovuta all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.

La CO_2 è quindi adatta per lo spegnimento di fuochi di classe B.

Al momento dell'azionamento, l'anidride carbonica contenuta nel corpo dell'estintore, spinta dalla propria pressione interna, pari a circa 55/60 bar (a 20°C), raggiunge il cono diffusore, dal quale, attraverso il passaggio obbligato in un filtro frangi getto si espande, con una temperatura di circa -78°C, sottoforma di "neve carbonica" o "ghiaccio secco".

Il gas circonda il combustibile in fiamme, abbassa la concentrazione d'ossigeno e provoca lo spegnimento per raffreddamento e soffocamento.

È da osservare come negli estintori portatili la CO_2 venga utilizzata quale sostanza estinguente tal quale, mentre l'azoto come gas inerte è normalmente utilizzato per la pressurizzazione di altre sostanze estinguenti (polveri).

Diverso invece è il caso degli impianti fissi a deplezione di ossigeno, installati in ambienti in cui sono conservati beni da proteggere nei riguardi dell'incendio ma anche dagli effetti dannosi delle sostanze estinguenti a base d'acqua (ad esempio testi antichi, opere d'arte, documenti di valore, ecc.). In tal caso i suddetti impianti possono prevedere indistintamente l'immissione di anidride carbonica o di azoto nel vano da proteggere, estinguendo l'incendio per soffocamento grazie alla riduzione della concentrazione di ossigeno nell'atmosfera.

Nota: la riduzione della concentrazione di ossigeno ai fini dell'estinzione dell'incendio determina generalmente ambienti non idonei alla salvaguardia della vita; pertanto, l'utilizzo di tali sostanze comporta la necessità di una corretta gestione e adeguata informazione e formazione per i lavoratori.

e) Agenti estinguenti alternativi

Nei precedenti paragrafi è stato fatto cenno alla possibilità di estinguere un incendio attuando un'azione differente dalla separazione, dal soffocamento e dal raffreddamento.

In particolare si è fatto riferimento alla cosiddetta inibizione chimica, ovvero alla possibilità, tramite specifiche sostanze, di bloccare la reazione chimica di ossidazione del combustibile da parte del comburente (catalisi negativa o anticatalisi).

In passato le sostanze per eccellenza impiegate a tal fine erano i cosiddetti idrocarburi alogenati (HALON, HALogenated-HydrocarbON), formati da idrocarburi saturi in cui gli atomi di idrogeno erano parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di cromo, bromo o fluoro.

L'utilizzo degli HALON è stato ormai vietato da diversi anni a causa della produzione, con le alte temperature dell'incendio, di sostanze tossiche per l'ambiente e dannose per l'ozonosfera.

Ad oggi quindi sono disponibili agenti alternativi ("clean agents"), sostituivi dell'Halon, aventi un indice di impoverimento dello strato di ozono prossimo allo "0", sebbene siano contraddistinti da una capacità estinguente sensibilmente inferiore a quella degli halon.

1.4 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

a) *Gas di combustione*

Come già accennato nei precedenti paragrafi i principali gas di combustione sono:

- ossido di carbonio (CO)
- anidride carbonica (CO_2)
- idrogeno solforato (H_2S)
- anidride solforosa (SO_2)
- ammoniaca (NH_3)
- acido cianidrico (HCN)
- acido cloridrico (HCl)
- perossido d'azoto (NO_2)
- aldeide acrilica (CH_2CHCHO)
- fosgene ($COCl_2$)

Per le finalità previste ci soffermeremo solamente su alcuni di questi gas, in quanto ritenuti i più comuni nelle reazioni di combustione che coinvolgono i materiali quotidianamente presenti nelle attività dell'uomo.

Ossido (monossido) di carbonio

L'ossido di carbonio si sviluppa in incendi covanti in ambienti chiusi ed in carenza di ossigeno. Ha le seguenti caratteristiche:

- incolore
- inodore
- non irritante

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.

Nota: 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. I sintomi riconducibili sono: cefalea, nausea, vomito, palpitazioni, astenia, tremori muscolari, già avvertibili con un'esposizione di alcune ore ad una concentrazione di 100 p.p.m. (parti per milione).
A 200 p.p.m. l'affanno è forte, si accusano forti vertigini e abbassamento della vista.
A 600 p.p.m. si è già in pericolo di vita.
A 1000 p.p.m. la morte sopraggiunge dopo circa 90 minuti.
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:

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

Anidride carbonica

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.

Inoltre è un gas che accelera e stimola il ritmo respiratorio; con una percentuale del 2% di CO_2 in aria la velocità e la profondità del respiro aumentano del 50% rispetto alle normali condizioni. Con una percentuale di CO_2 al 3% l'aumento è del 100%, cioè raddoppia.

Nota: tra i gas di combustione che possono formarsi in un incendio ci sono anche l'acido cianidrico e il fosgene.
L'acido cianidrico si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete di lana per carenza di ossigeno, seta, resine acriliche, uretaniche e poliammidiche. Possiede un odore caratteristico di mandorle amare. E' 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. L'acido cianidrico penetra per via inalatoria, cutanea e digerente. 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. I sintomi che si manifestano sono: iperpnea (fame d'aria), aumento degli atti respiratori, colore della cute rosso, cefalea, ipersalivazione, bradicardia, ipertensione.
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. 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. I sintomi sono: irritazione (occhi, naso, e gola), lacrimazione, secchezza della bocca, costrizione toracica, vomito, mal di testa.

b) 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, pertanto una temperatura di circa 60°C è da ritenersi 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.

L'irraggiamento, oltre che sulle persone, può provocare danni alle strutture.

1.5 Specifiche misure di prevenzione incendi

1. Il datore di lavoro (o il responsabile dell'attività) organizza la GSA tramite:

a) adozione e verifica periodica delle misure antincendio preventive;

Nota Le misure preventive minime sono almeno le seguenti: corretto deposito ed impiego dei materiali combustibili, di sostanze e miscele pericolose; ventilazione degli ambienti ove siano presenti sostante infiammabili, mantenimento della disponibilità di vie d'esodo sgombre e sicuramente fruibili; riduzione delle sorgenti di innesco (es. limitazioni nell'uso di fiamme libere senza le opportune precauzioni, rispetto del divieto di fumo ove previsto, divieto di impiego di apparecchiature e attrezzature di lavoro malfunzionanti o impropriamente impiegate.

Estratto da D.M. 3/9/2021

1.6 Accorgimenti comportamentali per prevenire gli incendi

Il personale deve adeguare i propri comportamenti ponendo particolare attenzione ai punti sotto riportati:

- deposito ed utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili;

- utilizzo di fonti di calore;
- impianti ed apparecchi elettrici;
- fumo;
- rifiuti e scarti combustibili;
- aree non frequentate;

1.6.1 Deposito ed utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili

Dove è possibile, occorre che il quantitativo di materiali infiammabili, depositati o utilizzati, sia limitato a quello strettamente necessario per la normale conduzione dell'attività e tenuto lontano dalle vie di esodo. I quantitativi in eccedenza devono essere depositati in appositi locali od aree destinate unicamente a tale scopo.

Le sostanze infiammabili, quando possibile, dovrebbero essere sostituite con altre meno pericolose (per esempio adesivi a base minerale dovrebbero essere sostituiti con altri a base acquosa).

Il personale che manipola sostanze infiammabili o chimiche pericolose deve essere adeguatamente informato.

1.6.2 Utilizzo di fonti di calore

Le cause più comuni di incendio al riguardo includono:

a) impiego e detenzione delle bombole di gas utilizzate in apparecchi di riscaldamento (anche quelle vuote);

b) depositare materiali combustibili sopra o in vicinanza di apparecchi di riscaldamento;

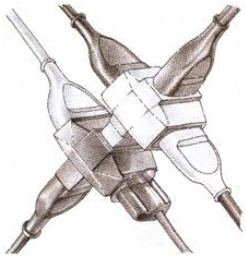
c) utilizzo di apparecchi in ambienti non idonei (presenza infiammabili, alto carico di incendio etc.);

d) utilizzo di apparecchi in mancanza di adeguata ventilazione degli ambienti.

I condotti di aspirazione e i filtri di cucine, forni, seghe, molatrici, devono essere tenuti puliti con frequenza adeguata per evitare accumuli impropri.

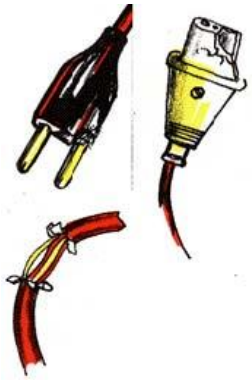
Gli ambienti in cui sono previste lavorazioni con fiamme libere dovranno essere accuratamente controllati. I luoghi dove si effettuano lavori di saldatura o di taglio alla fiamma, devono essere tenuti liberi da materiali combustibili; è necessario tenere presente il rischio legato alle eventuali scintille.

1.6.3 Impianti ed attrezzature elettriche



Il personale deve essere istruito sul corretto uso delle attrezzature e degli impianti elettrici e in modo da essere in grado di riconoscere difetti.

Le prese multiple non devono essere sovraccaricate per evitare surriscaldamenti degli impianti.



Nel caso debba provvedersi ad una alimentazione provvisoria di una apparecchiatura elettrica, il cavo elettrico deve avere la lunghezza strettamente necessaria e posizionato in modo da evitare possibili danneggiamenti.

Le riparazioni elettriche devono essere effettuate da personale competente e qualificato.

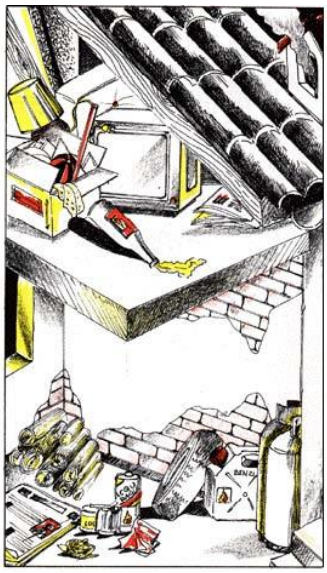
Tutti gli apparecchi di illuminazione producono calore e possono essere causa di incendio.

1.6.4 Il fumo e l'utilizzo di portacenere

Occorre identificare le aree dove il fumo delle sigarette può costituire pericolo di incendio e disporne il divieto, in quanto la mancanza di disposizioni a riguardo è una delle principali cause di incendi. Nelle aree ove sarà consentito fumare, occorre mettere a disposizione idonei portacenere che dovranno essere svuotati regolarmente.

I portacenere non debbono essere svuotati in recipienti costituiti da materiali facilmente combustibili, né il loro contenuto deve essere accumulato con altri rifiuti. Non deve essere permesso di fumare nei depositi e nelle aree contenenti materiali facilmente combustibili od infiammabili.

1.6.5 Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili



I rifiuti non debbono essere depositati, neanche in via temporanea, lungo le vie di esodo (corridoi, scale, disimpegni) o dove possono entrare in contatto con sorgenti di ignizione.

L'accumulo di scarti di lavorazione deve essere evitato ed ogni scarto o rifiuto deve essere rimosso giornalmente e depositato in un’area idonea fuori dell'edificio.

1.6.6 Aree non frequentate

Le aree del luogo di lavoro che normalmente non sono frequentate da personale (cantinati, locali deposito) ed ogni area dove un incendio potrebbe svilupparsi senza preavviso, devono essere tenute libere da materiali combustibili non essenziali. Precauzioni devono essere adottate per proteggere tali aree contro l'accesso di persone non autorizzate.

2 MODULO 2: Protezione antincendio e procedure da adottare in caso di incendio

2.1 Principali misure di protezione antincendio

2.1.1 Premessa

L'allegato I al D.M. 3 settembre 2021 stabilisce criteri semplificati per la valutazione del rischio di incendio ed indica le misure di prevenzione, protezione e gestionali antincendio da adottare nei luoghi di lavoro a basso rischio di incendio.

….sono considerati **luoghi di lavoro a basso rischio d'incendio** quelli ubicati in attività non soggette e non dotate di specifica regola tecnica verticale, aventi tutti i seguenti requisiti aggiuntivi: a) con affollamento complessivo 100 occupanti; Nota Per attività non soggette si intendono quelle attività non ricomprese nell'elenco dell'Allegato I al decreto del Presidente della Repubblica n. 151 del 2011. Nota Per occupanti si intendono le persone presenti a qualsiasi titolo all'interno dell'attività. b) con superficie lorda complessiva 1000 m2; c) con piani situati a quota compresa tra -5 m e 24 m; d) ove non si detengono o trattano materiali combustibili in quantità significative; ……. e) ove non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; f) ove non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio
Estratto da D.M. 3/9/2021

Nota: le attività soggette sono quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi di competenza del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco. La regola tecnica verticale è una regola tecnica di prevenzione incendi applicabile ad una specifica attività o ad ambiti di essa.

Le principali misure di protezione antincendio nelle attività a basso rischio di incendio sono le seguenti:

- Compartimentazione
- Esodo
- Rilevazione ed allarme
- Controllo di fumo e calore
- Controllo dell'incendio
- Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

2.1.2 Compartimentazione

La finalità della compartimentazione è di **limitare la propagazione dell'incendio** e dei suoi effetti:

a. verso altre attività, afferenti ad altro responsabile dell'attività o di diversa tipologia;

b. all'interno della stessa attività.

La compartimentazione è realizzata mediante:

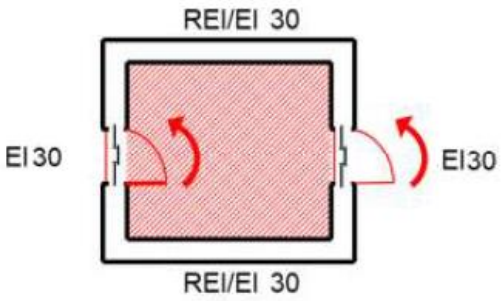
a. compartimenti antincendio, ubicati all'interno della stessa opera da costruzione;

b. interposizione di distanze di separazione, tra opere da costruzione o altri bersagli combustibili, anche ubicati in spazio a cielo libero.

Estratto da D.M. 3/8/2015

Compartimento antincendio (o compartimento): parte dell'opera da costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco. Qualora non sia prevista alcuna compartimentazione, si intende che il compartimento coincida con l'intera opera da costruzione.

Estratto da D.M. 3/8/2015



2.1.3 Esodo

a) ***Premessa***

La finalità del sistema d'esodo è di assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere un luogo sicuro o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano.

Nota: Gli occupanti raggiungono l'incapacitazione quando diventano inabili a mettersi al sicuro a causa degli effetti dell'incendio

Il sistema d'esodo deve assicurare la prestazione richiesta a prescindere dall'intervento dei Vigili del fuoco.

Estratto da D.M. 3/8/2015

b) ***Definizioni***

Sistema d'esodo: insieme delle misure di salvaguardia della vita che consentono agli occupanti di raggiungere un luogo sicuro o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano.

Nota: Gli occupanti raggiungono l'incapacitazione quando diventano inabili a mettersi al sicuro a causa degli effetti dell'incendio

Nota: Il sistema d'esodo è costituito da luoghi sicuri, vie d'esodo, uscite, porte, illuminazione di sicurezza,segnaletica, …

Luogo sicuro: luogo in cui è permanentemente trascurabile il rischio d'incendio per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano; tale rischio è riferito ad un incendio nell'attività.

Luogo sicuro temporaneo: luogo in cui è temporaneamente trascurabile il rischio d'incendio per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano durante l'esodo; tale rischio è riferito ad un incendio in ambiti dell'attività specificati, diversi dal luogo considerato.

Estratto da D.M. 3/8/2015

c) Caratteristiche del sistema d'esodo

Luogo sicuro: si considera luogo sicuro per l'attività almeno una delle seguenti opzioni:

a. La pubblica via
b. Ogni altro spazio a cielo libero sicuramente collegato alla pubblica via in ogni condizione dell'incendio, che non sia investito dai prodotti della combustione (fumo, gas, calore, fiamme), in cui non vi sia pericolo di crolli, che sia idoneo a contenere gli occupanti che lo impiegano durante l'esodo

Luogo sicuro temporaneo: si considera luogo sicuro temporaneo qualsiasi altro compartimento o spazio scoperto che può essere attraversato dagli occupanti per raggiungere il luogo sicuro tramite il sistema d'esodo senza rientrare nel compartimento in esame.

Tutte le superfici non devono essere sdrucciolevoli, né presentare avvallamenti o sporgenze pericolose e devono essere in condizioni tali da rendere sicuro il movimento ed il transito degli occupanti.

Il fumo ed il calore dell'incendio smaltiti o evacuati dall'attività non devono interferire con le vie d'esodo.

d) Porte lungo le vie di esodo

Le porte installate lungo le vie d'esodo devono essere facilmente identificabili ed apribili da parte di tutti gli occupanti. L'apertura delle porte non deve ostacolare il deflusso degli occupanti lungo le vie d'esodo.

e) Segnaletica d'esodo ed orientamento

Il sistema d'esodo (es. vie d'esodo, luoghi sicuri, spazi calmi, …) deve essere facilmente riconosciuto ed impiegato dagli occupanti grazie ad apposita *segnaletica di sicurezza*.

Ciò normalmente è conseguito attraverso segnaletica standardizzata.

La segnaletica d'esodo deve essere adeguata alla complessità dell'attività e consentire l'orientamento degli occupanti. A tal fine devono essere installate in ogni piano dell'attività apposite planimetrie semplificate, correttamente orientate, in cui sia indicata la posizione del lettore (es. *"Voi siete qui"*) ed il *layout* del sistema d'esodo (es. vie d'esodo, spazi calmi, luoghi sicuri, …).

f) *Illuminazione di sicurezza*

Lungo le vie d'esodo deve essere installato un impianto di illuminazione di sicurezza, qualora l'illuminazione naturale possa risultare anche occasionalmente insufficiente a consentire l'esodo degli occupanti. .
Estratto da D.M. 3/9/2021

g) *Cenni alla progettazione del sistema d'esodo*

La larghezza e l'altezza delle vie di esodo nei luoghi a basso rischio di incendio si determina come indicato di seguito:

L'altezza minima delle vie di esodo è pari a 2 m. Sono ammesse altezze inferiori, per brevi tratti segnalati, lungo le vie d'esodo, in presenza di uno dei seguenti casi: a) da ambiti ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato; b) da ambiti ove vi sia presenza occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi,…); c) secondo le risultanze di specifica valutazione del rischio. La larghezza delle vie di esodo è la minima misurata, dal piano di calpestio fino all'altezza di 2 m, deducendo l'ingombro di eventuali elementi sporgenti con esclusione degli estintori. Tra gli elementi sporgenti non vanno considerati i corrimani e i dispositivi di apertura delle porte con sporgenza 80 mm. La larghezza di ciascun percorso delle vie d'esodo orizzontali e verticali deve essere 900 mm. Sono ammessi: a) varchi di larghezza 800 mm; b) varchi di larghezza 700 mm, per affollamento del locale 10 occupanti; c) varchi di larghezza 600 mm, per locali ove vi sia esclusiva presenza di personale specificamente formato o presenza occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti (es. locali impianti o di servizio, piccoli depositi, …), oppure secondo le risultanze di specifica valutazione del rischio.
Estratto da D.M. 3/9/2021

Nei luoghi a basso rischio di incendio almeno una delle lunghezze d'esodo determinate da qualsiasi punto dell'attività deve essere non superiore a 60 m. La lunghezza massima ammessa è ridotta fino a 30 m quando il luogo di lavoro ha una sola via di esodo e per i corridoi ciechi (45 m se l'altezza media dei locali serviti è non inferiore a 5 m oppure in presenza di impianto di rivelazione e allarme incendi dotato di funzione di rivelazione automatica).

h) *Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo*

In tutti i piani dell'attività nei quali vi può essere presenza non occasionale di occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie di esodo verticali, deve essere possibile esodo orizzontale verso luogo sicuro o spazio calmo.
Estratto da D.M. 3/9/2021

2.1.4 Rivelazione ed allarme

a) ***Premessa***

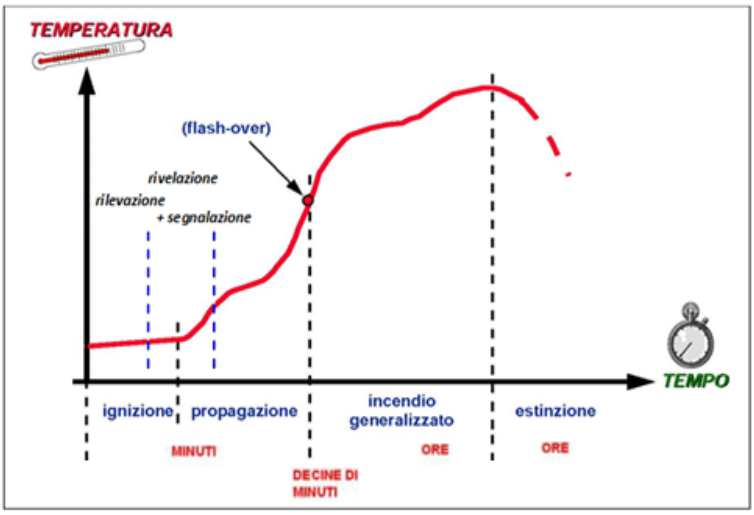
Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI) sono realizzati con l'obiettivo di sorvegliare gli ambiti di una attività, rivelare precocemente un incendio e diffondere l'allarme al fine di:

attivare le misure protettive (es. impianti automatici di inibizione, controllo o estinzione, ripristino della compartimentazione, evacuazione di fumi e calore, controllo o arresto di impianti tecnologici di servizio e di processo, …);

attivare le misure gestionali (es. piano e procedure di emergenza e di esodo, …) progettate e programmate in relazione all'incendio rivelato ed all'ambito ove tale principio di incendio si è sviluppato rispetto all'intera attività sorvegliata.

Estratto da D.M. 3/8/2015

La probabilità di spegnere un incendio è tanto maggiore quanto più repentinamente lo stesso viene rilevato e segnalato (rilevazione + segnalazione = rivelazione).



Nota: La rilevazione d'incendio non è altro che la misura di una grandezza tipica legata ad un fenomeno fisico provocato da un incendio. Avvenuta la rilevazione, con il superamento del valore di soglia, si ha la rivelazione quando "la notizia" che si sta sviluppando l'incendio viene comunicata (rivelata) al "sistema" (uomo o dispositivo automatico) demandato ad intervenire.

Anche la sicurezza delle persone presenti in un luogo in cui si è innescato un incendio è determinata dalla rapidità con cui lo stesso viene rilevato e segnalato, mettendo in allarme i presenti ed anticipando il più possibile le operazioni di esodo.

2.1.5 Controllo di fumo e calore

La misura antincendio del controllo di fumo e calore ha come scopo lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio.

1. Al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso dal luogo di lavoro deve essere possibile smaltire fumi e calore in caso d'incendio.
2. Lo smaltimento dei fumi e del calore deve essere garantito attraverso la presenza di aperture che possono coincidere con gli infissi (es. finestre, lucernari, porte, …) già presenti e richiesti per il luogo di lavoro ai fini igienico-sanitari.
3. Le modalità di apertura in caso di incendio delle aperture di smaltimento di fumo e calore devono essere considerate nella pianificazione di emergenza.

Estratto da D.M. 3/9/2021

2.1.6 Controllo dell'incendio

Il controllo di un incendio è l'azione continua e diretta al condizionamento del sistema di combustione sia allo stato d'incendio che durante lo svolgimento del processo allo scopo di:

a) prevenire l'insorgenza;
b) contenerne lo sviluppo;
c) arrestarne la reazione (estinzione).

I presidi antincendio considerati sono gli estintori d'incendio ed i seguenti sistemi di protezione attiva contro l'incendio, di seguito denominati impianti: la rete di idranti, gli impianti manuali o automatici di inibizione controllo o di estinzione, ad acqua e ad altri agenti estinguenti.

Estratto da D.M. 3/8/2015

a) *Estintori d'incendio*

Gli estintori sono mezzi di estinzione, da usare per pronto intervento sui principi d'incendio. In relazione al peso complessivo si possono distinguere in:

- **Estintore portatile**, che pronto all'uso ha una massa minore o uguale a 20 Kg.
- **Estintore carrellato:** estintore trasportato su ruote di massa maggiore di 20 Kg e contenente un mezzo estinguente con cariche fino a 150 Kg.

La carica degli estintori non può essere superiore a 6 kg o 6 litri; estintori con cariche superiori sono utilizzabili solo negli ambienti destinati ad attività di processo non accessibili al pubblico se non permanentemente accompagnato.

Estratto da D.M. 3/8/2015

Un estintore è caratterizzato dall'agente estinguente che esso contiene. Gli estintori si dividono in:

- estintore a **polvere**
- estintore ad anidride carbonica
- estintori ad acqua e agenti estinguenti a base d'acqua (schiume)
- estintori a **Clean Agent** (sostanze non conduttive, volatili gassose, che non lasciano residui dopo l'evaporazione).

La classificazione dell'estintore avviene attraverso dei focolari standard indicati nelle norme tecniche, gli stessi servono a definire la capacità estinguente dell'estintore. Per poter procedere

all’estinzione in prova dei focolari sono richiesti una durata minima di funzionamento e ben determinati parametri tecnici riferiti alla costruzione del focolare sia di classe A che di classe B che di classe F.

La classe C non prevede prove di spegnimento in laboratorio così da non determinare una classe di fuoco specifica. Questa classe di fuoco come riportato nel D.M. 3 agosto 2015, non prevede nessun requisito minimo, in quanto l’estinzione in sicurezza di un fuoco di classe C da parte di occupanti non specificamente addestrati si effettua tramite la chiusura della valvola di intercettazione disponibile in prossimità.

La classe D non prevede una prova di spegnimento in laboratorio, quindi non è possibile determinare la capacità estinguente per questa classe di fuoco. Tuttavia, gli estintori per i quali è dichiarata l’idoneità sono coperti, sotto ogni altro aspetto, dai requisiti per gli estintori a polvere. L’efficacia degli estintori contro i fuochi di classe D deve essere stabilita caso per caso.

Gli estintori portatili con agente estinguente privo di conducibilità elettrica (es. polvere, anidride carbonica, …) sono idonei all’utilizzo su impianti e apparecchiature elettriche sino a 1000 V ed alla distanza di 1 m.

Gli estintori a base d’acqua devono superare la prova dielettrica per poter essere utilizzati su impianti ed apparecchiature elettriche sino a 1000 V e alla distanza di 1 m.

La tipologia degli estintori installati deve essere selezionata sulla base della valutazione del rischio e, in particolare in riferimento alle classi di fuoco (es. estintori per classe A, estintori polivalenti per classi AB, estintori per la classe F, …). Si deve inoltre tenere conto degli effetti che potrebbe generare l'espulsione dell'agente estinguente sugli occupanti e sui beni presenti nei luoghi protetti con tale presidio.

Per consentire la pronta estinzione di un principio di incendio, nei luoghi a basso rischio di incendio devono essere installati estintori di capacità estinguente minima non inferiore a 13A e carica minima non inferiore a 6 kg o 6 litri, in numero tale da garantire una distanza massima di raggiungimento pari a 30 m.

Nel caso di presenza di liquidi infiammabili stoccati o in lavorazione o dove sia possibile prevedere un principio di incendio di un fuoco di classe B dovuto a solidi liquefattibili (es. cera, paraffina, materiale plastico liquefacibile) gli estintori installati per il principio di incendio di classe A devono possedere, ciascuno, anche una capacità estinguente non inferiore a 89 B.

Nei luoghi chiusi, nei confronti dei principi di incendio di classe A o classe B, è opportuno l’utilizzo di estintori a base d’acqua (estintori idrici).

In linea generale, **l'impiego degli estintori a polvere è fortemente sconsigliato in luoghi chiusi**, in quanto potrebbe generare una un’improvvisa riduzione della visibilità che potrebbe compromettere l’orientamento degli occupanti durante l’esodo in emergenza o altre operazioni di messa in sicurezza; inoltre la polvere potrebbe causare irritazioni sulla pelle e sulle mucose degli occupanti e danni ai beni (macchinari, attrezzature, ecc.).

Gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato, pertanto devono essere **collocati in posizione facilmente visibile e raggiungibile**, lungo i percorsi d'esodo in prossimità delle uscite dei locali, di piano o finali, ed in prossimità delle aree a rischio specifico. Per consentire a tutti gli occupanti di impiegare gli estintori per rispondere immediatamente ad un principio di incendio, **le impugnature dei presidi manuali dovrebbero essere collocate ad una quota pari a circa 110 cm dal piano di calpestio**.

Gli estintori devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010.

b) *<u>Reti di idranti</u>*

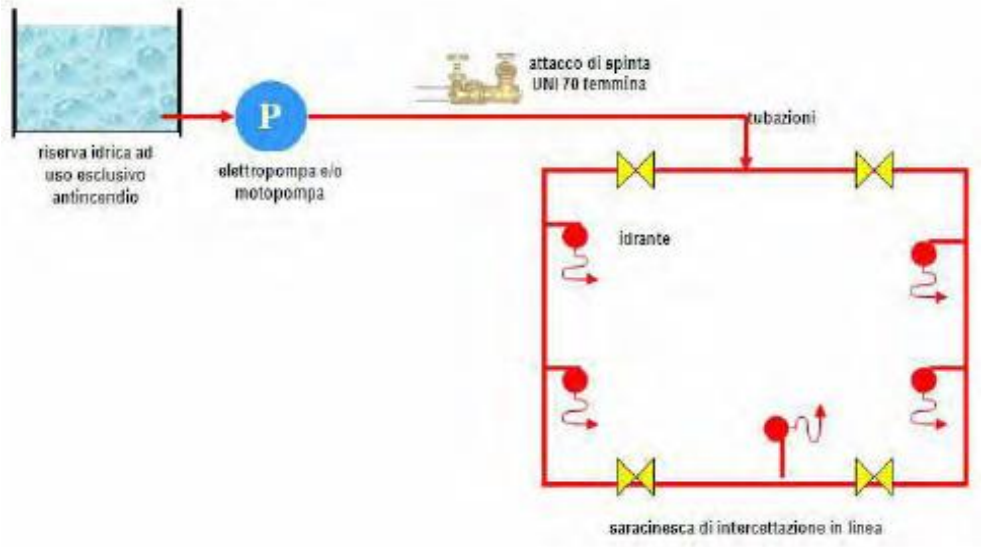
La rete di idranti (RI) è costituita da un sistema di tubazioni per l'alimentazione idrica di uno o più apparecchi di erogazione. Le RI si distinguono in:

a. RI ordinarie destinate alla protezione di attività ubicate all'interno di opere da costruzione;
b. RI all'aperto destinate alla protezione di attività ubicate all'aperto.

Le RI comprendono i seguenti componenti principali: alimentazione idrica; rete di tubazioni fisse, preferibilmente chiuse ad anello, ad uso esclusivo; attacchi di mandata per autopompa; valvole; apparecchi erogatori.

Le RI non devono essere installate nelle aree in cui il contatto con acqua possa costituire pericolo o presentare controindicazioni.

Estratto da D.M. 3/8/2015



La rete idrica antincendio, nota anche come "rete di idranti", è un sistema di primo intervento ad azionamento manuale, utilizzabile efficacemente da un solo operatore, installato allo scopo di fornire acqua in quantità adeguata per combattere l'incendio di maggiore entità ragionevolmente prevedibile nell'area da proteggere e consentire agli occupanti, opportunamente addestrati, di controllare e/o spegnere un piccolo incendio da distanza breve. Nell'ambito della protezione attiva gli impianti antincendio ad idranti rivestono una grande importanza tanto da essere disciplinati da più norme, alcune delle quali cogenti (Decreti del Ministero dell'Interno), ed altre definite "regola dell'arte" (Norme Tecniche).

L'**idrante a muro** è una apparecchiatura antincendio composta essenzialmente da una cassetta, o da un portello di protezione, un supporto della tubazione, una valvola manuale di intercettazione, una tubazione flessibile completa di raccordi, una lancia erogatrice.

La tubazione flessibile (o manichetta) è una tubazione che, se in pressione, è di sezione circolare e quando non lo è risulta appiattita. La lunghezza è in genere di 20 metri.

La lancia erogatrice è un dispositivo provvisto di bocchello di sezione unificata e di un attacco unificato, di collegamento alla tubazione, dotato di valvola che permette di regolare e dirigere il getto d'acqua. Trasforma l'energia di pressione in energia cinetica.

Il **naspo** è un'apparecchiatura antincendio permanentemente collegata ad una rete di alimentazione idrica, costituita da una bobina mobile su cui è avvolta una tubazione semirigida collegata ad un'estremità con una lancia erogatrice. La tubazione semirigida conserva pressoché intatta la sua forma anche quando non in pressione e la sua lunghezza massima è di 30 metri.

2.1.7 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

Tra le misure di prevenzione incendi possiamo annoverare la sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio.

1. Gli impianti tecnologici e di servizio (es. impianti per la produzione ed utilizzazione dell'energia elettrica, distribuzione di fluidi combustibili, climatizzazione degli ambienti, …) devono essere realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola dell'arte. 2. Gli impianti tecnologici e di servizio devono essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.
Estratto da D.M. 3/9/2021

2.2 Evacuazione in caso di incendio

2.2.1 Premessa

La gestione della sicurezza antincendio (GSA) rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale dell'attività atta a garantirne, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio.
Estratto da D.M. 3/8/2015

La gestione della sicurezza antincendio si divide nei due aspetti **della gestione della sicurezza antincendio in esercizio** e **gestione della sicurezza antincendio in emergenza**.

Nell'ambito della gestione della sicurezza in emergenza rientrano le procedure di emergenza e, tra queste, quelle di evacuazione.

2.2.2 Procedure di evacuazione

In relazione agli scenari emergenziali più severi e credibili, il datore di lavoro, oltre alla predisposizione del sistema d'esodo (cfr. punto 2.1.3), deve predisporre le procedure per consentire l'evacuazione dell'attività. Gli addetti antincendio svolgono un ruolo fondamentale assicurando e sovraintendendo il corretto svolgimento delle procedure di evacuazione.

Le procedure di evacuazione, generalmente, prevedono le seguenti azioni/attività da parte degli addetti antincendio:

- sorvegliano la corretta evacuazione delle persone;
- si accertano che nessun occupante abbia problemi a raggiungere l'uscita;
- assistono le persone con specifiche necessità (disabili, …) fino al raggiungimento del punto di raccolta;
- si accertano della fruibilità delle uscite di sicurezza;
- riuniscono gli occupanti presso il punto di raccolta;
- verificano, tramite appello dei presenti, che tutti gli occupanti abbiano raggiunto il luogo sicuro.
- verificano che tutte le persone presso il luogo di raccolta rimangano nelle aree prestabilite fino al termine dell'emergenza o fino a nuovo ordine da parte della squadra d'emergenza o dei soccorritori.

Il datore di lavoro deve individuare le particolari necessità delle persone con esigenze speciali e prevedere un'adeguata assistenza alle stesse, e indicare le misure di supporto alle persone con ridotte capacità sensoriali o motorie.

Assistenza alle persone con esigenze speciali in caso di incendio
1. Il datore di lavoro deve individuare le necessità particolari delle persone con esigenze speciali e ne tiene conto nella progettazione e realizzazione delle misure di sicurezza antincendio, nonché nella redazione delle procedure di evacuazione dal luogo di lavoro. 2. Occorre, altresì, considerare le altre persone con esigenze speciali che possono avere accesso nel luogo di lavoro, quali ad esempio le persone anziane, le donne in stato di gravidanza, le persone con disabilità temporanee ed i bambini. 3. Nel predisporre il piano di emergenza, il datore di lavoro deve prevedere una adeguata assistenza alle persone con esigenze speciali, indicando misure di supporto alle persone con ridotte capacità sensoriali o motorie, tra le quali adeguate modalità di diffusione dell'allarme, attraverso dispositivi sensoriali (luci, scritte luminose, dispositivi a vibrazione) e messaggi da altoparlanti (ad esempio con sistema EVAC).
Estratto da D.M. 2/9/2021

2.3 Chiamata dei soccorsi

Il datore di lavoro deve predisporre una pianificazione di emergenza (piano di emergenza o, in alcuni casi, procedure semplificate) che deve sempre contenere:

a) le azioni che i lavoratori devono mettere in atto in caso di incendio; b) le procedure per l'evacuazione del luogo di lavoro che devono essere attuate dai lavoratori e dalle altre persone presenti; c) le disposizioni per chiedere l'intervento dei vigili del fuoco e per fornire le necessarie informazioni al loro arrivo; d) le specifiche misure per assistere le persone con esigenze speciali.
Estratto da D.M. 2/9/2021

Tra i contenuti della pianificazione di emergenza ci sono le disposizioni per chiedere l'intervento dei vigili del fuoco e fornire le necessarie informazioni al loro arrivo.
Nella chiamata ai vigili del fuoco devono sempre essere fornite le seguenti informazioni:

- nome e indirizzo dell'attività
- tipologia dell'emergenza e gravità
- eventuale presenza di infortunati
- eventuali materiali e/o sostanze pericolosi presenti
- informazioni su accesso e vie preferenziali per raggiungere il sito.

All'arrivo dei vigili del fuoco gli addetti antincendio devono supportare i soccorsi esterni fornendo tutte le informazioni necessarie al passaggio di consegne relativo alla gestione dell'emergenza ai soccorritori (informazioni essenziali, aree coinvolte dalla emergenza, occupanti eventualmente bloccati, occupanti feriti, …).

3 MODULO 3: Esercitazioni pratiche

3.1 Estintori portatili

Una delle attrezzature antincendio più diffuse ed utilizzate per intervenire sui principi di incendio sono gli estintori portatili, particolarmente preziosi per la prontezza di impiego e la efficacia.

Nei piccoli incendi ed in caso di primo intervento può essere sufficiente l'utilizzo di uno o al massimo due estintori per domare il fuoco.

Per incendi più gravi l'utilizzo degli estintori può essere utile per impedire o rallentare la propagazione delle fiamme, in attesa dell'utilizzo di mezzi antincendio più potenti che hanno spesso tempi di approntamento più lunghi.

Per ciò che attiene alle caratteristiche degli estintori ed alla loro classificazione si rimanda a quanto già illustrato nel capitolo 2.1.6 del presente documento.

Le regole generali per l'utilizzo degli estintori portatili contro un incendio sono le seguenti:

- Azionare l'estintore alla giusta distanza dalla fiamma per colpire il focolare con la massima efficacia del getto, compatibilmente con l'intensità del calore emanata dalla fiamma stessa
- Dirigere il getto dell'agente estinguente alla base della fiamma
- Agire in progressione iniziando a dirigere il getto sulle fiamme più vicine per poi proseguire verso quelle più distanti
- Durante l'erogazione muovere leggermente a ventaglio l'estintore
- Se trattasi di incendio di liquido, operare in modo che il getto non causi proiezione del liquido che brucia al di fuori del recipiente; ciò potrebbe causare la propagazione dell'incendio
- Operare sempre sopra vento rispetto al focolare
- In caso di contemporaneo impiego di due o più estintori, gli operatori non devono mai operare in posizione contrapposta ma muoversi preferibilmente verso un'unica direzione o operare da posizioni che formino un angolo rispetto al fuoco non superiore a 90°, in

modo tale da non proiettare parti calde, fiamme o frammenti del materiale che brucia verso altri operatori

- Evitare di procedere su terreno cosparso di sostanze facilmente combustibili
- Operare a giusta distanza di sicurezza, esaminando quali potrebbero essere gli sviluppi dell'incendio e il percorso di propagazione più probabile delle fiamme
- Indossare i mezzi di protezione individuale prescritti
- Nell'utilizzo di estintori in locali chiusi assicurarsi ad una corda che consenta il recupero dell'operatore in caso di infortunio
- Non impiegare ascensori o altri mezzi meccanici per recarsi o scappare dal luogo dell'incendio, ad eccezione degli ascensori antincendio e di soccorso
- Procedere verso il focolaio di incendio assumendo una posizione il più bassa possibile per sfuggire all'azione nociva dei fumi
- Prima di abbandonare il luogo dell'incendio verificare che il focolaio sia effettivamente spento e sia esclusa la possibilità di riaccensione
- Abbandonare il luogo dell'incendio, in particolare se al chiuso, appena possibile.

3.2 Presa visione del registro antincendio e chiarimenti sull'attività di sorveglianza

Il modulo pratico del corso per addetti antincendio deve comprendere anche la visione del registro antincendio e un'esercitazione sull'attività di sorveglianza.

Nella gestione della sicurezza antincendio particolare importanza rivestono i controlli e la manutenzione, che possiamo suddividere nei due ambiti:

- manutenzione degli impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio, esclusi i presidi antincendio;
- controlli e manutenzione dei presidi antincendio (sistemi, impianti e attrezzature di protezione incendio)

Gli impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio sono, ad esempio, gli impianti elettrici, gli impianti di processo, gli impianti di trasporto e utilizzo di sostanze liquide e gassose infiammabili, gli impianti di protezione attiva. La manutenzione di tali impianti, unitamente alla realizzazione a regola d'arte, garantisce il corretto funzionamento degli stessi e la riduzione del rischio ad un livello accettabile, corrispondente al corretto funzionamento. La manutenzione deve essere eseguita secondo le disposizioni vigenti, le norme volontarie applicate e i manuali d'uso e manutenzione forniti dal costruttore/installatore.

Sono presidi antincendio gli impianti, le attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio, quali, estintori, reti di idranti, impianti automatici di spegnimento e controllo dell'incendio, impianti di rivelazione e allarme incendio, porte e finestre apribili resistenti al fuoco.

I controlli e la manutenzione dei presidi antincendio sono regolati dal D.M. 1/9/2021.
La manutenzione è definita come "operazione o intervento finalizzato a mantenere in efficienza ed in buono stato impianti, attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio".

Il decreto definisce anche il controllo periodico (insieme di operazioni da effettuarsi con frequenza non superiore a quella indicata da disposizioni, norme, specifiche tecniche o manuali

d'uso e manutenzione per verificare la completa e corretta funzionalità di impianti, attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio) e la sorveglianza (insieme di controlli visivi atti a verificare, nel tempo che intercorre tra due controlli periodici, che gli impianti, le attrezzature e gli altri sistemi di sicurezza antincendio siano nelle normali condizioni operative, siano correttamente fruibili e non presentino danni materiali evidenti. La sorveglianza può essere effettuata dai lavoratori normalmente presenti dopo aver ricevuto adeguate istruzioni).

Oltre all'attività di controllo periodico e alla manutenzione, quindi, le attrezzature, gli impianti e i sistemi di sicurezza antincendio devono essere sorvegliati con regolarità dai lavoratori normalmente presenti, adeguatamente istruiti, mediante la predisposizione di idonee liste di controllo.

Si riporta di seguito un possibile schema per la sorveglianza degli estintori.

Identificativo Estintore (N. e posizione/ubicazione)				
Verifiche da effettuare	ESITO [*] (OK/KO)	Data/Firma	Data/ Firma	Data/Firma
a) l'estintore sia presente;				
b) l'estintore sia collocato nel luogo previsto nella planimetria;				
c) l'estintore sia segnalato con apposito cartello;				
d) il cartello sia visibile e non sbiadito o deteriorato (danneggiato, imbrattato);				
e) l'accesso all'estintore sia libero da ostacoli;				
f) l'estintore sia immediatamente utilizzabile;				
g) l'estintore portatile non sia collocato a pavimento;				
h) l'estintore sia integro e non sia danneggiato;				
i) l'estintore sia installato a muro con supporto di sostegno (gancio) saldamente ancorato o l'estintore sia posizionato su apposito sostegno;				
j) il sigillo di sicurezza sia integro per determinare che l'estintore non sia stato usato o manomesso;				
k) le informazioni riportate sull'etichetta dell'estintore siano leggibili come anche le marcature assicurandosi che il testo sia in italiano; Nella posizione di installazione dell'estintore (agganciato alla parete o posato su apposito sostegno) l'etichetta, contenente le istruzioni d'uso, deve essere rivolta in modo che gli occupanti possano avere piena visione della medesima, ad esempio non deve essere rivolta verso la parete).				
l) l'indicatore di pressione, se presente, indichi un valore compreso nei limiti di funzionamento (ad esempio la lancetta sia all'interno del campo verde);				
m) le informazioni che riguardano le attività di manutenzione svolte siano disponibili (ad esempio il cartellino di manutenzione sia presente sull'apparecchio) e che non sia stata superata la data per le attività previste.				
[*]In caso di verifiche negative ripristinare le condizioni di servizio previste e, se ciò non fosse possibile, segnalare e richiedere il ripristino dell'anomalia al tecnico manutentore qualificato.				