



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

SCIENZE
DISVA - DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN RISCHIO AMBIENTALE E PROTEZIONE CIVILE

Corso di Tecniche Antincendio

Prof. Ing. Mauro Malizia

ARGOMENTI

- ✓ Fisica e chimica dell'incendio
- ✓ Obiettivi e criteri generali, regole tecniche di prevenzione incendi e norme su salute e sicurezza nei luoghi di lavoro
- ✓ La prevenzione incendi
 - Le misure di prevenzione
 - Le misure di protezione
 - Protezione passiva
 - Protezione attiva
- ✓ Ingegneria della sicurezza antincendio



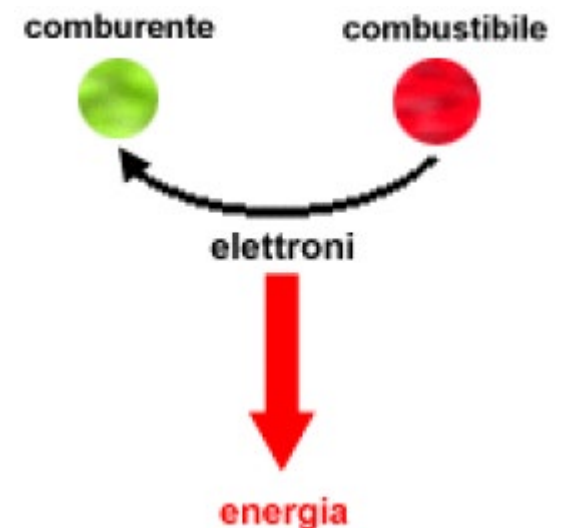
FISICA E CHIMICA DELL'INCENDIO

LA COMBUSTIONE

È una **reazione chimica** che comporta l'ossidazione di un **combustibile** da parte di un **comburente** (ossidante) e dà luogo a sviluppo di **energia** (calore).

Può avvenire **con o senza sviluppo di fiamme** superficiali.¹

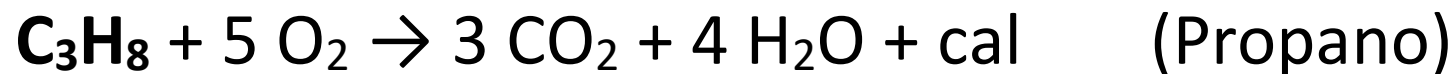
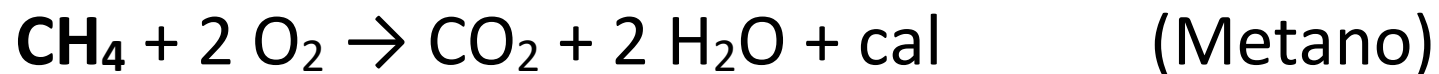
In genere il **comburente** è l'**ossigeno** contenuto **nell'aria**.²



¹ La combustione senza fiamma superficiale si verifica generalmente quando la sostanza combustibile non è più in grado di sviluppare particelle volatili.

² Sono possibili incendi di sostanze che contengono nella loro molecola una quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli esplosivi.

Esempi di reazioni chimiche di combustione:



REQUISITI DELLA COMBUSTIONE

La **combustione** richiede la **contemporanea presenza** di tre requisiti fondamentali:

- ✓ **Combustibile**
- ✓ **Comburente**
- ✓ **Sorgente di calore**

Se manca uno di essi l'incendio **si estingue**.

Ciò è alla base dei **sistemi di spegnimento**.



COMBUSTIBILI (solidi, liquidi, gassosi)

Combustibili solidi

Di norma necessitano di **prolungata esposizione al calore** prima di avviare la combustione.

Possono bruciare **con fiamma o senza fiamma**.



I più comuni sono **legno** e simili (*es. carta, cartone, canapa, cotone, vegetali, ...*) e le **materie plastiche** (*nylon, pvc, polistirolo, ...*) che danno origine a prodotti di combustione (*fumi e gas*) più pericolosi.

Sono caratterizzati da vari **parametri** (*pezzatura, forma porosità umidità, ecc.*).

Combustibili liquidi

Posseggono un **alto potere calorifico**.

I più comuni sono gli **idrocarburi** (*benzina, gasolio, olio combustibile*).



Sono caratterizzati da vari parametri, tra cui la **temperatura di infiammabilità** che fornisce un'indicazione sulla maggiore o minore facilità di combustione di un liquido.

Combustibili gassosi

Di norma sono **conservati in serbatoi** o recipienti atti ad impedirne la dispersione nell'ambiente.

I più comuni sono gli **idrocarburi** (*metano, GPL, ...*).



Le principali modalità di stoccaggio danno luogo a **gas compressi** (*stato gassoso a temperatura ambiente in genere con alte pressioni*) e **gas liquefatti** (*conservati a temperatura ambiente in parte allo stato liquido e in parte allo stato di vapore con pressioni in genere basse*).

COMBURENTI

Un gas comburente alimenta la combustione mediante ossidazione del combustibile e la mantiene anche in assenza di aria.



Il comburente più noto e diffuso è l'**ossigeno** (O_2) contenuto nell'aria.

Altri comburenti a base d'ossigeno sono il **protossido di azoto** (N_2O), il **biossido di azoto** (NO_2), l'**ossido di azoto** (NO).

Nella categoria dei comburenti rientrano anche gli **alogeni** (*fluoro e cloro*) e quindi le sostanze capaci di liberarli.

Atmosfere sovraossigenate

L'**ossigeno è molto pericoloso** poiché in atmosfere sovra ossigenate ($O_2 > 30\%$) è causa di un alto rischio d'incendio.



Un'alta concentrazione di ossigeno può cambiare la classificazione di una sostanza da **non infiammabile** a **infiammabile**.

*La **composizione dell'aria** è approssimativamente:*

- 21 % ossigeno (O_2)
- 78 % azoto (N_2)
- 1 % argon (Ar)

Atmosfere sovraossigenate

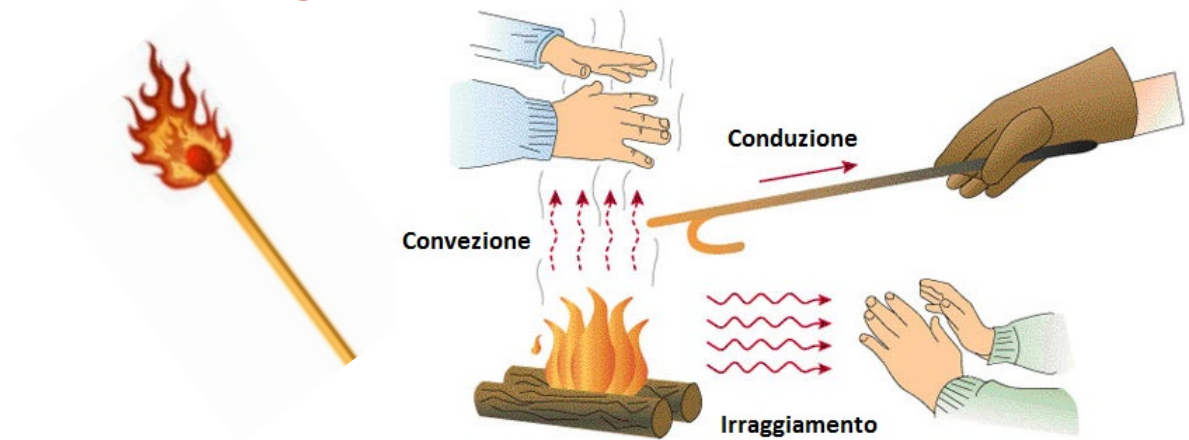
In caso di presenza di gas infiammabile, es. metano:

- ✓ **Si amplia il campo di infiammabilità poiché cresce il Lim. Sup.**
(dal 15% al 61%)
- ✓ **Aumenta la velocità di propagazione dell'incendio**
(da 0,4 m/s a 40 m/s)
- ✓ **Diminuisce l'energia minima di innesco**
(da 0,3 mj a 0,003 mj)
- ✓ **Aumenta la temperatura teorica di combustione**
(da 2000 °C a 3000 °C)
- ✓ **Si abbassa la temperatura di autoaccensione**

SORGENTI D'INNESCO

Possono essere suddivise in **4 categorie**:

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



ACCENSIONE DIRETTA

Una fiamma, una scintilla o altro materiale incandescente entra in **contatto** con un materiale combustibile in presenza di ossigeno.

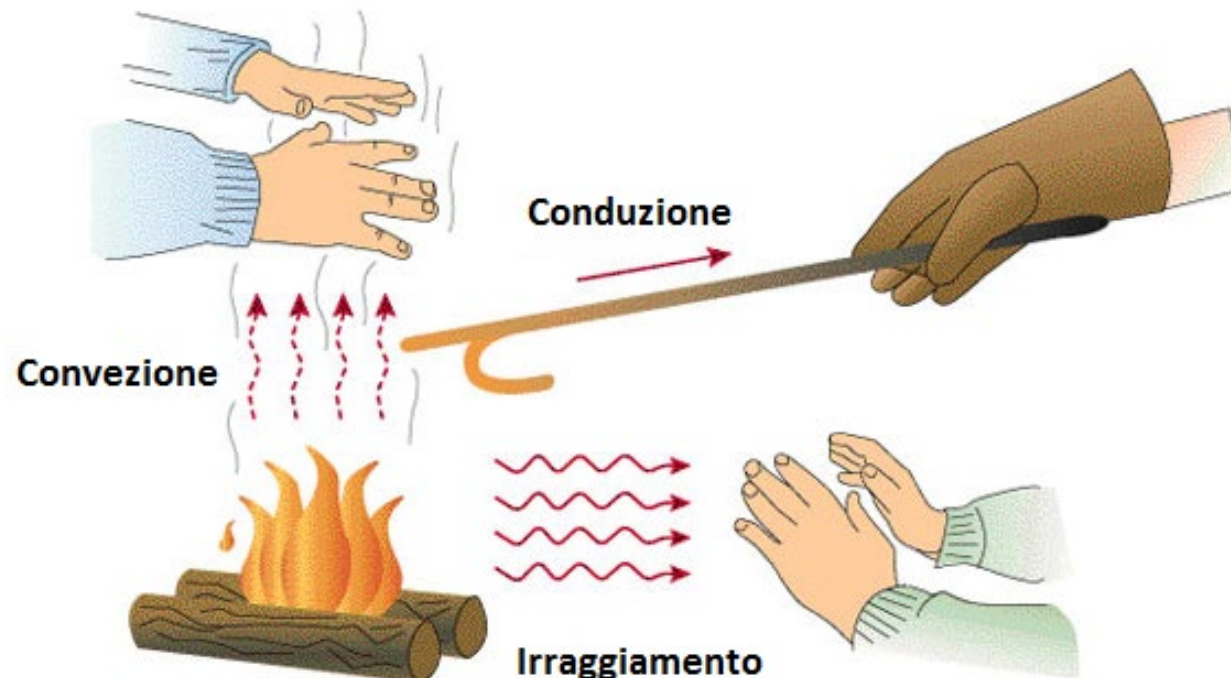
Esempi: operazioni di taglio e saldatura, fiammiferi e mozziconi di sigaretta, lampade e resistenze elettriche, stufe elettriche, scariche elettrostatiche.



ACCENSIONE INDIRECTA

Il calore d'innesco avviene nelle forme della **convezione**, **conduzione** e **irraggiamento** termico.

Es.: correnti di aria calda generate da incendi; propagazione di calore attraverso elementi metallici degli edifici.



ATTRITO

Il calore è prodotto dallo **sfregamento** di due materiali.

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



AUTOCOMBUSTIONE - RISCALDAMENTO SPONTANEO

Il calore è **prodotto dallo stesso combustibile** (*lenti processi di ossidazione, reazioni chimiche, decomposizioni esotermiche, azione biologica*).

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



SISTEMI PER LO SPEGNIMENTO

Esaurimento del combustibile:

Allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio;



Soffocamento:

Separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente;



Raffreddamento:

Sottrazione di calore fino a una temperatura inferiore a quella di mantenimento della combustione.



Azione Chimica:

Oltre i 3 sistemi visti, esiste anche l'**azione chimica** di estinzione (*azione anticatalitica o catalisi negativa*).



Sono sostanze che **inibiscono il processo della combustione** (es. *halon, polveri*).

Gli estinguenti chimici si combinano con i prodotti volatili che si sprigionano dal combustibile, rendendoli inadatti alla combustione, **bloccando la reazione chimica della combustione**.

Azione combinata dei sistemi di spegnimento

Di norma per lo spegnimento di un incendio viene utilizzata una **combinazione** delle operazioni di:

- **esaurimento** del combustibile;
- **soffocamento**;
- **raffreddamento**;
- **azione chimica**.

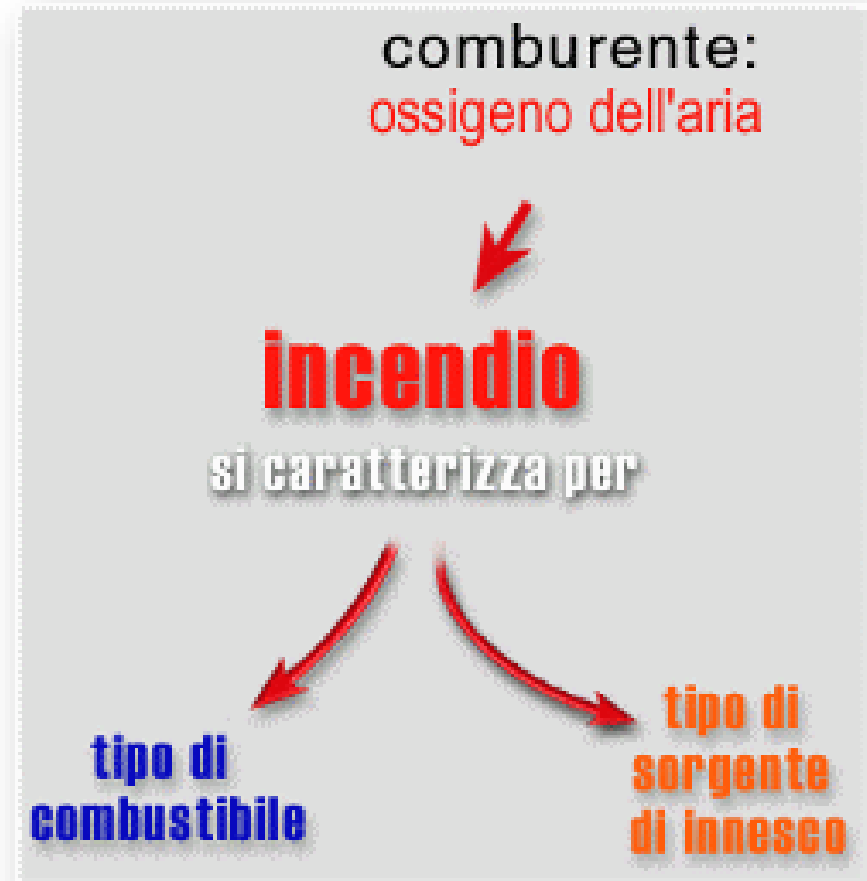


ELEMENTI CHE CARATTERIZZANO LA COMBUSTIONE

Un incendio si caratterizza per

- ✓ tipo di **combustibile**
- ✓ tipo di **sorgente d'innesco.**

Di norma il **comburente** è **fisso**:
Ossigeno dell'aria



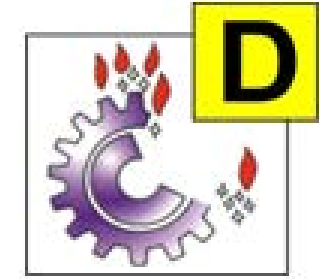
LA CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

I fuochi sono distinti in **5 classi**.³

Classe A Fuochi da **solidi**



Classe B Fuochi da **liquidi**



Classe C Fuochi da **gas**

Classe D Fuochi da **metalli**

Classe F Fuochi da **mezzi di cottura**
(oli e grassi vegetali o animali).



³ Le originarie 4 classi sono diventate 5 con l'aggiornamento della norma UNI EN 2:2005 «Classificazione dei fuochi», che ha introdotto la classe F.

La norma **UNI EN 2:2005** suddivide **5 classi** di fuoco in relazione al **tipo di combustibile**.



Non definisce **classe** per fuochi con **rischio elettrico**.

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

La classificazione consente l'identificazione della classe di rischio d'incendio a cui corrisponde:

- una **precisa azione operativa** antincendio
- un'opportuna **scelta** del **tipo di estinguente**.

Non tutte le sostanze estinguenti possono essere impiegate indistintamente su tutti i tipi di incendio.

**Classe
A**

Fuochi da materiali solidi

legname carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci

Può presentarsi in **due forme**:

- combustione viva **con fiamme**
- combustione lenta **senza fiamme**, con formazione di brace incandescente.



Acqua, schiuma e polvere sono gli estinguenti più *utilizzati*.

L'agente **estinguente migliore** è **l'acqua**, che agisce per **raffreddamento**.

**Classe
B**

Fuochi da liquidi

idrocarburi, benzine, alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri

Schiuma, polvere e CO₂ sono gli estinguenti più utilizzati.

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

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



Classe
C

Fuochi da gas:

metano, G.P.L., idrogeno, acetilene, butano, propano

L'intervento migliore è bloccare il flusso di gas **chiudendo la valvola di intercettazione** o otturando la falla.

Esiste il **rischio di esplosione** se si estingue prima di intercettare il gas.



L'**acqua** è consigliata solo a **getto frazionato** o nebulizzato per raffreddare tubi o bombole.

Sono utilizzabili le **polveri** polivalenti.⁴

⁴ Il riferimento all' idoneità di un estintore all'uso contro fuochi da gas (classe C) è a **discrezione del costruttore**, ma **si applica solo agli estintori a polvere** che hanno ottenuto una valutazione di classe B o **classe A e classe B** (norma UNI EN 3-7:2008 «Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova»).

**Classe
D**

Fuochi da metalli

alluminio, magnesio, sodio, potassio

Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di metalli.

Utilizzare **polveri speciali** con **personale** particolarmente **addestrato**.



Sono difficili da estinguere per l'**altissima temperatura**.

Evitare altri estinguenti (compresa l'acqua) in quanto possono causare esplosioni.

Classe D: Norma UNI EN 3-7:2008

*L'idoneità degli estintori per fuochi di classe D **non rientra nel campo di applicazione della norma UNI EN 3-7.***

Tuttavia, gli estintori per i quali è dichiarata l'idoneità alla classe D sono coperti, sotto ogni altro aspetto, dai requisiti della norma per gli estintori a polvere.

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

L'efficacia degli estintori contro gli incendi di classe D deve essere stabilita caso per caso.

Classe F	Fuochi che interessano mezzi di cottura <i>Olio da cucina e grassi vegetali o animali</i>

Fuochi di **oli combustibili di natura vegetale** e/o **animale** (es. usati in cucine, apparecchi cottura).

La **formula chimica** degli oli minerali (idrocarburi, fuochi di classe B) **è diversa** dagli oli vegetali e/o animali.



Gli estinguenti spengono per **azione chimica**, effettuando una catalisi negativa.

L'utilizzo di **estintori a polvere** e a **CO₂** è considerato **pericoloso**.

Ex Classe E [1/3]

La norma **UNI EN 2:2005** non comprende i fuochi di «Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione» (vecchia **classe E**) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B.



Gli estinguenti specifici per questi incendi sono le **polveri** dielettriche e la **CO₂**.



Divieto di spegnere
con acqua

Non devono essere usati acqua e schiuma.

Ex Classe E [2/3]

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



*Tale **prova non è richiesta per gli estintori a CO₂** in quanto non è conduttore di elettricità, ne è richiesta per quegli estintori per i quali non viene chiesto l'impiego per parti elettriche sotto tensione.*

*Tutti gli estintori idonei per l'uso su fuochi di **classe F** devono essere conformi ai requisiti della **prova dielettrica**.*

Ex Classe E [3/3]

Gli estintori portatili che non sono sottoposti a prova dielettrica, o non soddisfano tali requisiti, devono riportare:

«AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione».



Gli estintori portatili che utilizzano altri agenti e quelli a base d'acqua conformi alla norma UNI EN 3-7:2008, devono riportare l'indicazione della loro idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione.

Es.: «adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro».

I PARAMETRI FISICI DELLA COMBUSTIONE

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

- ✓ *Temperatura di accensione*
- ✓ *Temperatura teorica di combustione*
- ✓ *Aria teorica di combustione*
- ✓ *Potere calorifico*
- ✓ *Temperatura di infiammabilità*
- ✓ *Limiti d'infiammabilità e esplodibilità*



TEMPERATURA DI ACCENSIONE O AUTOACCENSIONE (°C)

La minima temperatura alla quale la **miscela combustibile - comburente inizia a bruciare spontaneamente** in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

Sostanze	Temperatura di accensione (°C) <i>valori indicativi</i>	Sostanze	Temperatura di accensione (°C) <i>valori indicativi</i>
acetone	540	carta	230
benzina	250	legno	220-250
gasolio	220	gomma sintetica	300
idrogeno	560	metano	537
alcool metilico	455	propano	470

TEMPERATURA TEORICA DI COMBUSTIONE (°C)

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

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

Temperatura delle fiamme: valori indicativi a seconda del tipo di combustibile

- *Combustibili solidi: da 500 a 800 °C*
- *Combustibili liquidi: da 1300 a 1600 °C*
- *Combustibili gassosi: da 1600 a 3000 °C*

ARIA TEORICA DI COMBUSTIONE (m³)

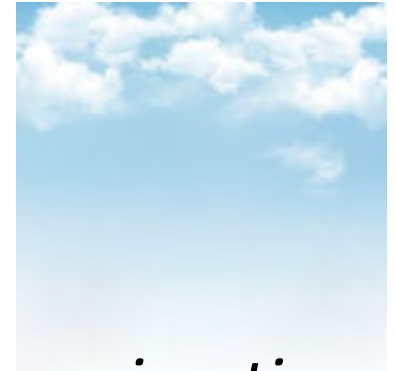
Quantità di aria necessaria per raggiungere la **combustione completa** di una determinata quantità di combustibile.

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

Dipende dalla composizione chimica del combustibile.

È maggiore quanto più elevato è il potere calorifico.

*L'aria è un miscuglio composto in prevalenza da **azoto** e **ossigeno**, con tracce di **altri** gas e quantità var. di vapore acqueo, CO₂ e pulviscolo atmosferico.*



Composizione dell'aria secca al suolo (% in vol.) approssimativa:

- 20,95 % ossigeno (O₂) $\Rightarrow$ $1/0,21 = 4,76$
- 78,08 % azoto (N₂)
- 0,93 % argon (Ar)
- 0,04 % anidride carbonica (CO₂)
- pulviscolo e altri gas

L'ossigeno che alimenta la combustione è fornito dall'aria:

$$V_{aria} = 4,76 V_{O_2}$$

La combustione è un processo che avviene attraverso reazioni esotermiche tra un combustibile e un comburente (es. O_2 dell'aria).



*Con la **combustione completa** (stechiometrica) si ottiene il massimo rilascio di energia termica da un materiale combustibile.*

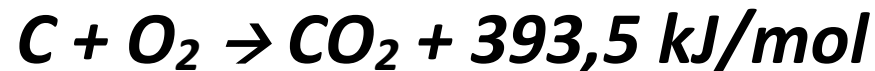
*Con la **combustione incompleta** la reazione si arresta ad uno stadio intermedio originando minore energia termica e sostanze diverse (ad es. tende a originarsi CO piuttosto che CO_2).*

Esaminando le reazioni chimiche di ossidazione del carbonio e dell'idrogeno (contenuti in quasi tutte le sostanze combustibili) si può capire la quantità d'aria che occorre per la combustione completa di una sostanza.

Combustione completa di un idrocarburo (CH):

- *C completamente trasformato in CO₂*
- *H completamente trasformato in H₂O (vapore acqueo)*

Reazione di ossidazione del carbonio:



Reazione di ossidazione dell'idrogeno:



Per la combustione completa, per 1 mole di carbonio (12 g) e 2 moli di idrogeno (4 g), sono necessari 22,4 litri di ossigeno (volume di una mole a 0° C), cioè circa 107 litri di aria.

POTERE CALORIFICO (MJ/Kg o MJ/m³ o Kcal/Kg)

Quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume; si definisce:

Potere calorifico superiore (P.C.S.)

Si considera anche il calore di condensazione del vapore d'acqua prodotto (calore latente di vaporizzazione);

Potere calorifico inferiore (P.C.I.)

Non si considera il calore di evaporazione del vapore acqueo.

In genere si considera il potere calorifico inferiore.

Sostanze	Potere calorifico inferiore	
	(MJ/Kg)	(KCal/Kg)
legno (*)	17,5	4192
carbone	30	7170
carta, cartone	20	4780
benzina	45	10755
alcool etilico	30	7170
polietilene	40	9560
propano	46	10994
idrogeno	120	28680
(*) 1 MJ = 0,057 Kg di legna eq.		

Unità di misura dell'energia:

La caloria è definita come la quantità di calore necessaria ad elevare da 14,5 a 15,5 °C la temperatura della massa di un grammo di acqua distillata a livello del mare, a pressione di 1 atm; equivale a 4,184 Joule.

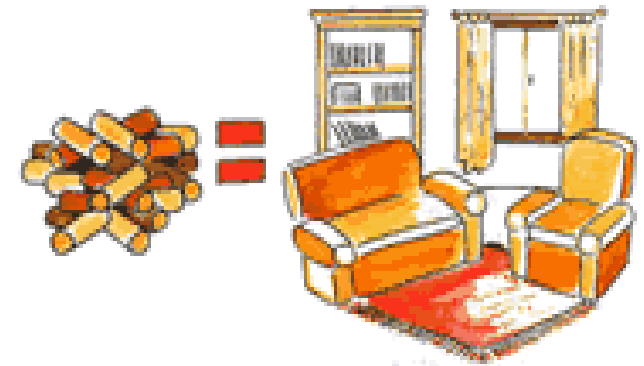
Formule di conversione:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,239 \text{ cal} \Rightarrow 1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal}$$

Carico di Incendio (MJ o Kcal):

Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.



$$(q = \sum g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i)$$

Convenzionalmente 1 MJ è assunto pari a 0,057 Kg di legna equivalente.

(ossia 1 kg_{leq} viene assunto pari a 17.5 MJ, o più precisamente 1/0,057= 17,54 MJ).

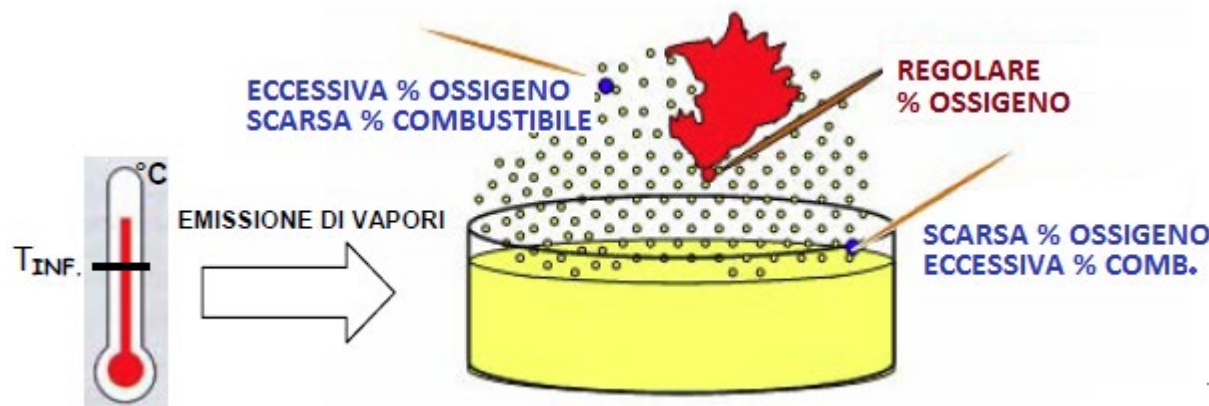
$$1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal} \rightarrow 1 \text{ kg}_{leq} = 239 \times 17,54 = 4192 \text{ Kcal/Kg.}$$

(è come considerare un legno standard con un potere calorifico di circa 4192 Kcal/Kg invece che 4400 Kcal/Kg della vecchia Circolare n. 91/61).

TEMPERATURA DI INFIAMMABILITÀ (°C)

Temperatura **minima** alla quale i **liquidi** infiammabili o combustibili emettono **vapori** in quantità **tali da incendiarsi** in caso di **innesco**.⁵

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



⁵ I liquidi sono in equilibrio con i vapori che si sviluppano sulla superficie tra pelo libero e aria. La combustione avviene quando in corrispondenza della superficie i vapori dei liquidi, miscelandosi con l'O₂ dell'aria, sono innescati.

LIMITI DI INFIAMMABILITÀ (% in volume)

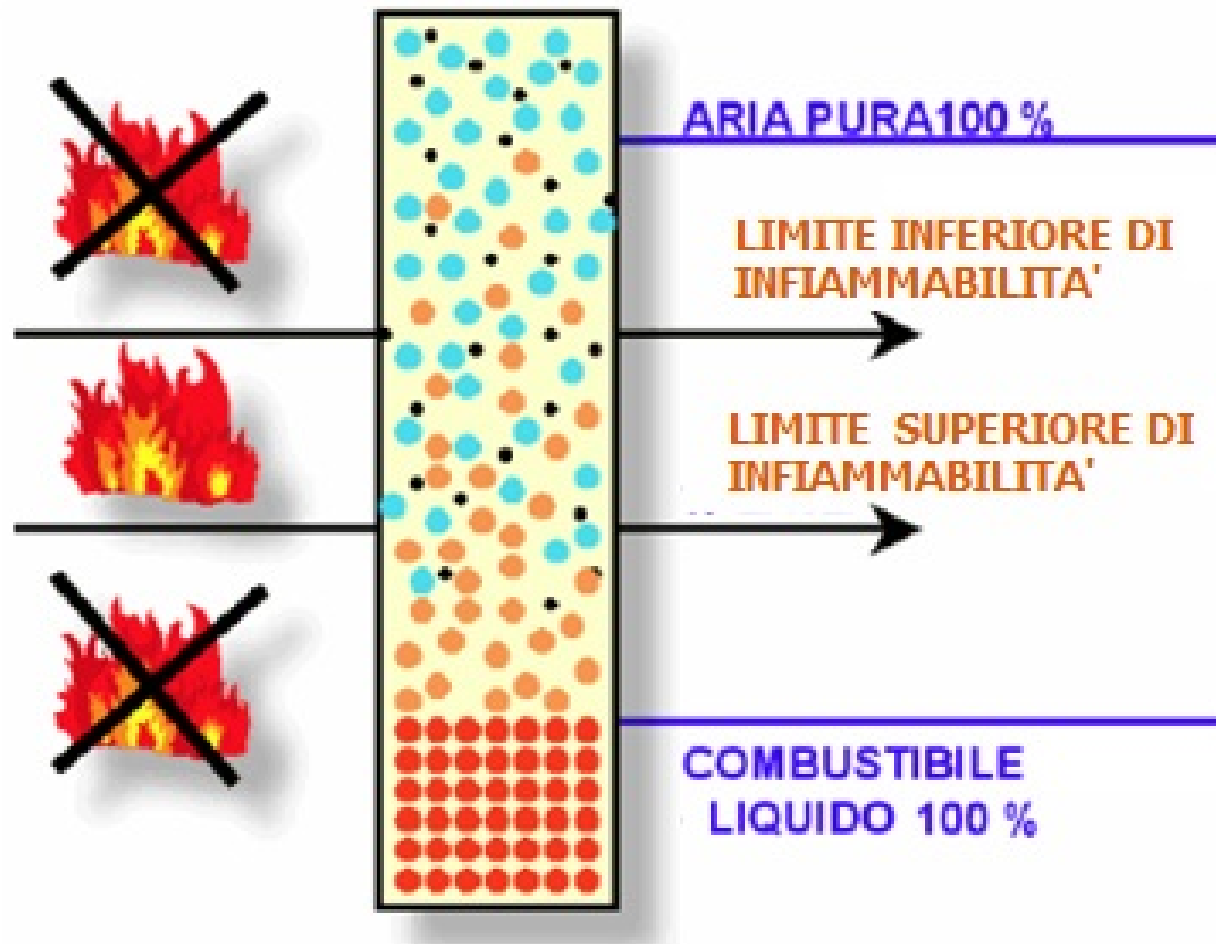
Individuano il **campo di infiammabilità** all'interno del quale si ha, in caso d'innesco, l'accensione.

✓ **Limite inferiore d'infiammabilità:**
*la più bassa concentrazione in volume di vapore **al di sotto** della quale **non si ha accensione** in presenza di innesco;*

✓ **Limite superiore d'infiammabilità:**
*la più alta concentrazione in volume di vapore **al di sopra** della quale **non si ha accensione** in presenza di innesco.*

SOSTANZE	Campo di infiammabilità (% in vol.)	
	limite inf.	limite sup.
acetone	2,5	13
ammoniaca	15	18
benzina	1	7,5
gasolio	1	6
idrogeno	4	75,6
metano	5	15
G.P.L.	2	9

Campo di infiammabilità



LIMITI DI ESPLODIBILITÀ (% in volume)

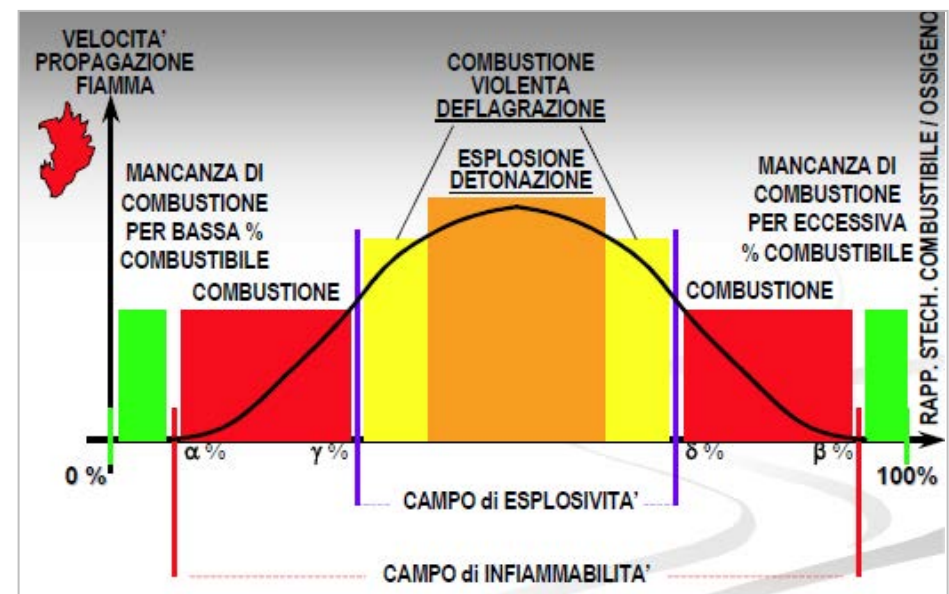
Sono **posizionati all'interno del campo di infiammabilità**.

Limite inferiore di esplosibilità:

La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha esplosione in presenza d'innesco.

Limite superiore di esplosibilità:

La più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha esplosione in presenza di innesco.



COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE, LIQUIDE E GASSOSE

- ✓ Combustione dei **SOLIDI**
- ✓ Combustione dei **LIQUIDI**
- ✓ Combustione dei **GAS**



COMBUSTIONE DEI SOLIDI

L'accensione di un combustibile solido rappresenta la fase di superamento di un processo di degradazione del materiale superficiale, della sua evaporazione (**pirolisi**) e combinazione con l'ossigeno circostante e quindi, in presenza di innesco, dell'instaurarsi di una reazione esotermica capace di autosostenersi.



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

Parametri che caratterizzano la combustione dei solidi:

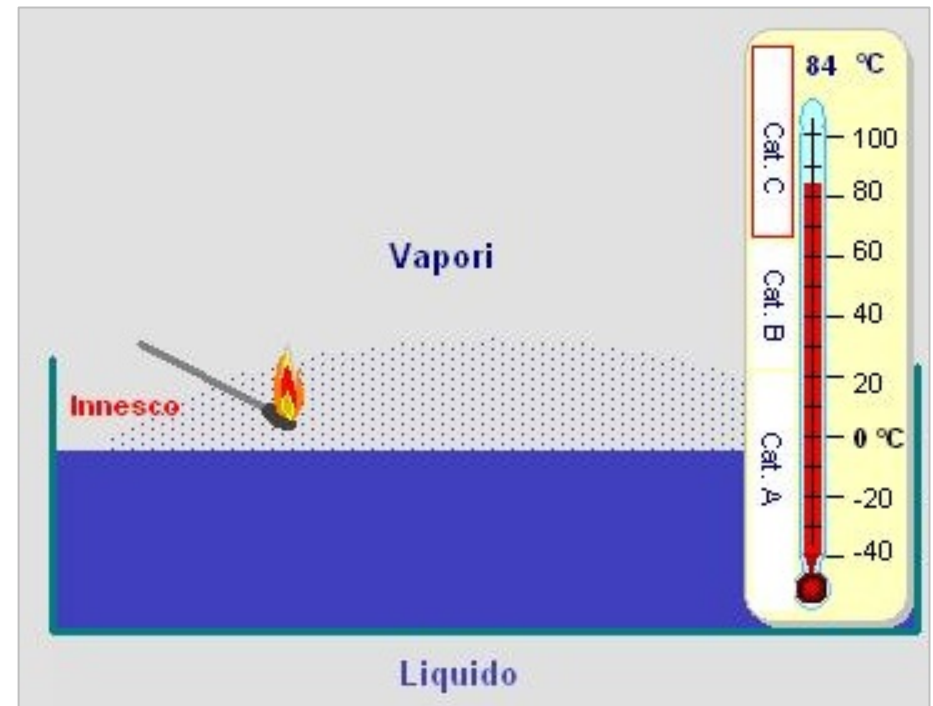
- ✓ **Pezzatura** (pezzature di *piccola taglia* favoriscono la combustione);
- ✓ **Forma** (*forme irregolari* favoriscono la combustione);
- ✓ **Porosità** (la *maggiore* porosità favorisce la combustione);
- ✓ **Elementi** che compongono la sostanza (la presenza di *elementi combustibili* favorisce la combustione);
- ✓ **Umidità** (la *minore* umidità favorisce la combustione);
- ✓ **Ventilazione** (la *maggiore* ventilazione favorisce la combustione).



COMBUSTIONE DEI LIQUIDI

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

La **combustione** avviene quando, in corrispondenza della superficie, i vapori, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria in concentrazioni **entro il campo di infiammabilità**, sono **innescati**.



Normativa oli minerali

*Ad oggi la **normativa** di riferimento per i **combustibili liquidi** e gli oli minerali in genere è rappresentata ancora dal [DM 31/7/1934](#) «norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi», pur se nel corso degli anni si sono succedute una lunga serie di modifiche, integrazioni e chiarimenti emanati con decreti, circolari e lettere circolari dal Ministero dell'Interno, che hanno modificato notevolmente il testo originario del decreto.*



CLASSIFICAZIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

L'indice della maggiore o minore combustibilità è fornito dalla **temperatura di infiammabilità (T_{inf})**.



Categoria A:

$T_{inf} < 21^{\circ}\text{C}$



Categoria B:

T_{inf} tra 21°C e 65°C



Categoria C:

$T_{inf} > 65^{\circ}\text{C}$

T_{inf} tra 65°C e 125°C (oli combustibili)

$T_{inf} > 125^{\circ}\text{C}$ (oli lubrificanti)

SOSTANZE	Temperatura inf. ($^{\circ}\text{C}$)	Cat.
gasolio	65	C
acetone	-18	A
benzina	-20	A
alcool metilico	11	A
alcool etilico	13	A
toluolo	4	A
olio lubrificante	149	C
kerosene	37	B
petrolio greggio	20	A

... segue



Categoria A - Benzine

petroli greggi per raffinazione, etere di petrolio, benzine; benzolo e etere solforico, nonché miscele.



Categoria B - Petroli

Petrolio raffinato, acqua ragia minerale (white spirit), alcoli (etilico e metilico).



Categoria C - Oli combustibili e lubrificanti

Oli minerali combustibili (residui della distillazione, per combustione), nonché oli minerali lubrificanti.

Equivalenza tra varie tipologie di liquidi

*Per definire della classe del deposito e determinare le distanze di sicurezza, è introdotto il concetto di equivalenza tra le varie tipologie di liquidi combustibili attraverso i **fattori 1, 10, 40 e 60***



*con cui dividere rispettivamente i quantitativi di **benzina, petrolio, oli combustibili e oli lubrificanti**.*

Esempio: un deposito contenente 12 m^3 di benzina, 55 m^3 di petrolio, 1.800 m^3 di oli combustibili e 2.400 m^3 di oli lubrificanti equivale ad un deposito di sola benzina della capacità di $12 + 55/10 + 1.800/40 + 2.400/60 = 91,5 \text{ m}^3$.

Oli minerali e attività soggette (all. 1 del DPR n. 151/2011)

Stabilimenti di liquidi infiammabili/combustibili - Att. 10

Stabilimenti e impianti ove si producono e/o impiegano, liquidi infiammabili e/o combustibili con punto di infiammabilità ≤ 125 °C, con quantitativi globali in ciclo e/o in deposito > 1 m³.

Stabilimenti di oli lubrificanti/diatermici - Att. 11

Stabilimenti e impianti per la preparazione di oli lubrificanti, diatermici e simili, con punto di infiammabilità > 125 °C, con quantitativi globali in ciclo e/o in deposito > 5 m³

Depositi di liquidi infiammabili/combustibili - Att. 12

Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva > 1 m³.

Stabilimenti di estrazione - Att. 16

Stabilimenti di estrazione con solventi infiammabili e raffinazione di oli e grassi vegetali e animali, con quantitativi globali di solventi in ciclo e/o in deposito $> 0,5$ m³

Stoccaggio sotterraneo di gas naturale, piattaforme fisse - Att. 7

Detenzione di piccoli quantitativi

*Il DM 31/7/1934 consente nei centri abitati fino a 36 l di **benzina**, 54 l di **petrolio** e 200 kg di **oli combustibili e lubrificanti** mentre fuori dai centri abitati tali quantitativi possono essere incrementati fino a rispettivamente 150 l, 500 l e 2.000 kg.*



Per le piccole rivendite fuori dell'abitato, o nei centri rurali i quantitativi ammessi sono fino a 18 l di benzina, 36 l di petrolio (max 54 l benzina + petrolio) e 200 kg di oli combustibili e lubrificanti.

Per uso agricolo o industriale sono consentiti complessivamente 5 m³ di benzina e petrolio e 20 m³ di oli combustibili e lubrificanti (max 25 m³ oli combustibili e lubrificanti).

COMBUSTIONE DEI GAS

I **gas sono contenuti in recipienti** (*serbatoi, bombole, ecc.*).



CLASSIFICAZIONE DEI GAS

I gas possono essere **classificati** in funzione delle:

✓ **Caratteristiche fisiche** (*densità*)

- Leggero
- Pesante

✓ **Modalità di conservazione.**

- Compresso
- Liquefatto
- Disciolto
- Refrigerato



Densità di un gas o vapore

Rapporto tra il **peso** della sostanza

allo stato di **gas** (o vapore) e quello di un ugual volume di **aria** a pressione e temperatura ambiente.

Fornisce informazioni sulla propagazione dei gas o vapori.

*Si considera la **densità relativa**, cioè il rapporto tra la densità della sostanza con un'altra presa come riferimento, a una data temperatura e pressione, che nel caso dei gas o vapori è rappresentata dall'aria.*

Nota: Densità assoluta dell'aria a $p = 1 \text{ Atm}$ e $\text{temp.} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$: $1,293 \text{ Kg/m}^3$
diminuisce con l'incremento di temperatura (es. $\text{temp.} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 1,225 \text{ Kg/m}^3$)

Gas	Densità
Acetilene	0,90
Ammoniaca	0,59
Cloro	1,47
Gasolio	3,4
Idrogeno	0,07
Metano	0,55
Idrogeno solforato	1,19
GPL	1,9
Ossido di carbonio	0,97

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE CARATTERISTICHE FISICHE

GAS LEGGERO



Gas con **densità** rispetto all'aria **inferiore a 0,8**
(***metano***, idrogeno, ecc.)

*Un gas leggero tende a **diffondersi verso l'alto**.*



GAS PESANTE

Gas con **densità** rispetto all'aria **superiore a 0,8**
(***G.P.L.***, acetilene, ecc.)

*Un gas pesante tende a **permanere in basso** e a penetrare in cunicoli o aperture.*



Limitazioni per i gas di densità $> 0,8$

I «**gas pesanti**» sono in genere **più pericolosi** dei «**gas leggeri**» e sono pertanto trattati in maniera più rigorosa nelle varie norme di sicurezza.

Il valore **0,8** di **densità** per definire in modo convenzionale i gas pesanti è utilizzato a **favore di sicurezza**.



*Ad es. le norme **prevedono limitazioni** e condizioni per gli impianti alimentati con **gas di densità $> 0,8$** , sulla realizzazione e ubicazione delle aperture di aerazione, sulle modalità di comunicazioni con alcune attività, sul divieto di ubicazione ai piani interrati, sulle distanze da cavità, depressioni o aperture comunicanti con locali interrati, ecc.*

CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE MODALITÀ DI CONSERVAZIONE

GAS COMPRESSO

Sono conservati allo stato gassoso ad una pressione superiore a quella atmosferica in appositi recipienti (**bombole**).



Serbatoi di metano compresso

GAS	Pressione di stoccaggio (bar) valori indicativi
Metano	300
Idrogeno	250
Gas nobili	250
Ossigeno	250
Aria	250
CO₂ (gas)	20

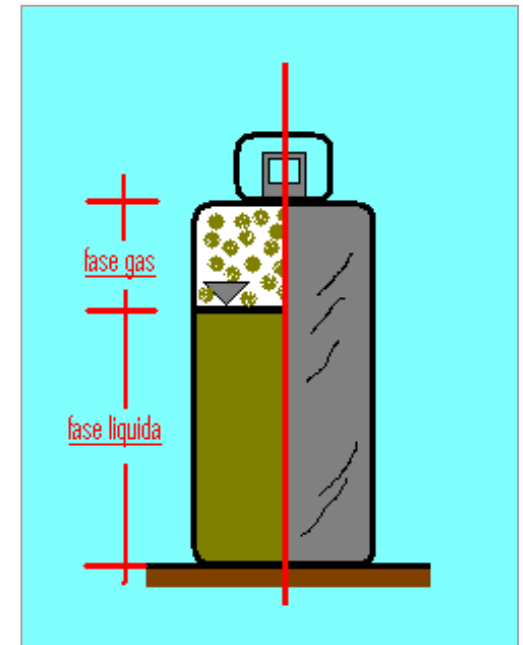
GAS LIQUEFATTO

Per le caratteristiche chimico-fisiche **può essere liquefatto a temperatura ambiente mediante compressione** (***GPL, butano, propano, ammoniaca, cloro***).

Il vantaggio è nel detenere grossi quantitativi in spazi contenuti.

Un litro di gas liquefatto può sviluppare fino a **800 litri di gas**.

I contenitori devono garantire **una parte** del volume sempre **libera dal liquido** per consentire l'equilibrio con la fase vapore.



GAS REFRIGERATO

Gas che può essere conservato in **fase liquida** mediante **refrigerazione** alla temperatura di equilibrio liquido-vapore con livelli di pressione modesti, assimilabili alla pressione atmosferica.

*Es. **Ossigeno liquido**: temperatura di liquefazione: **-182.97 °C**;*

*La temperatura più bassa che teoricamente si può ottenere rappresenta lo «zero assoluto», 0 K (gradi Kelvin) e corrisponde a **-273,15 °C (-459,67 °F)**.*



Serbatoi di ossigeno liquido

GAS DISCIOLTO

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).*



*Saldatura portatile
ossigeno acetilene*

LE SOSTANZE ESTINGUENTI

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

Possono essere ottenute **singolarmente** o **contemporaneamente**.

È fondamentale conoscere **proprietà e modalità d'uso** delle principali **sostanze estinguenti**.



Principali sostanze estinguenti

- ✓ Acqua
- ✓ Schiuma
- ✓ Polveri
- ✓ Gas inerti
- ✓ Idrocarburi alogenati (HALON⁶)
- ✓ Agenti estinguenti alternativi all'halon.



⁶ L'utilizzo dell'Halon è stato abolito dal [D.M. Ambiente 3 ottobre 2001](#) «Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon» (G.U. 25 ottobre 2001, n. 249) emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico.

Azioni per estinzione in base all'effettivo contributo per ciascun estinguenne

Estinguenne	1° azione	2° azione	3° azione	Classi di fuoco	apparecchi in tensione (*)
Polvere	chimica	soffocamento	raffreddamento	A B C	se senza simbolo
CO₂	soffocamento	raffreddamento	-	B C	SI
Schiuma	soffocamento	raffreddamento	-	A B	NO
Halon	chimica	raffreddamento	soffocamento	A B C	se senza simbolo
Acqua	raffreddamento	soffocamento	-	A B	NO
(*) si fa riferimento al simbolo di divieto all'uso su apparecchiature sotto tensione 					

Estinguenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco

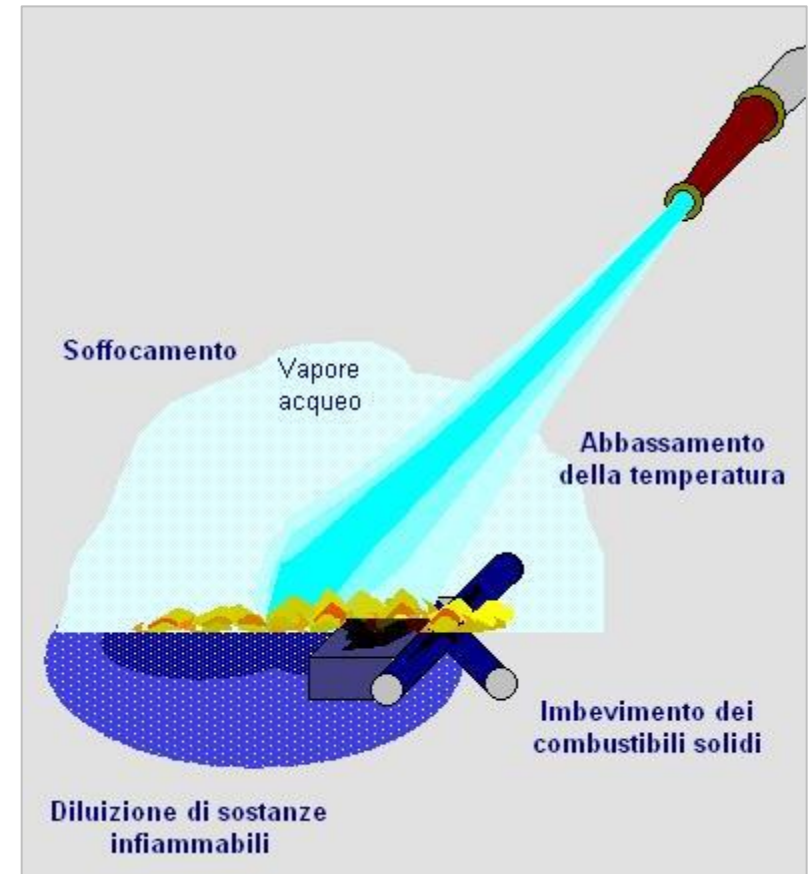
Descrizione	Classe di fuoco	1° estinguento	2° estinguento	3° estinguento	4° estinguento
Legno, cartone, carta, plastica, pvc, tessuti, moquette		acqua	polvere	halon	schiuma
Benzina, petrolio, gasolio, lubrificanti, oli, alcol, solventi		schiuma	polvere	halon	CO ₂
Metano, G.P.L., gas naturale		polvere	halon	CO ₂	acqua nebulizzata

ACQUA

L'**estinguente principale** per la **facilità** con cui può essere reperito.

Azione estinguente:

- **Raffreddamento**;
- **Soffocamento** (con vapore acqueo);
- **Diluizione di sostanze**;
- **Imbevimento** combustibili solidi.



Idonea per incendi di classe A.

Non utilizzabile su apparecchiature elettriche.



Utilizzo dell'acqua

Consigliata per incendi di **combustibili solidi (classe A)**, con esclusione di sostanze incompatibili come sodio e potassio (a contatto con H_2O liberano idrogeno), e carburi (liberano acetilene).

*Per stabilire se un estintore a base d'acqua può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione, deve essere effettuata la **prova dielettrica** prevista dalla norma **UNI EN 3-7:2008***



In genere non è consentito l'uso su apparecchiature elettriche. In tal caso sarà riportata l'avvertenza nella parte terza dell'etichetta:

«AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione».

SCHIUMA

Costituita da **soluzione in acqua di liquido schiumogeno** (*mescolandosi con l'aria forma la schiuma*).

L'azione estinguente è per **Soffocamento** e per *raffreddamento in minima parte*.



*Idonee per incendi di **classe B**.*



*Non utilizzabile su **apparecchiature elettriche** e sui fuochi di **classe D**.*



Schiume ad alta, media e bassa espansione

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 $< 1:20$



... segue

*L'**azione** di spegnimento **principale** delle schiume è quella del **soffocamento** che può essere esercitata in modi diversi.*

Schiume a bassa e a media espansione:

Agiscono superficialmente con spessori di circa 15 cm per le schiume a bassa espansione e di circa 40 cm per quelle a media espansione.

Schiume ad alta espansione:

Agiscono sul volume dei locali saturando l'intero ambiente tenendo conto dei materiali da proteggere.



TIPI DI LIQUIDI SCHIUMOGENI

Esistono vari tipi di liquidi schiumogeni che vanno impiegati in relazione al tipo di combustibile tra cui:

- ✓ Liquidi schiumogeni fluoro-proteinici
- ✓ Liquidi schiumogeni sintetici
- ✓ Liquidi schiumogeni fluoro-sintetici
(AFFF - Aqueous Film Forming Foam)
- ✓ Liquidi schiumogeni per alcoli

Liquidi schiumogeni fluoro-proteinici

Formati da base proteinica addizionata con composti fluorurati.

*Adatti alla formazione di schiume a **bassa espansione**, hanno un effetto rapido e molto efficace su **incendi di idrocarburi**.*

Per l'elevata resistenza al calore e la buona fluidità sono utilizzati a protezione di raffinerie e impianti petroliferi.



Liquidi schiumogeni sintetici

Formati da miscele di tensioattivi.

*Adatti alla formazione di tutti i tipi di schiume e garantiscono una lunga conservabilità nel tempo, sono molto efficaci per azione di soffocamento su **grandi superfici e volumi**.*



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

Formati da composti fluorurati.

*Adatti alla formazione di schiume a **bassa** e **media espansione** con la caratteristica di scorrere rapidamente sulla superficie del liquido formando una pellicola acquosa.*



Hanno una più efficace azione estinguente in quanto consente lo spegnimento in tempi più rapidi con una minore portata di soluzione schiumogena per superficie incendiata.

Liquidi schiumogeni per alcoli

Formati da base proteinica additivata con metalli organici.

*Adatti alla formazione di schiume a **bassa espansione** e molto efficaci su **incendi di alcoli**, esteri, chetoni, eteri, aldeidi, acidi, fenoli, ecc.*



POLVERE



Costituite da **particelle solide finissime** a base di bicarbonato di sodio, potassio, fosfati e sali organici.

L'azione estinguente è di tipo **chimico**, **raffreddamento**, **soffocamento**.



Si può utilizzare su **apparecchiature elettriche** in tensione.

Può **danneggiare apparecchiature e macchinari**.



ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

Riduce la concentrazione del comburente fino a impedire la combustione (**Soffocamento**).

- **non tossica;**
- **più pesante dell'aria;**
- **dielettrica** (non conduce elettricità);
- normalmente conservata come **gas liquefatto;**
- anche azione estinguente per **raffreddamento**.



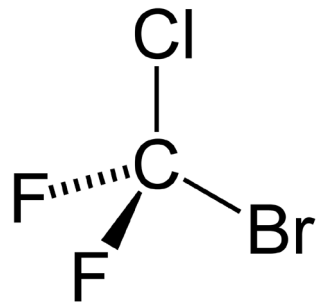
*Si può utilizzare su **apparecchiature elettriche** in tensione.*

Percentuali in volume di CO₂ e di azoto necessarie per inertizzare l'atmosfera in modo da renderla incapace di alimentare la combustione.

Sostanza	Azoto	CO₂
	(% in volume)	
acetone	45,2	32,4
alcool etilico	49,6	38,5
benzolo	47,1	34,3
idrogeno	76,4	72,1
metano	42,8	31,0
propano	45,6	32,4
benzina	45,2	31,9



IDROCARBURI ALOGENATI



Detti anche **HALON** (**HALO**-**genated** - **hydrocarbON**), formati da **idrocarburi saturi** ove atomi di **H** sono in parte o tutti sostituiti con **Cl, Br** o **F**.



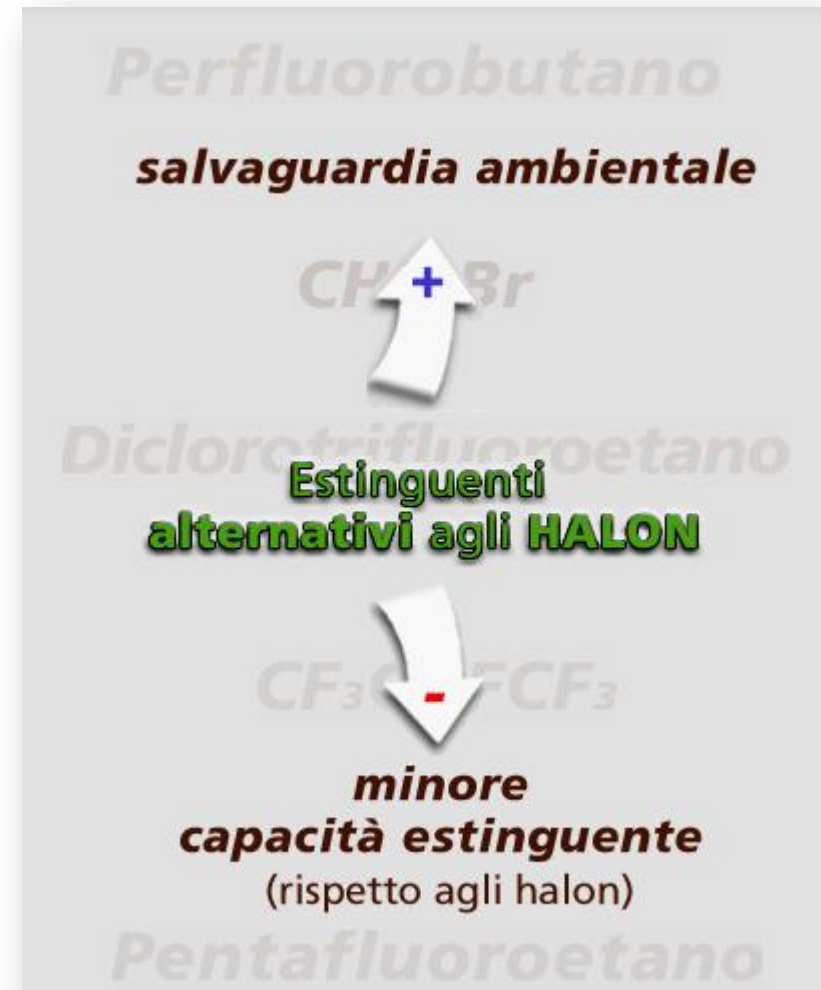
Efficaci in **ambienti chiusi scarsamente ventilati**, non danneggiano i materiali.

L'utilizzo è stato abolito dal D.M. Ambiente 3/10/2001 «Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon» emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico.

AGENTI ESTINGUENTI ALTERNATIVI ALL'HALON

Gli agenti sostitutivi degli halon *impiegati attualmente* sono «**ecocompatibili**» (**clean agent**), e generalmente combinano al **vantaggio** della salvaguardia **ambientale** lo **svantaggio** di una **minore capacità estinguente** rispetto agli halon.

Esistono sul mercato prodotti inertezzanti e prodotti che agiscono per **azione anticatalitica**.



NFPA 2001: Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems

PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

Sono suddivisi in **4 categorie**:

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



GAS DI COMBUSTIONE

Per definizione: Restano allo **stato gassoso** alla **temperatura ambiente** di riferimento di **15 °C**.

Nella maggioranza dei casi, **la mortalità per incendio è causata dall'inalazione dei gas** che producono danni biologici per anossia o tossicità.



Principali **GAS DI COMBUSTIONE**

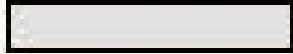
*ossido di carbonio
anidride carbonica
idrogeno solforato
anidride solforosa
acido cianidrico
aldeide acrilica
fosgene
ammoniaca
ossido e perossido di azoto
acido cloridrico*

FIAMME

Costituite dall'**emissione di luce** dovuta alla combustione di gas.



Nell'**incendio gas** si può valutare approssimativamente la temperatura dal **colore della fiamma**:

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

Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas

FUMI

Elemento più caratteristico dell'incendio. Sono formati da piccolissime **particelle solide** (*aerosol*), **liquide** (*vapori condensati*).

Le **particelle solide** (*sostanze incombuste e ceneri*) rendono il **fumo di colore scuro**. *Nota: fumo prodotto da un combustibile: legno 17 m³/kg; benzina 38 m³/kg; alcool etilico 25 m³/kg*

Le **particelle liquide** (*nebbie*) costituite da vapor d'acqua che sotto i 100 °C condensa, rendono il **fumo di color bianco**.



Particelle solide (colore scuro)



Particelle liquide (colore chiaro)

CALORE



Causa principale della propagazione degli **incendi**.

Il calore è **dannoso per l'uomo** in quanto può causare:

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



DINAMICA DELL'INCENDIO

Fasi evidenziate nella **curva Temperatura - tempo**.

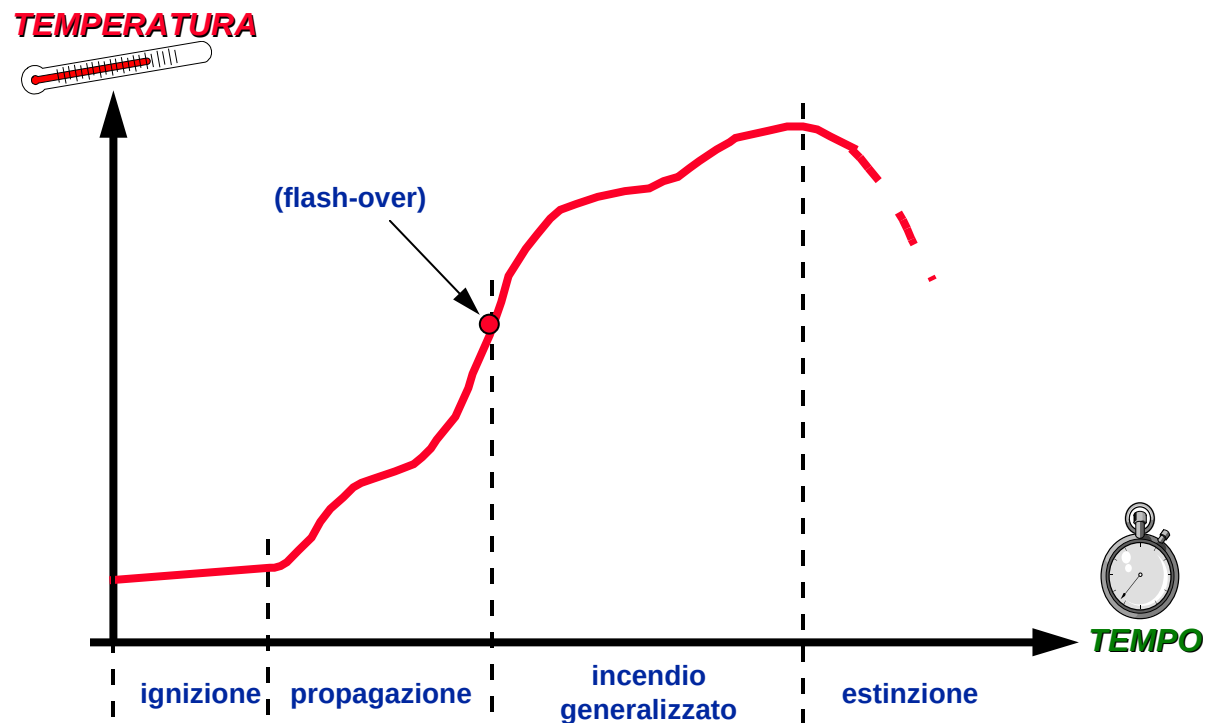
Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare **4 fasi**:

1. Ignizione

2. Propagazione

3. Incendio generalizzato (flash-over)

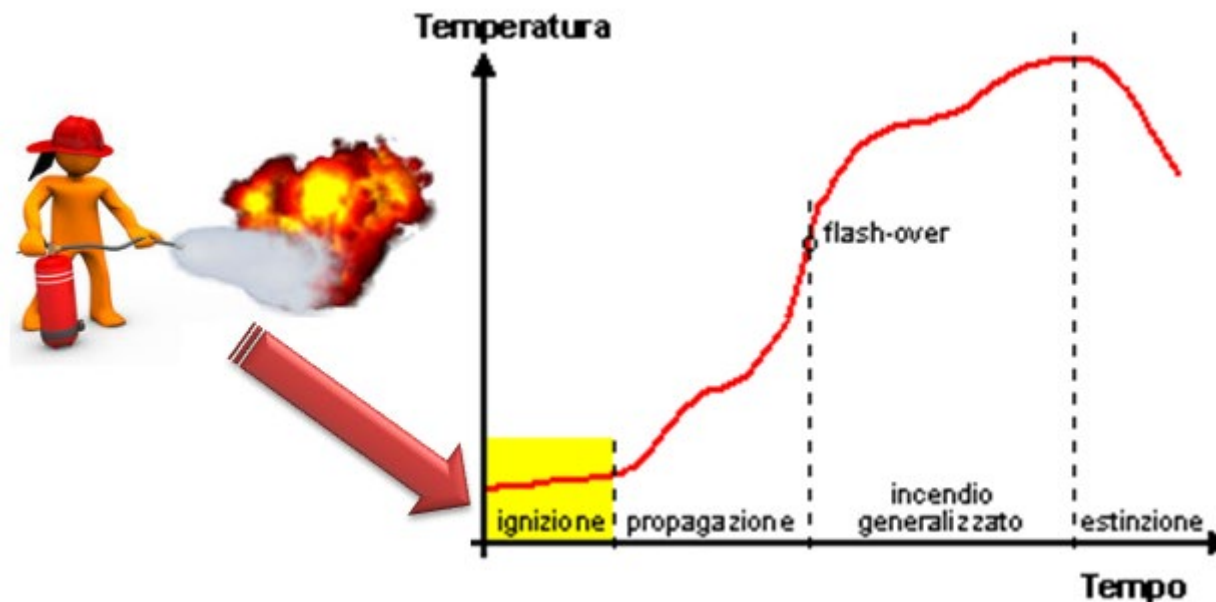
4. Estinzione e raffreddamento



Importanza dell'intervento immediato

La probabilità di estinguere un incendio è molto alta nella fase di ignizione, nella quale le temperature sono ancora basse.

*Per questo **è importante che gli addetti antincendio siano ben addestrati** all'intervento tempestivo, secondo il piano di emergenza.*



Fase di ignizione

Infiammabilità combustibile;

Propagazione della fiamma;

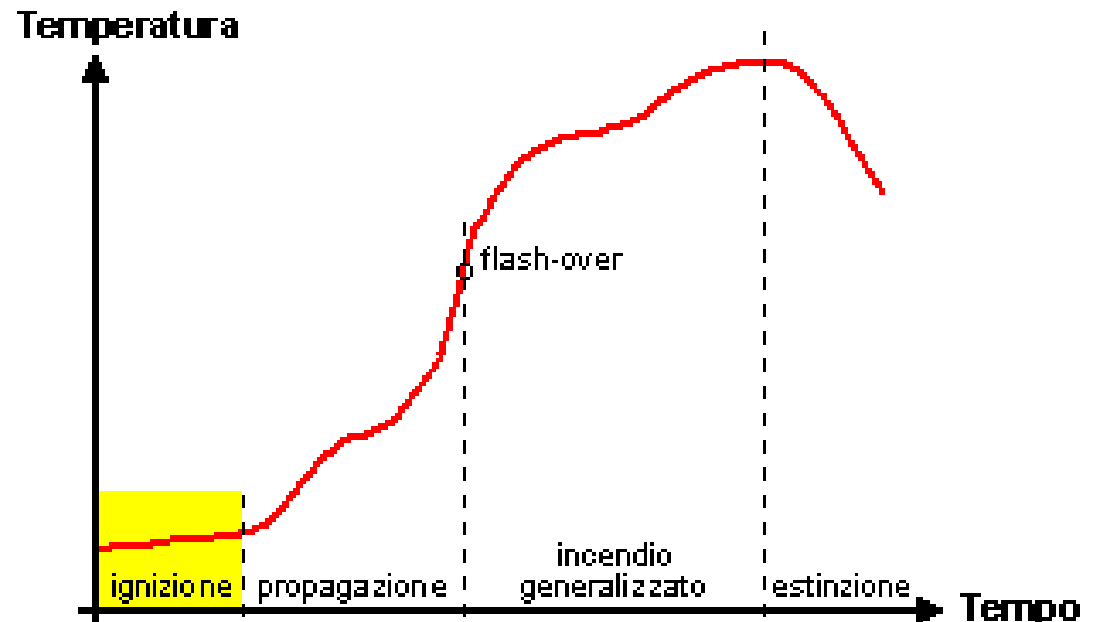
Grado di partecipazione al fuoco del combustibile;

Geometria, volume e ventilazione ambienti;

Possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;

Caratteristiche superficiali del combustibile;

Distribuzione nel volume del combustibile, punti di contatto.



Fase di propagazione

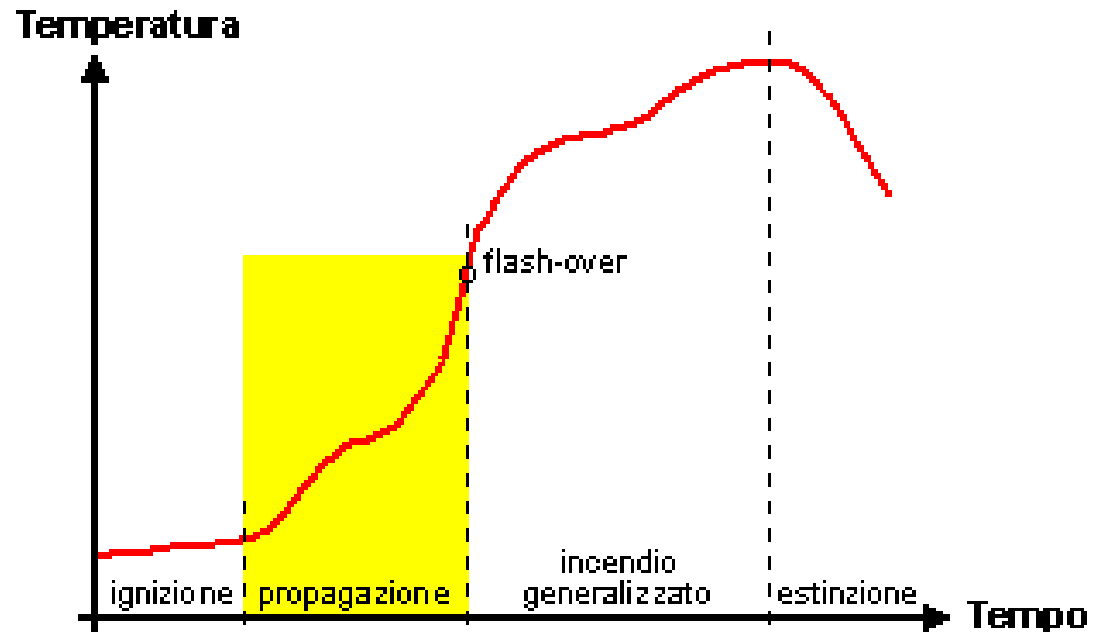
Produzione dei gas tossici e corrosivi;

Riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione;

Aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;

Aumento rapido delle temperature;

Aumento dell'energia di irraggiamento.



Fase di Incendio generalizzato (flash-over):

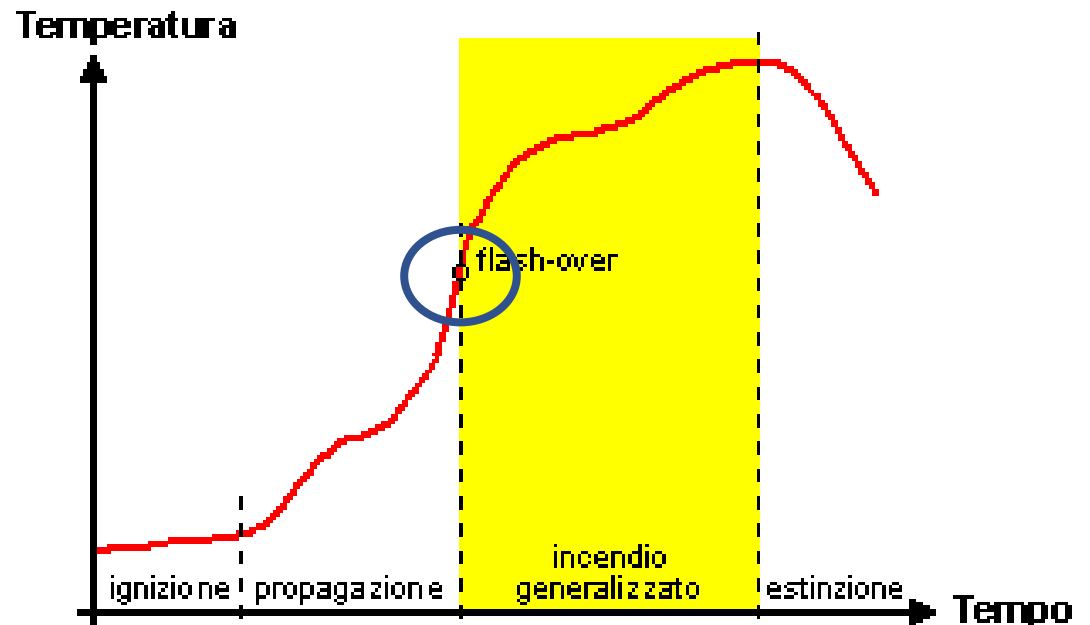
Brusco incremento della temperatura;

Crescita esponenziale della velocità di combustione;

Forte aumento di emissioni di gas e particelle incandescenti, che sono trasportate

in senso orizzontale e ascensionale con forti zone di turbolenze;

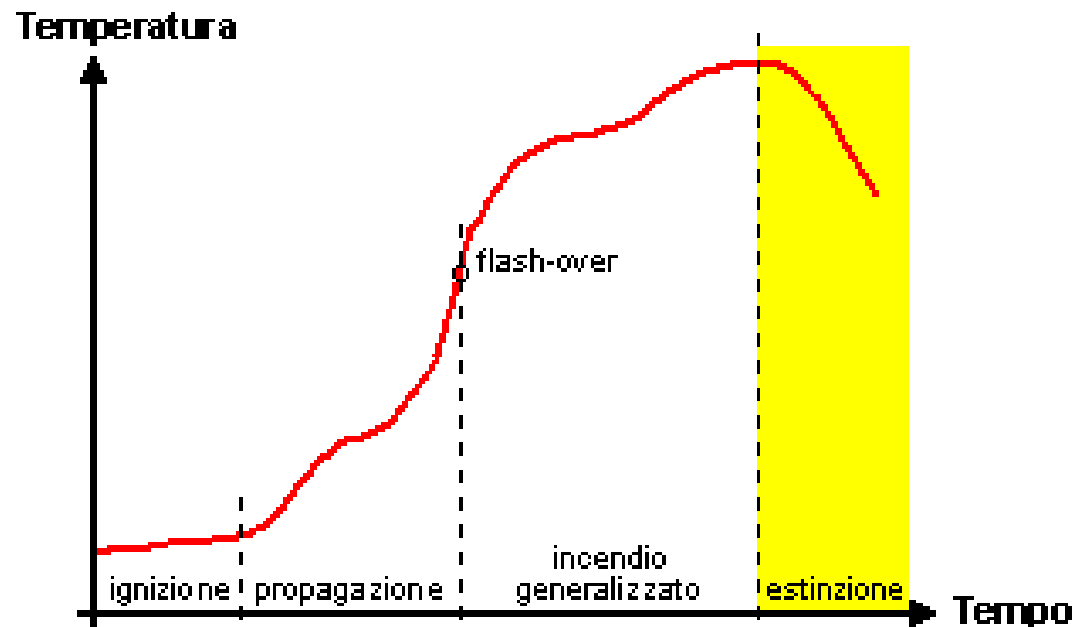
I combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili.



Fase di Estinzione e raffreddamento

L'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile.

Inizia la fase di decremento delle temperature all'interno del locale a causa della progressiva diminuzione dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso i fumi e di fenomeni di conduzione termica.

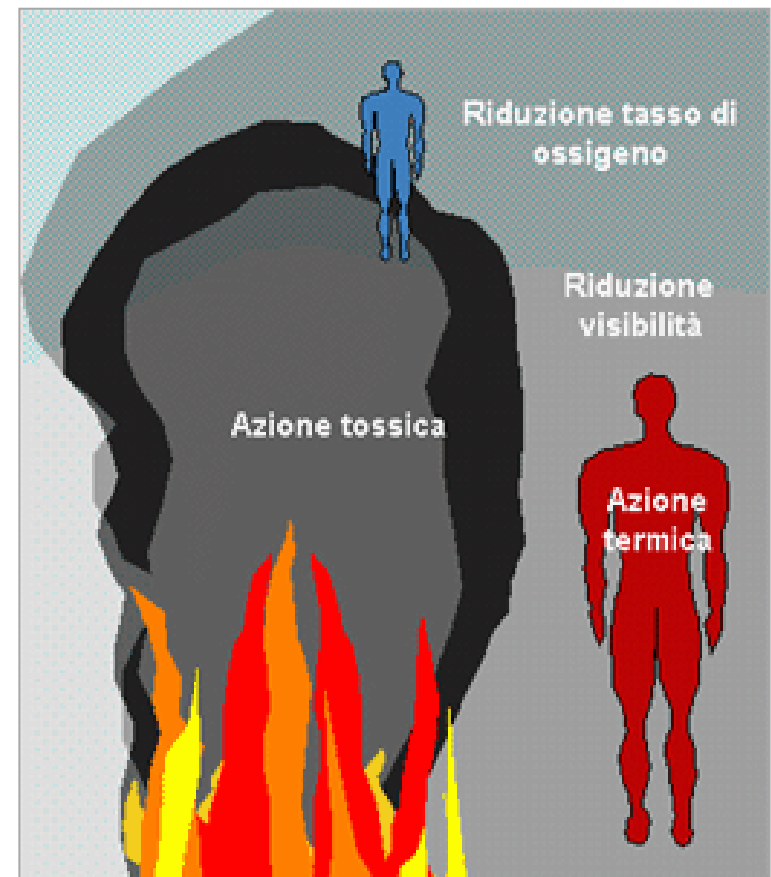


EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

- ✓ **Anossia** (per la riduzione del tasso di ossigeno nell'aria)
- ✓ **Azione tossica**
- ✓ **Riduzione della visibilità**
- ✓ **Azione termica**

Causati dai **prodotti della combustione**:

- ✓ **Gas**
- ✓ **Fumo**
- ✓ **Fiamma**
- ✓ **Calore**



EFFETTI DEI GAS DI COMBUSTIONE

ossido di carbonio	(CO)
anidride carbonica	(CO ₂)
idrogeno solforato	(H ₂ S)
anidride solforosa	(SO ₂)
ammoniaca	(NH ₃)
acido cianidrico	(HCN)
acido cloridrico	(HCl)
perossido d'azoto	(NO ₂)
aldeide acrilica	(CH ₂ CHCHO)
fosgene	(COCl ₂)

Principali ***GAS DI COMBUSTIONE***

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

OSSIDO (o monossido) DI CARBONIO (CO)

Si sviluppa in **incendi covanti** in ambienti chiusi e in **carenza di O_2** . È il più pericoloso tra i **tossici del sangue** per l'elevato livello di tossicità e quantitativi sviluppati.



Caratteristiche: incolore, inodore, non irritante.

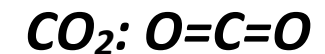
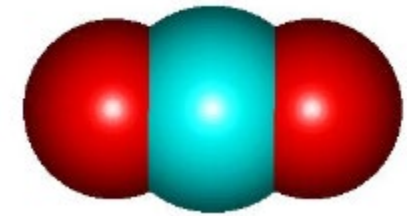
Meccanismo d'azione: Il CO è assorbito per via polmonare; attraverso la parete alveolare passa nel sangue **per combinazione con l'emoglobina** dei globuli rossi formando la **carbossi-emoglobina**, bloccando i legami con l' O_2 che in condizioni normali forma l'ossiemoglobina. Il CO ha un legame preferenziale con l'emoglobina, in quanto **l'affinità è circa 220 volte superiore a quella con O_2** .

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

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

ANIDRIDE CARBONICA (CO₂)

Non è un gas tossico. È un **gas asfissiante** in quanto **si sostituisce all'ossigeno dell'aria**. Quando determina una diminuzione **dell'ossigeno** a valori **inferiori al 17%** in volume, produce asfissia.



Inoltre, accelera e stimola il ritmo respiratorio; con una percentuale del 2% di CO₂ in aria, il ritmo respiratorio aumenta del 50% rispetto alle normali condizioni. Con una percentuale del 3% l'aumento è del 100%.

*La deficienza di O₂ e l'eccesso di CO₂ possono condurre a perdita di conoscenza e morte per asfissia. Per **concentrazione di O₂ intorno al 15%** l'attività muscolare diminuisce e si ha difficoltà nei movimenti. Per concentrazione **tra il 10 e 15%** l'uomo è ancora cosciente anche se commette valutazioni errate. A concentrazioni **tra il 6 e il 10%** si ha collasso. **Sotto il 6%** cessa la respirazione e la morte per asfissia ha luogo in circa 6 min.*

ACIDO CIANIDRICO (HCN)

*Si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso **combustioni incomplete** (carenza di ossigeno) di **lana, seta, resine acriliche, uretaniche e poliammidiche**. Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.*



Meccanismo d'azione: È aggressivo chimico che interrompe la catena respiratoria a livello cellulare generando grave sofferenza funzionale nei tessuti a alto fabbisogno di O_2 (cuore e sistema nervoso centrale).

Vie di penetrazione: inalatoria, cutanea, digerente.

I cianuri di HCN a contatto con l'acidità gastrica in stomaco sono idrolizzati bloccando respirazione cellulare con morte cellula per anossia.

Sintomatologia: iperpnea (fame d'aria), aumento atti respiratori, arrossamento cute, cefalea, ipersalivazione, bradicardia, ipertensione.

FOSGENE (COCl₂)

È un gas tossico che **si sviluppa** durante le combustioni di **materiali** che **contengono cloro**, come per esempio alcune **materie plastiche**. È particolarmente pericoloso in ambienti chiusi.



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

Sintomatologia: irritazione (occhi, naso, e gola), lacrimazione, secchezza della bocca, costrizione toracica, vomito, mal di testa.

EFFETTI DEL CALORE

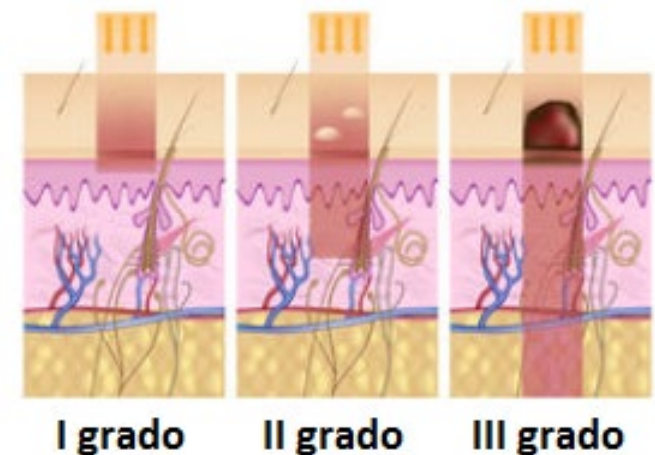


Il calore è dannoso per l'uomo per la **disidratazione** dei tessuti, **difficoltà o blocco della respirazione** e **scottature**.

Una temperatura dell'aria di circa **150 °C** è 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, come negli incendi.

Una temp. $\cong$ **60 °C** è da **ritenere la massima respirabile per breve tempo**.



Ustioni

*L'irraggiamento genera ustioni sull'organismo umano che possono essere **classificate** a seconda della loro profondità in **ustioni di I, II e III grado**.*

Ustioni di I grado	superficiali facilmente guaribili
Ustioni di II grado	formazione di bolle e vescicole consultazione struttura sanitaria
Ustioni di III grado	profonde urgente ospedalizzazione

ESPLOSIONE



Rapida espansione di gas, dovuta a una reazione chimica di combustione, avente come effetto la produzione di **calore**, **onda d'urto** e **picco di pressione**.

Definizioni secondo la **velocità di propagazione**:

- **Deflagrazione**: propagazione con **velocità minore** del **suono**;
- **Detonazione**: propagazione con **velocità maggiore** del **suono**.



Gli effetti distruttivi delle detonazioni sono maggiori delle deflagrazioni.

PENTAGONO DELL'ESPLOSIONE

In analogia al triangolo del fuoco, nel caso di esplosioni di gas, vapori, nebbie o polveri si può considerare il **pentagono dell'esplosione**.

Le **cinque condizioni** necessarie per creare le condizioni di esplosività sono:

- presenza di **combustibile**
- presenza di **comburente** (generalmente ossigeno)
- presenza di fonte di **innesco**
- **miscelazione** (in giuste proporzioni)
- ambiente **confinato** (non essenziale, può aggravare)



Cenni sugli esplosivi

*Gli esplosivi contengono nella molecola l'ossigeno per la combustione (a differenza dei combustibili «tradizionali» in cui il comburente è fornito dall'ossigeno nell'aria). Sono soggetti alle disposizioni del [TULPS](#), e sono **classificati in 5 categorie**:*



- 1^ Cat. - Polveri⁷ e prodotti affini negli effetti esplodenti;***
- 2^ Cat. - Dinamiti⁸ e prodotti affini negli effetti esplodenti;***
- 3^ Cat. - Detonanti⁹ e prodotti affini negli effetti esplodenti;***
- 4^ Cat. - Artifici¹⁰ e prodotti affini negli effetti esplodenti;***
- 5^ Cat. - Munizioni di sicurezza¹¹ e giocattoli pirici***

⁷ **I cat.:** «Esplosivi **deflagranti**» (lenti); velocità di detonazione $\simeq$ 100-1000 m/s (polvere nera, polveri senza fumo, cartucce, ecc.).

⁸ **II cat.:** «Esplosivi **detonanti secondari**»; (dinamiti, tritolo (velocità di detonazione $\simeq$ 7000 m/s), slurries, pulverulenti, AN/FO, micce detonanti con esplosivo ≤ 15 gr/m, ecc.).

⁹ **III cat.:** «Esplosivi **detonanti primari**» o da **innesco**; (detonatori, micce detonanti con esplosivo > 15 gr/m, ecc.).

¹⁰ **IV cat.:** Artifici, fuochi artificiali, razzi da segnalazione, ecc.).

¹¹ **V cat.:** Micce a lenta combustione, bossoli innescati per cartucce, giocattoli pirici, ecc.).

OBIETTIVI E CRITERI GENERALI DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Prevenzione incendi: Funzione di interesse pubblico che consegue obiettivi di sicurezza della **vita** umana, tutela di **beni** e **ambiente** attraverso **norme, misure, provvedimenti**, ecc. intesi a **evitare incendi** o a **limitarne le conseguenze**.

Regola tecnica di prevenzione incendi (*o regola tecnica*): disposizione normativa cogente in materia di prevenzione incendi.

Regola tecnica orizzontale (RTO): applicabile a tutte le attività.

Regola tecnica verticale (RTV): applicabile a una data attività.

Art. 15 D.Lgs n. 139/2006 *(Norme tecniche e procedurali di prevenzione incendi)*

Le **norme tecniche di prevenzione incendi**, adottate con **D.M. Interno** di concerto con i Ministri interessati sentito il C.C.T.S.-P.I., sono fondate su presupposti tecnico-scientifici e specificano misure per:



- **Ridurre le probabilità** dell'insorgere d'incendi attraverso dispositivi, sistemi, impianti, procedure ...;
- **Limitare le conseguenze** dell'incendio attraverso caratteristiche costruttive, vie d'esodo, impianti, compartimentazioni ...

Comma 3: Fino all'adozione delle citate **norme**, alle attività soggette alla prevenzione incendi **si applicano i criteri tecnici** che si desumono da finalità e principi di base della materia.

OBIETTIVI PRIMARI

Allo scopo di raggiungere i **primari obiettivi** di sicurezza per la salvaguardia delle persone e tutela dei beni, le attività sono realizzate e gestite in modo da:



- a) **minimizzare** le cause di **incendio**;
- b) garantire la **stabilità delle strutture** portanti ...;
- c) **limitare** produzione e propagazione **incendio all'interno**;
- d) **limitare** la propagazione **incendio ad edifici** o locali **contigui**;
- e) garantire **sicurezza** per gli **occupanti**;
- f) garantire per le **squadre di soccorso** di operare in **sicurezza**.

PROCEDURE DI PREVENZIONE INCENDI¹²

Le funzioni e i compiti dei Vigili del fuoco in merito alle **procedure** di prevenzione incendi sono **stabilite** dall'**art. 16 del [D.Lgs n. 139/2006](#)** (mod. dal D.Lgs n. 97/2017).

Le procedure **riguardano** le c.d. «**attività soggette**», quelle ritenute più pericolose e attualmente **individuate con il [D.P.R. n. 151/2011](#)**.

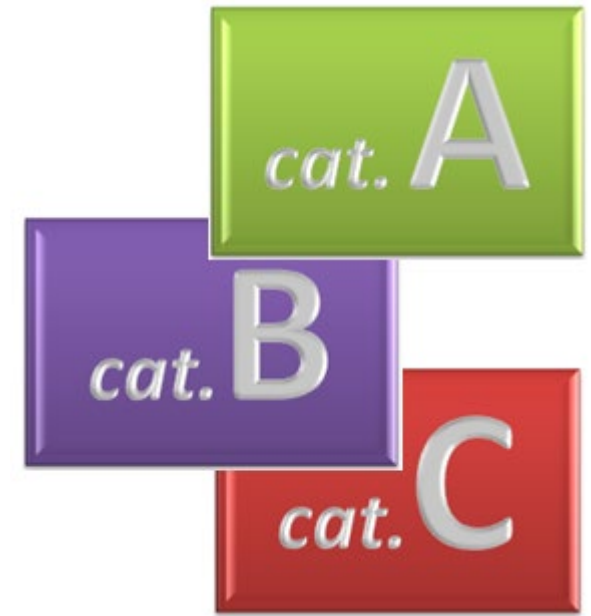
I **responsabili delle attività** soggette sono tenuti ad **avviare** tali **procedure** (per attività nuove o in caso di modifica) presso i comandi competenti per territorio.



¹² Approfondimenti su Malizia M., 2021, Le procedure di prevenzione incendi – Capitolo 3 in «Gli adempimenti di prevenzione incendi», Grafill.

IL REGOLAMENTO DI PREVENZIONE INCENDI¹³

Il [D.P.R. 1/8/2011, n. 151](#) ha previsto nell'**allegato 1** un [elenco](#) di **80 attività** (c.d. «**attività soggette**»), considerate a maggior rischio in caso d'incendio, sottoposte a controllo dei Vigili del Fuoco.



Il **regolamento** aggiorna l'elenco delle «attività soggette» introducendo il «**principio di proporzionalità**», individuando tre categorie (A/B/C) in ragione di rischio, dimensione, complessità.

Per ogni categoria sono previsti **procedure differenziate, più semplici** delle precedenti, in particolare per le attività di cat. A/B.

¹³ Approfondimenti su [Regolamento Di Prevenzione Incendi](#) e su Malizia M., 2021, Il nuovo regolamento di prevenzione incendi – Capitolo 2 in «Gli adempimenti di prevenzione incendi», Grafill.

NORMATIVA DI PREVENZIONE INCENDI¹⁴

Nell'ambito delle norme di prevenzione incendi, le «**regole tecniche**» sono disposizioni regolamentari cogenti, di norma allegate a decreti del ministero dell'interno, verso cui è obbligatorio conformarsi quando entrano in vigore con la pubblicazione in G.U.

Una regola tecnica «**verticale**» è una disposizione di prevenzione incendi applicabile ad una attività ben individuata, come ad esempio uffici, scuole, alberghi, ospedali, centrali termiche, ecc., mentre una regola tecnica «**orizzontale**» è applicabile a tutte le attività, come ad esempio le misure sulla resistenza al fuoco, la reazione al fuoco, gli impianti di protezione attiva, ecc.

¹⁴ Approfondimenti su [Norme di prevenzione incendi](#) .

Le disposizioni di prevenzione incendi¹⁵

Atti di rilevanza giuridica in materia di prevenzione incendi:

Leggi: atti normativi approvati dai due rami del Parlamento secondo la procedura stabilita dalla Costituzione.

Decreti legislativi: atti normativi aventi efficacia di legge, adottati dal potere esecutivo (Governo) per delega espressa e formale del potere legislativo (Parlamento).

Decreti del Presidente della Repubblica: atti del potere esecutivo che hanno funzione esplicativa e complementare della legge della quale costituiscono regolamento.

¹⁵ Approfondimenti su Malizia M., 2021, La legislazione in materia prevenzione incendi – Capitolo 1 in «Gli adempimenti di prevenzione incendi», Grafill.

Decreti ministeriali: atti che possono regolare il funzionamento interno anche i rapporti con terzi. Nel campo della prevenzione incendi, con decreti del ministero dell'interno vengono approvate le regole tecniche, di norma contenute come allegati agli stessi.

Circolari ministeriali: atti interni della PA, destinati unicamente a indirizzare e regolare in modo uniforme l'attività degli uffici dipendenti, nei confronti dei quali esercitano una funzione direttiva, e non hanno efficacia vincolante né giuridica nei confronti di soggetti estranei all'amministrazione.

Note ministeriali di risposta a singoli quesiti di prevenzione incendi, le quali sono di norma riferiti a casi specifici e, pur se non hanno alcuna efficacia vincolante o giuridica, possono costituire un utile riferimento nell'esame di casi analoghi.

EVOLUZIONE DELLE NORME DI SICUREZZA ANTINCENDIO

– In passato ...

D.M. 31 luglio 1934 (*Norme di sicurezza sugli oli minerali*)

R.D. 6 maggio 1940, n. 635 (*Reg.to per l'esecuzione del TULPS*)

– Successivamente ...

Circolari Ministero Interno (*Circ. n. 16/51 su locali di pubblico spettacolo; Circ. n. 75/67 su grandi magazzini; Circ. n. 68/69 e n. 73/71 su impianti termici a gas e gasolio; Circ. n. 31/78 su gruppi elettrogeni; Circ. n. 91/61 su resistenza al fuoco; ecc ...*)

D.P.R. e Decreti del Ministro dell'Interno

– *In tempi più recenti ...*

Lo schema di regola tecnica di prevenzione incendi si è perfezionato, e attualmente è approvata come allegato di decreto del Ministro dell'Interno.



Norme «orizzontali» (di carattere generale)

Regolamenti di prevenzione incendi, Termini e definizioni, Resistenza al fuoco, Reazione al fuoco, Impianti di prot. attiva, ecc.

Norme «verticali» (specifiche per attività)

Locali di spettacolo, Impianti sportivi, Alberghi, Ospedali, Uffici, Autorimesse, Edifici di civile abitazione, Gruppi elettrogeni, Impianti termici, Depositi di GPL, Distribuzione carburanti, ecc.

NORMAZIONE VOLONTARIA

Norma: documento¹⁶ cui **non è obbligatorio** conformarsi adottata da (*organismo di normazione riconosciuto*):

- **norma internazionale:** ... un organismo di normazione internazionale;
- **norma europea:** ... un'organizzazione di normazione europea;
- **norma nazionale:** ... un organismo di normazione nazionale;
- **norma armonizzata:** norma europea adottata su mandato della Commissione ai fini dell'applicazione della legislazione.



¹⁶ Definisce caratteristiche dimensionali, prestazionali, ambientali, di qualità, sicurezza, organizzazione, ecc. di un prodotto, processo o servizio.

NORME «VERTICALI» [1/4]

- oli minerali: [DM 31/7/1934](#);
- esplosivi: [R.D. 6/5/1940, n. 635](#);
- depositi bombole GPL: [Circ. n. 74 del 20/9/1956](#);
- ossigeno liquido: [Circolare n. 99 del 15/10/1964](#);
- distributori stradali carburanti liquidi: [Circ. n. 10 del 10/2/1969](#);
- autorimesse: [DM 1/2/1986](#) (in vigore fino al 18/11/2020);
- edifici di civile abitazione: [DM 16/5/1987 n. 246](#);
- scuole: [DM 26/8/1992](#);
- edifici storici: [DM n. 569 del 20/5/1992](#); [DPR 30/6/1995 n. 418](#);



NORME «VERTICALI» [2/4]

- alberghi: [DM 9/4/1994](#);
- grandi depositi GPL: [DM 13/10/1994](#);
- soluzioni idroalcoliche: [DM 18/5/1995](#);
- impianti sportivi: [DM 18/3/1996](#);
- impianti termici gas: [DM 8/11/2019](#);
- locali di pubblico spettacolo: [DM 19/8/1996](#);
- distributori stradali metano: [DM 28/6/2002](#);
- ospedali: [DM 18/9/2002](#);
- contenitori distributori rimovibili: [DM 22/11/2017](#);



NORME «VERTICALI» [3/4]

- distributori stradali GPL: [DPR 24/10/2003 n. 340](#);
- depositi GPL: [DM 14/5/2004](#);
- impianti termici combustibili liquidi: [DM 28/4/2005](#);
- impianti di sollevamento: [DM 15/9/2005](#);
- gallerie ferroviarie: [DM 28/10/2005](#);
- uffici: [DM 22/2/2006](#);
- attività commerciali: [DM 27/7/2010](#);
- gruppi elettrogeni: [DM 13/7/2011](#);



NORME «VERTICALI» [4/4]

- campeggi: [DM 28/2/2014](#);
- demolizioni di veicoli: [DM 1/7/2014](#);
- macchine elettriche: [DM 15/7/2014](#);
- asili nido: [DM 16/7/2014](#);
- aerostazioni: [DM 17/7/2014](#);
- interporti: [DM 18/7/2014](#).
- metropolitane: [DM 21/10/2015](#).
- depositi di gas naturale e biogas: [DM 3/2/2016](#).



NORME «ORIZZONTALI»

- *termini, definizioni:* [DM 30/11/1983](#);
- *criteri generali di sicurezza:* [DM 10/3/1998](#);
- *dispositivi per apertura porte:* [DM 3/11/2004](#);
- *classi di reazione al fuoco:* [DM 10/3/2005](#);
- *requisiti di reazione al fuoco:* [DM 15/3/2005](#);
- *classificazione di resistenza al fuoco:* [DM 16/2/2007](#);
- *prestazioni di resistenza al fuoco:* [DM 9/3/2007](#);
- *approccio ingegneristico:* [DM 9/5/2007](#);
- *regolamento di prevenzione incendi:* [DPR 1/8/2011, n. 151](#);
- *impianti di protezione attiva:* [DM 20/12/2012](#).



SCHEMA TIPO DELLA REGOLA TECNICA

I **Decreti del Ministero dell'Interno** di approvazione delle regole tecniche di prevenzione incendi sono costituiti da:



- ✓ **Preambolo** (*Visti ...*)
- ✓ **Articolato** (*Di norma 5/6 articoli*)
- ✓ **Allegato** (*Regola tecnica*)

D.M. (data)

Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio di ...

(G.U. Serie Generale n. ... del)

Modifiche, integrazioni, chiarimenti, ecc. possono essere emanate tramite:

- Decreti
- Circolari esplicative
- Quesiti ministeriali

Sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana – serie generale i Decreti Ministeriali sono pubblicati nella sezione:

«Decreti, delibere e ordinanze ministeriali»

SERIE GENERALE

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

Anno 156° - Numero 192

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Giovedì, 20 agosto 2015

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARCADE, 20 - 00185 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLISGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SACARDA, 1927 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-50071 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

La Gazzetta Ufficiale, Parte Prima, oltre alle Serie Generale, pubblica cinque Serie speciali, ciascuna contraddistinta da autonoma numerazione:

1ª Serie speciale: Corte costituzionale (pubblicata il mercoledì)

2ª Serie speciale: Comunità europea (pubblicata il lunedì o il giovedì)

3ª Serie speciale: Regioni (pubblicata il sabato)

4ª Serie speciale: Concorsi ed esami (pubblicata il martedì o il venerdì)

5ª Serie speciale: Contratti pubblici (pubblicata il lunedì, il mercoledì o il venerdì)

La Gazzetta Ufficiale, Parte Seconda, "Foglio delle inserzioni", è pubblicata il martedì, il giovedì o il sabato

AVVISO ALLE AMMINISTRAZIONI

Al fine di ottimizzare la procedura di pubblicazione degli atti in Gazzetta Ufficiale, le Amministrazioni sono pregate di inviare, contemporaneamente e parallelamente alla trasmissione su carta, come da norma, anche copia telematica dei medesimi (in formato word) al seguente indirizzo di posta elettronica certificata: gazzettaufficiale@giustiziacer.it, curando che, nella nota cartacea di trasmissione, siano chiaramente riportati gli estremi dell'invio telematico (mittente, oggetto e data).

Nel caso non si disponga ancora di PEC, e fino all'adozione della stessa, sarà possibile trasmettere gli atti a: gazzettaufficiale@giustizia.it

SOMMARIO

LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

LEGGE 29 luglio 2015, n. 131.

Ratifica ed esecuzione della Convenzione internazionale per la protezione di tutte le persone dalle sparizioni forzate adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 20 dicembre 2006. (15G00145)

Pag. 1

DECRETI PRESIDENZIALI

DELIBERA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 31 luglio 2015.

Ulteriori disposizioni per fronteggiare il rischio fitosanitario connesso alla diffusione nel territorio della regione Puglia del batterio patogeno da quarantena *Xylella fastidiosa* (Well e Raju). (15A06447)

Pag. 33

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca

DECRETO 9 luglio 2015.

Autorizzazione all'istituzione della Scuola Superiore per mediatori linguistici Gonzaga, in Mantova. (Decreto n. 1550). (15A06451)

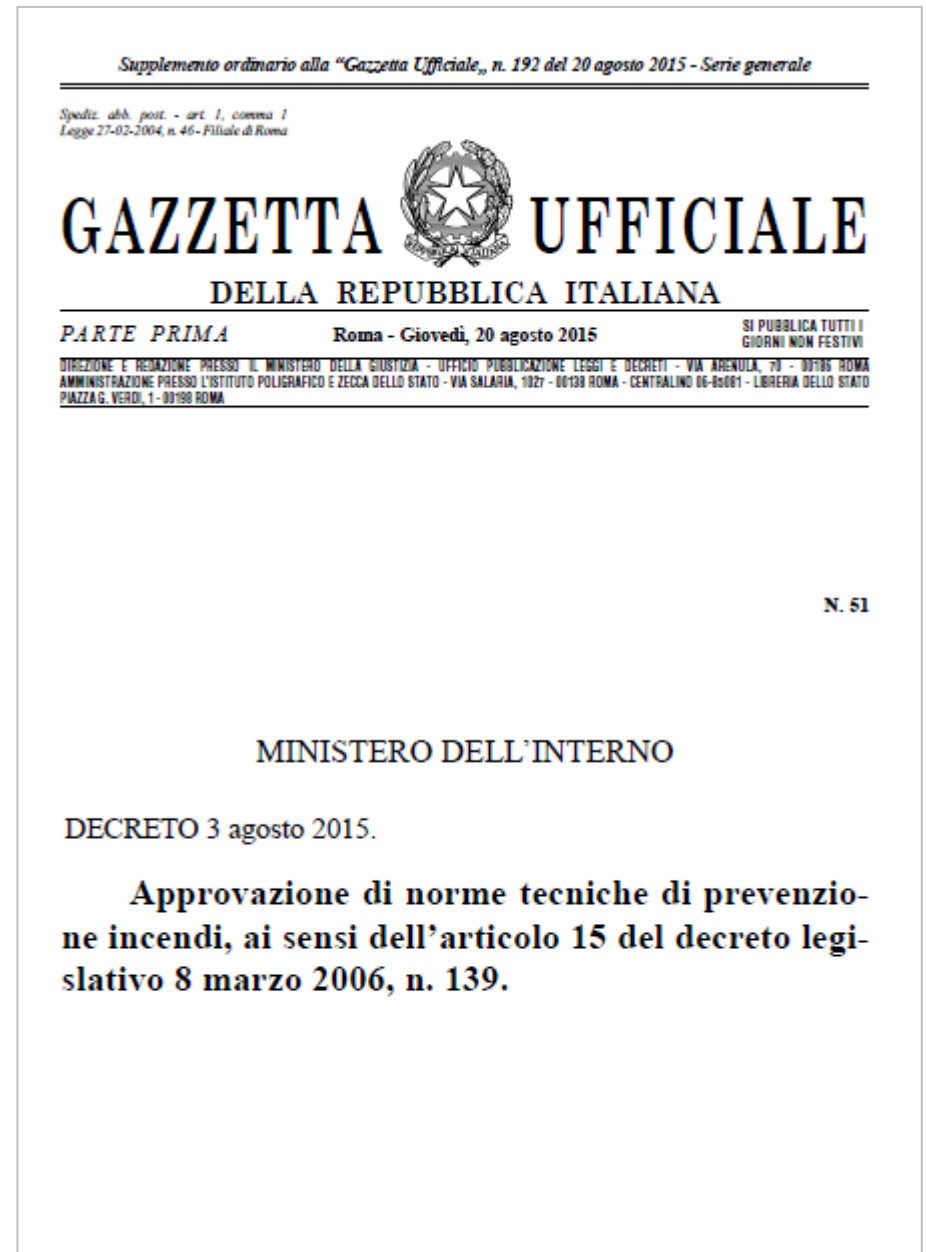
Pag. 35

DECRETO 28 luglio 2015.

Diniego all'aumento del numero massimo degli allievi ammissibili della Scuola Superiore mediatori linguistici di Palermo. (Decreto 1695). (15A06449)

Pag. 36

... o anche sui Supplementi ordinari alla Gazzetta Ufficiale – Serie generale



IL CODICE DI PREVENZIONE INCENDI¹⁷

D.M. 3 agosto 2015: «Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi **dell'art. 15** del D.Lgs 8 marzo 2006, n. 139» e s.m.i.

Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 192 del 20 agosto 2015 - S.O. n. 51.

È entrato **in vigore** il **18 novembre 2015**, 90° giorno successivo alla data di pubblicazione nella Gazzetta ufficiale.



¹⁷ Approfondimenti su <https://bit.ly/wp-p-CodicePI>.

Obiettivi del Codice

Per «Codice di prevenzione incendi» si intendono le norme tecniche di p.i. di cui all'allegato 1 al [D.M. 3 agosto 2015](#), emanate con l'intento di perseguire vari **obiettivi**, tra i quali quelli di:

- disporre di un **testo unico** in luogo di tante regole tecniche;
- **semplificare** la normativa di prevenzione incendi;
- adottare regole **meno prescrittive, più prestazionali**;
- individuare regole **sostenibili**, proporzionate al rischio reale;
- norme tecniche si occupino **solo** di **«antincendio»**;
- aumentare **flessibilità** e possibilità scelta fra diverse soluzioni;
- favorire metodi dell'**ingegneria** della **sicurezza antincendio**.

Testo unico

Negli ultimi anni sono state **emane-nate moltissime norme verticali** di prevenzione incendi per varie attività, con trattazioni a volte non uniformi di argomenti simili.



Uno degli obiettivi iniziali del progetto di semplificazione è quello di **disporre** di un **testo unico** in luogo di innumerevoli regole tecniche, che tratti la materia in maniera omogenea.

L'obiettivo potrà ritenersi del tutto attuato quando sarà completato l'inserimento di tutte le **«vere» RTV** (*locali di pubblico spettacolo, ospedali, ecc.*).

Semplificazione e razionalizzazione del corpo normativo

Il Codice prosegue nel processo di «semplificazione» già avviato, per gli **aspetti amministrativi**, con il D.P.R. n. 151/2011 che tiene conto, tra l'altro, dell'introduzione della **SCIA**.

Per gli **aspetti tecnici** la **semplificazione** e la **razionalizzazione** del corpo normativo relativo alla prevenzione degli incendi è effettuato mediante l'utilizzo di un **nuovo approccio metodologico** più aderente al progresso tecnologico e agli standard internazionali.



Regole meno prescrittive

Il Codice consente di adottare **regole meno prescrittive** e più **prestazionali**.

L'**approccio prestazionale** a differenza del prescrittivo (*rigido e inadeguato soprattutto per situazioni complesse ove spesso è difficile rispettare prescrizioni*) **consente** una **valutazione quantitativa** del livello di sicurezza antincendio.

L'**analisi è più mirata**, consente di ottenere **risultati più aderenti alla realtà** e di commisurare le misure di protezione antincendio alle **reali necessità**, rendendo possibili **risparmi sui costi degli interventi**.



Regole più sostenibili e proporzionate

In accordo con le aspettative della comunità si è cercato di orientarsi verso **regole più sostenibili**, in linea con le esigenze di sviluppo economico.



Importante è anche l'esigenza che tali regole appaiano **proporzionate** al rischio reale di un'attività, evitando inutili dispendi di risorse.

In ogni caso, pur operando tale snellimento e semplificazione, tali regole devono essere in grado di garantire comunque un **pari livello** di sicurezza antincendi.

Norme solo «antincendio»

Il codice fa in modo che le norme VF si occupino solo di «**antincendio**».



È stata così avviata una **revisione delle regole tecniche** vigenti di prevenzione incendi (norme verticali).

Per le «norme verticali» è stata prevista l'**eliminazione** di tutte le **misure** tecniche **non specificamente antincendio**.

*Ad es. la «RTV Autorimesse» **non tratta** argomenti relativi alle varie **caratteristiche geometriche** (ampiezza corsie di manovra, pendenza, raggi di curvatura delle rampe, ecc.), **evitando** i numerosi ricorsi alle procedure di **deroga** del passato.*

Diverse soluzioni

Il codice prevede **flessibilità** e possibilità di scegliere fra **diverse soluzioni**.

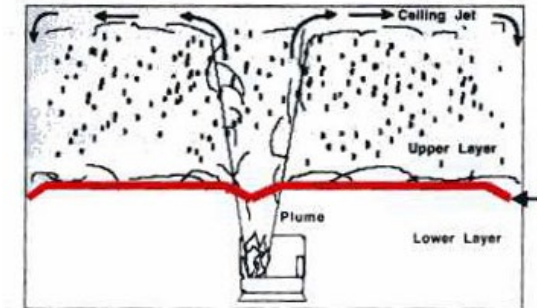
La metodologia di progettazione prevede fra **soluzioni** progettuali la possibilità di scelta fra:



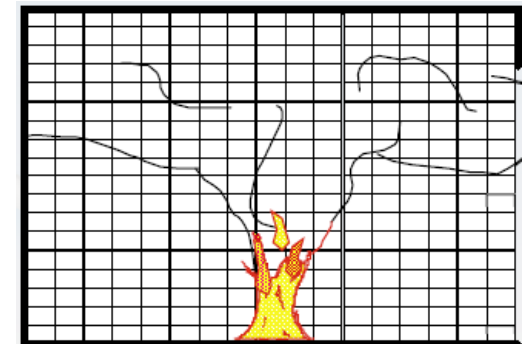
- **Soluzioni conformi** (*soluzione di immediata applicazione*);
- **Soluzioni alternative** (*richiedono ulteriori valutazioni*);
- **Soluzioni in deroga** (*è richiesta l'attivazione del procedimento di deroga*).

Ingegneria della sicurezza antincendio

Il codice prevede una specifica sezione (Sezione M) favorendo l'utilizzo dei metodi dell'**ingegneria della sicurezza antincendio** (*Fire safety engineering*).



Nei capitoli M1, M2 e M3 è descritta la **metodologia di progettazione** dell'ingegneria della sicurezza antincendio, l'**individuazione degli scenari** di incendio di progetto e la **salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale**.



STRUTTURA DEL CODICE

Sezione G - Generalità

- G.1 Termini, definizioni e simboli grafici
- G.2 Progettazione sicurezza antincendio
- G.3 Determinazione profili di rischio

Sezione S - Strategia antincendio

- S.1 Reazione al fuoco
- S.2 Resistenza al fuoco
- S.3 Compartimentazione
- S.4 Esodo
- S.5 Gestione della sicurezza antincendio
- S.6 Controllo dell'incendio
- S.7 Rivelazione ed allarme
- S.8 Controllo di fumi e calore
- S.9 Operatività antincendio
- S.10 Sicurezza impianti tecnologici e di servizio

Sezione V - Regole tecniche verticali

- V.1 Aree a rischio specifico
- V.2 Aree a rischio atmosfere esplosive
- V.3 Vani degli ascensori - V.4 Uffici
- V.5 Alberghi - V.6 Autorimesse - V.7 Scuole
- V.8 Attività commerciali - V.9 Asili nido
- V.10 Musei ... - V.11 Strutture sanitarie
- V.12 Altre attività in edifici tutelati
- V.13 Chiusure d'ambito degli edifici civili
- V.14 Edifici di civile abitazione
- V.15 pubblico spettacolo V.16 ...

Sezione M - Metodi

- M.1 Metodologia ingegneria sic. antinc.
- M.2 Scenari incendio per progettaz. prestaz.
- M.3 Salvaguardia vita con progettazione pre-stazionale

CENNI SUL D.LGS N. 81/2008 E I TRE DECRETI¹⁸

- D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. «**Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro**»;
- [D.M. 1° settembre 2021](#) (c.d. «Decreto Controlli»);
- [D.M. 2 settembre 2021](#) (c.d. «Decreto GSA»);
- [D.M. 3 settembre 2021](#) (c.d. «Decreto Minicodice»).



I tre decreti sostituiscono il [D.M. 10 marzo 1998](#) «**Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro**».

¹⁸ Approfondimenti su Malizia M., 2023, «Prevenzione incendi nei luoghi di lavoro», Grafill.

IL D.LGS 9 APRILE 2008 N. 81

Il «**Testo unico**» regola in Italia «la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro».



Riassetta e riforma le norme in materia, mediante **coordinamento in un unico testo normativo**, proseguendo l'opera già iniziata col D.lgs n. 626/94.

Ha subito **vari aggiornamenti** (*D.Lgs n. 106/2009 e successivi*).

Ha come obiettivo la valutazione, riduzione e controllo dei rischi nei luoghi di lavoro mediante un'azione combinata di **vari soggetti** per ognuno dei quali sono previsti obblighi e sanzioni.

PRINCIPALI DEFINIZIONI

Lavoratore: svolge attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro, **con o senza retribuzione**, anche al solo fine di **apprendere** un mestiere, arte o professione.

Datore di lavoro: titolare del rapporto di lavoro o che ha la responsabilità in quanto **esercita poteri decisionali e di spesa**.

Dirigente: attua le **direttive del datore di lavoro** organizzando l'attività lavorativa e vigilando (in ragione di competenze e poteri gerarchici e funzionali adeguati alla natura dell'incarico);

Preposto: sovrintende all'attività lavorativa e **garantisce l'attuazione delle direttive ricevute** controllando la corretta esecuzione dei lavoratori (nelle competenze e limiti di poteri dell'incarico);

Responsabile del servizio di prevenzione e protezione (RSPP): *designato dal datore di lavoro per coordinare il SPP (in possesso di capacità e requisiti di cui all'art. 32);*

Addetto al servizio di prevenzione e protezione (ASPP): *fa parte del SPP (in possesso di capacità e requisiti di cui all'art. 32);*

Medico competente: *nominato dal datore di lavoro con cui collabora ai fini della valutazione dei rischi. Effettua sorveglianza sanitaria e altro (in possesso di titoli e requisiti di cui all'art. 38);*

Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (RLS): *eletto o designato per rappresentare i lavoratori;*

Azienda: *complesso struttura organizzata dal datore di lavoro;*

Servizio di prevenzione e protezione dai rischi (SPP): insieme di persone, sistemi e mezzi esterni o interni all'azienda finalizzati all'attività di prevenzione e protezione dai rischi;

Prevenzione: insieme di disposizioni/misure per evitare/diminuire i rischi;

Valutazione dei rischi: valutazione documentata di tutti i rischi, per individuare misure di prevenzione e protezione e a elaborare il programma di misure per il miglioramento nel tempo;

Pericolo: proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore avente il potenziale di causare danni;

Rischio: probabilità del livello potenziale di danno nelle condizioni d'impiego o esposizione a un dato fattore/agente;

Unità produttiva: *stabilimento/struttura finalizzati a produzione/erogazione di beni/servizi, con autonomia finanziaria e tecnico funzionale;*

Formazione: *processo educativo per fare acquisire, ai lavoratori e altri, competenze per lo svolgimento in sicurezza dei compiti e l'identificazione, riduzione e gestione dei rischi;*

Informazione: *complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili all'identificazione, riduzione e gestione dei rischi;*

Addestramento: *diretto a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale, e le procedure di lavoro.*

STRUTTURA DEL D.LGS N. 81/2008

Composto da **306 articoli** (alcuni abrogati, altri aggiunti con bis, ter, ecc.), **13+1 Titoli** e **51 Allegati**.



Titolo I Principi comuni (art. 1 ÷ 61) + 3 Allegati (I ÷ III) *disciplina tutti i settori di attività del campo di applicazione;*

Titolo II Luoghi di lavoro (art. 62 ÷ 68) + 1 Allegato (IV);

Titolo III Uso delle attrezzature di lavoro e dispositivi di protezione individuale (art. 69 ÷ 87) e 5 Allegati (V ÷ IX) - (*attrezzature di lavoro, D.P.I., impianti e apparecchiature elettriche*);

Titolo IV Cantieri temporanei o mobili (art. 88 ÷ 160) + 14 Allegati (X ÷ XXIII);

Titolo V Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro (artt. 161 ÷ 166) + 9 Allegati (XXIV ÷ XXXII);

Titolo VI Movimentazione manuale dei carichi (art. 167 ÷ 171) + 1 Allegato (XXXIII);

- Titolo VII Attrezzature munite di videotermini** (art. 172 ÷ 179) + 1 Allegato (XXXIV);
- Titolo VIII Agenti fisici** (art. 180 ÷ 220) + 3 Allegati (XXXV ÷ XXXVII) (*rumore, vibrazioni, campi elettromagnetici, radiazioni ottiche artificiali*);
- Titolo IX Sostanze pericolose** (art. 221 ÷ 265) + 6 Allegati (XXXVIII ÷ XLIII) (*agenti chimici, cancerogeni e mutageni, amianto*);
- Titolo X Agenti biologici** (art. 266 ÷ 286) + 5 Allegati (XLIV ÷ XLVIII);
- Titolo X-Bis Protezione dalle ferite da taglio e da punta nel settore ospedaliero e sanitario** (art. 286 bis ÷ 286 septies);
- Titolo XI Atmosfere esplosive** (art. 287 ÷ 297) + 3 Allegati (XLIX ÷ LI);
- Titolo XII Disposizioni in materia penale e di procedura penale** (art. 298 ÷ 303) *Contengono disposizioni penali e sanzioni anche la parti finali (in genere Capi) dei Titoli da I ÷ XI;*
- Titolo XIII Norme transitorie e finali** (art. 304 ÷ 306).

ART. 46 DEL D.LGS N. 81/2008 - PREVENZIONE INCENDI

- ✓ **Prevenzione incendi**: funzione di preminente interesse pubblico, di esclusiva competenza statale, diretta a conseguire, secondo criteri uniformi sul territorio nazionale, obiettivi di sicurezza **vita** umana, incolumità persone e tutela di **beni** e **ambiente**.¹⁹
- ✓ Nei luoghi di lavoro devono essere **adottate idonee misure per prevenire gli incendi** e tutelare l'incolumità dei lavoratori.
- ✓ Ogni **disposizione di prevenzione incendi** del D.lgs 81/2008 deve essere **riferita al C.N.VV.F.** Restano ferme le competenze di cui all'art. 13 (Vigilanza).



¹⁹ Definizione simile riportata all'art. 13, comma 1 del D.Lgs 8 marzo 2006, n. 139.

- ✓ I Ministri dell'interno e del lavoro devono adottare **decreti**²⁰ nei quali sono definiti i criteri per individuare:
 - *misure per evitare un incendio e limitarne le conseguenze;*
 - *misure precauzionali di esercizio;*
 - *metodi di controllo, manutenzione impianti e attrezzature antincendio;*
 - *criteri per la gestione delle emergenze;*
 - *caratteristiche del servizio di prevenzione e protezione antincendio, compresi i requisiti degli addetti e la formazione.*
- ✓ Fino all'adozione dei decreti si applicava il [D.M. 10 marzo 1998](#).

²⁰ Sono stati emanati i **tre decreti** [D.M. 1° settembre 2021](#) (cd. «Decreto **Controlli**»), [D.M. 2 settembre 2021](#) (cd. «Decreto **GSA**») e [D.M. 3 settembre 2021](#) (cd. «Decreto **Minicodice**») che hanno sostituito e abrogato il D.M. 10 marzo 1998 a decorrere dal 29 ottobre 2022.

ART. 13 DEL D.LGS N. 81/2008 - VIGILANZA

*La vigilanza sull'applicazione della legislazione in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro è svolta dalla azienda sanitaria locale e, **per quanto di specifica competenza, dal Corpo nazionale dei vigili del fuoco***²¹ ...



²¹ **Art. 19, comma 1 del D.Lgs n. 139/2006 (Vigilanza ispettiva)** - Il Corpo nazionale esercita, con i poteri di polizia amministrativa e giudiziaria, la vigilanza ispettiva sull'applicazione della normativa di prevenzione incendi in relazione alle attività, costruzioni, impianti, apparecchiature e prodotti ad essa assoggettati nonché nei luoghi di lavoro ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. La vigilanza ispettiva si realizza attraverso visite tecniche, verifiche e controlli disposti di iniziativa dello stesso Corpo, anche con metodo a campione o in base a programmi settoriali per categorie di attività o prodotti, ovvero nelle ipotesi di situazioni di potenziale pericolo segnalate o comunque rilevate. Nell'esercizio dell'attività di vigilanza ispettiva, il Corpo nazionale può avvalersi di amministrazioni, enti, istituti, laboratori e organismi aventi specifica competenza.

DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEI RISCHI (DVR)

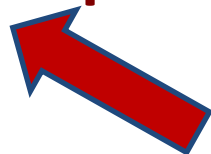
La **valutazione** di tutti i **rischi** (*art. 17.1.a*) con elaborazione del **DVR** (*art. 28*) è **effettuata** dal **datore di lavoro** (*non delegabile*). Il DVR deve contenere:



- **Relazione** sulla valutazione di tutti i rischi;
- Indicazione **misure di prevenzione, protezione** e **DPI** adottati;
- Misure per il **miglioramento nel tempo** dei livelli di sicurezza;
- Individuazione delle **procedure per l'attuazione** delle misure;
- Indicazione del **RSPP, RLS, medico competente**;
- Individuazione mansioni che espongono i **lavoratori** a **rischi specifici** che richiedono adeguata formazione e addestramento.

ALCUNI RISCHI

- Movimentazione manuali carichi
- Videoterminali
- Rumore
- Vibrazioni
- Campi elettromagnetici
- Radiazioni ionizzanti
- Agenti chimici, biologici
- Agenti cancerogeni e mutageni
- Amianto
- **Atmosfere esplosive**
- **Incendio**



I VECCHI CRITERI DEL DM 10 MARZO 1998

Emanato in attuazione dell'art. 13 del D.Lgs n. 626/1994²², **abrogato** a decorrere dal 29 ottobre 2022.



Contiene **criteri per la valutazione dello specifico rischio d'incendio**²³ per l'adozione delle misure di:

- **prevenzione** al fine di ridurre l'insorgenza di un incendio;
- **protezione** antincendio al fine di limitarne le conseguenze.

Strumento per i datori di lavoro **adattabile** a varie attività per verificare, organizzare e gestire la sicurezza antincendio.

²² Il nuovo riferimento è l'**art. 46, comma 3 del D.lgs. n. 81/2008**. In genere tutti i riferimenti al D.Lgs n. 626/94 devono intendersi riferiti all'analogo argomento trattato nel D.lgs. n. 81/2008.

²³ Il nuovo riferimento è l'art. 62 - Titolo II del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

STRUTTURA DEL DM 10 MARZO 1998

Composto da **9 articoli** e **10 Allegati**.

- **Allegato I (linee guida)**: linee guida per la valutazione dei rischi di incendio nei luoghi di lavoro.
- **Allegato II (prevenzione)**: ridurre la probabilità di un incendio.
- **Allegato III²⁴ (vie di uscita)**: realizzare vie e uscite di emergenza previste dal D.lgs n. 81/2008 per garantire l'esodo in sicurezza.
- **Allegato IV²⁵ (rivelazione e allarme)**: realizzare misure per una rapida segnalazione dell'incendio per garantire l'attivazione di sistemi di allarme e procedure d'intervento.



²⁴ Non si applicava alle attività soggette a controllo VVF.

²⁵ Non si applicava alle attività soggette a controllo VVF.

- **Allegato V²⁶ (protezione)**: assicurare l'estinzione di un incendio.
- **Allegato VI (manutenzione)**: garantire l'efficienza dei sistemi di protezione antincendio.
- **Allegato VII (informazione e formazione)**: fornire ai lavoratori adeguata informazione e formazione sui rischi d'incendio.
- **Allegato VIII (gestione dell'emergenza)**: adottare necessarie misure organizzative e gestionali da attuare in caso di incendio riportandole nel piano di emergenza.
- **Allegato IX (corsi di formazione per addetti antincendio)**: designare i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze.

²⁶ Non si applicava alle attività soggette a controllo VVF.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO INCENDIO NEI LUOGHI DI LAVORO

L'**Allegato I** (*linee guida*) del DM 10/3/1998, pur **non escludendo altre metodologie**, stabilisce criteri generali per la **valutazione del rischio incendio**.



La **valutazione dei rischi** e le misure di **prevenzione** e **protezione** sono parte del **DVR**.

Il **livello di rischio** del luogo di lavoro o **parti** di esso è classificato in:

- ✓ Livello di rischio **elevato**.
- ✓ Livello di rischio **medio**.
- ✓ Livello di rischio **basso**.

MISURE ALL'ESITO DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI D'INCENDIO

All'esito della valutazione dei rischi d'incendio, il datore di lavoro adotta le misure, **descritte negli allegati** al decreto:

- Preventive;
- Protettive;
- Precauzionali di esercizio;
- Gestione dell'emergenza;
- Addetti al servizio antincendio.

DM 10/3/1998 E ATTIVITÀ SOGGETTE A CONTROLLO VVF

Non si applicano a **attività soggette** a controllo VVF le disposizioni:

- **Vie di esodo** (allegato III)
- **Sistemi di segnalazione e allarme** (allegato IV)
- **Estinzione** (allegato V)



Per tali attività le misure devono conformarsi alle norme specifiche, ove esistenti, o ai criteri generali di prevenzione incendi.

Possono costituire comunque **utile riferimento** anche nell'ambito delle attività soggette a controllo VVF, se l'attività non è disciplinata da specifica disposizione di prevenzione incendi.

Ciò è anche stato chiarito con **Circolare 8/7/1998, n. 16 MI.SA.**

I TRE DECRETI

I tre decreti

Le disposizioni del D.M. 10 marzo 1998 sono state completamente abrogate a decorrere dal 29 ottobre 2022 e sostituite dai **tre decreti** emanati in attuazione dell'**art. 46, comma 3** del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81:

- [D.M. 1° settembre 2021](#) (cd. «Decreto Controlli») **a.3**;
- [D.M. 2 settembre 2021](#) (cd. «Decreto GSA») **a.4 + b**;
- [D.M. 3 settembre 2021](#) (cd. «Decreto Minicodice») **a.1 + a.2**.

L'articolo 46, comma 3

I tre decreti, ai sensi dell'**art. 46, comma 3** del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, hanno definito i criteri per individuare:

- a.1)** misure per evitare l'insorgere di un incendio ed a limitarne le conseguenze;
- a.2)** misure precauzionali di esercizio;
- a.3)** metodi di controllo e manutenzione dei presidi antincendio;
- a.4)** gestione delle emergenze;
- b)** caratteristiche del servizio di prevenzione e protezione antincendio compresi requisiti e formazione del personale.

Riferimento antincendio per attività non normate

Per molto tempo il D.M. 10 marzo 1998 ha costituito il **principale riferimento antincendio** delle c.d. attività «**non normate**».

In particolare, è stato utilizzato come strumento progettuale per le «attività soggette» non dotate di specifica regola tecnica.

Questo nonostante l'art. 3 avesse stabilito che le disposizioni relative a **vie d'esodo**, sistemi di **segnalazione e allarme** e sull'**estinzione** non si applicavano alle «attività soggette».

In tal modo limitandone l'applicazione solamente alle **misure di prevenzione** (allegato II), all'attività di **controllo e manutenzione** (allegato VI) e all'**informazione e formazione** (allegato VII).

Lunga applicazione del D.M. 10 marzo 1998

Il D.M. 10/3/1998, emanato in attuazione dell'art. 13, comma 1, del **D.Lgs. n. 626/1994**, ha continuato ad essere **applicato anche dopo l'abrogazione** del decreto ad opera del D.Lgs. n. 81/2008.

Infatti, l'art. 46, comma 4 del D.Lgs. n. 81/2008 stabiliva che fino all'adozione dei decreti di cui al comma 3 dell'art. 46 continuavano ad applicarsi i criteri generali di cui al D.M. 10/3/1998.

Dopo un ampio lasso di tempo (*oltre 14 anni dall'entrata in vigore del D.Lgs. n. 81/2008, che comunque testimonia la validità del vecchio provvedimento*), si è pervenuti all'aggiornamento con i tre decreti, che hanno tenuto conto anche della nuova metodologia di progettazione introdotta dal Codice di p.i.

Innovazioni

I tre decreti 1, 2 e 3 settembre 2021, emanati ai sensi dell'art. 46, comma 3 del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, hanno introdotto **importanti innovazioni** rispetto alla vecchia disciplina inerente ai criteri di sicurezza antincendio e alla gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.



Decreto Controlli

Per quanto concerne metodi di controllo e manutenzione dei presidi antincendio, una delle innovazioni più rilevanti introdotte dal «Decreto controlli» riguarda la **qualificazione dei tecnici manutentori**, che viene stabilita in maniera più oggettiva e rigorosa per definire il personale *«competente e qualificato»*.



Infatti, le precedenti disposizioni di cui al D.M. 10 marzo 1998 non indicavano i requisiti richiesti al personale incaricato, genericamente definito competente e qualificato.

Decreto GSA

Relativamente ai criteri per la gestione delle emergenze, il «Decreto GSA» fornisce, tra le altre cose, le indicazioni relative a:



- **informazione e formazione** dei lavoratori;
- aggiornamento e modalità di designazione degli **addetti antincendio**.
- Introduce un'importante innovazione rappresentata dalla **qualificazione e requisiti richiesti per i docenti** dei corsi di formazione ed aggiornamento degli addetti antincendio, con obbligo di abilitazione attraverso specifici percorsi formativi.

Decreto minicodice

Per tutti i luoghi di lavoro, tranne i cantieri, il «[Decreto minicodice](#)» individua un **quadro completo** di regole tecniche comprendente tutti i casi possibili:



- **Regole tecniche di prevenzione incendi:** luoghi di lavoro dotati di specifica regola tecnica verticale;
- **Minicodice:** luoghi di lavoro a «basso rischio di incendio²⁷»;
- **Codice di prevenzione incendi:** luoghi di lavoro non dotati di specifica regola tecnica e non «a basso rischio di incendio».

²⁷ Attività non soggette ai controlli di prevenzione incendi, non dotati di specifica regola tecnica verticale e aventi affollamento fino a 100 occupanti, superficie lorda fino a 1000 m², piani a quota tra -5 m e 24 m, carico d'incendio specifico di progetto fino a 900 MJ/m², ove non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative e non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.

PREVENZIONE INCENDI

È orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente.

Le azioni **Preventive e Protettive** non devono essere considerate alternative ma **complementari** tra loro.



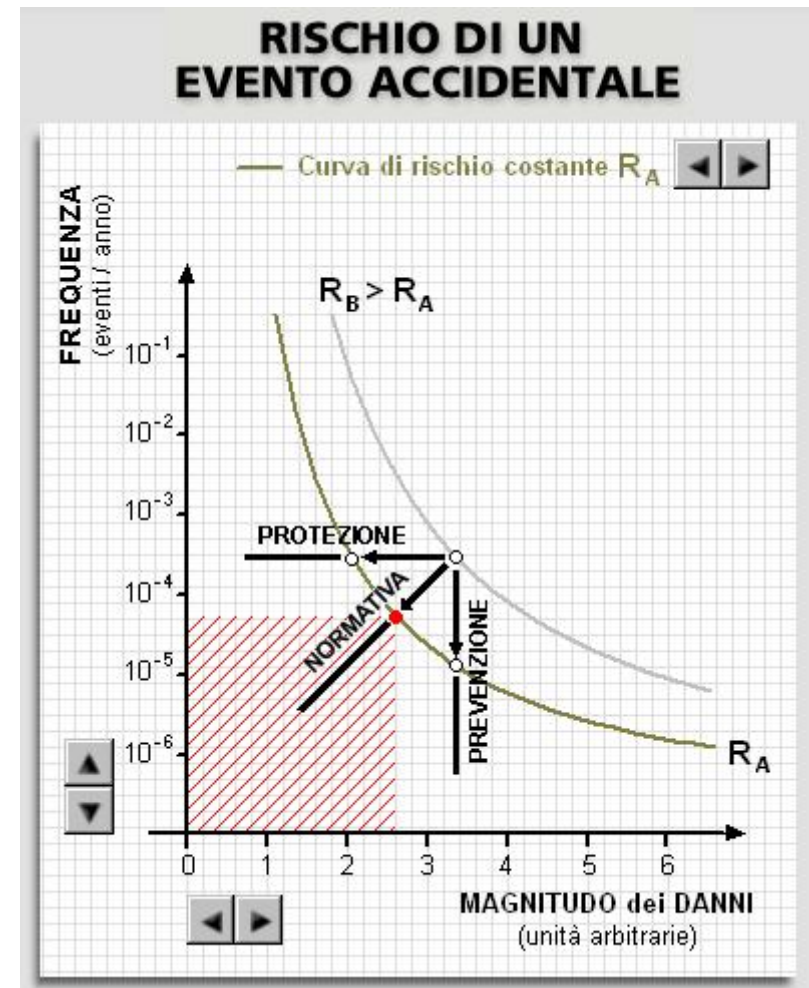
IL RISCHIO

Il **Rischio (R)** di un evento incidentale è il prodotto di 2 fattori:

- ✓ **Frequenza (F)**, probabilità che l'evento si verifichi in un dato tempo.
- ✓ **Magnitudo (M)**, l'entità dei danni conseguenti.

$$R = F \times M$$

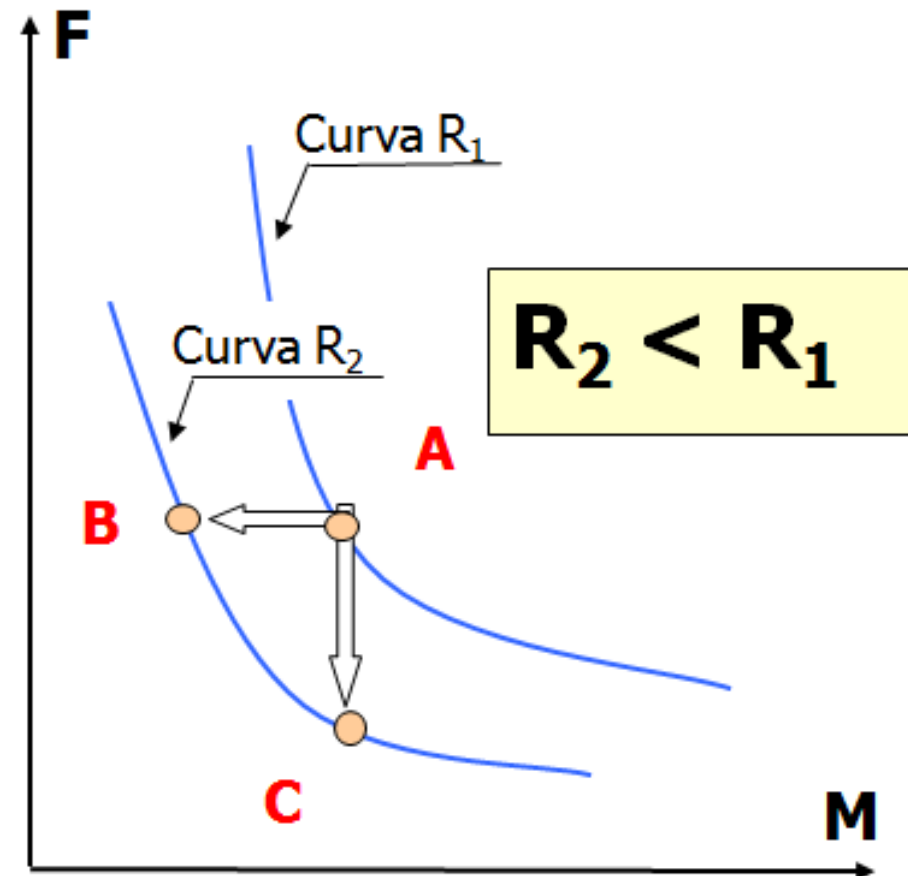
Dalla formula si vede che se si riduce frequenza, magnitudo o entrambe, si riduce il rischio.



Rappresentazione grafica del rischio

La formula ($R = F \times M$) viene graficamente riportata nel diagramma ove appare evidente lo scopo nell'adottare le misure di prevenzione e protezione.

Dal punto di vista matematico il Rischio è rappresentato (in maniera molto schematica e tralasciando altri fattori), da una funzione «Iperbole» rappresentata sugli assi Frequenza-Magnitudo.

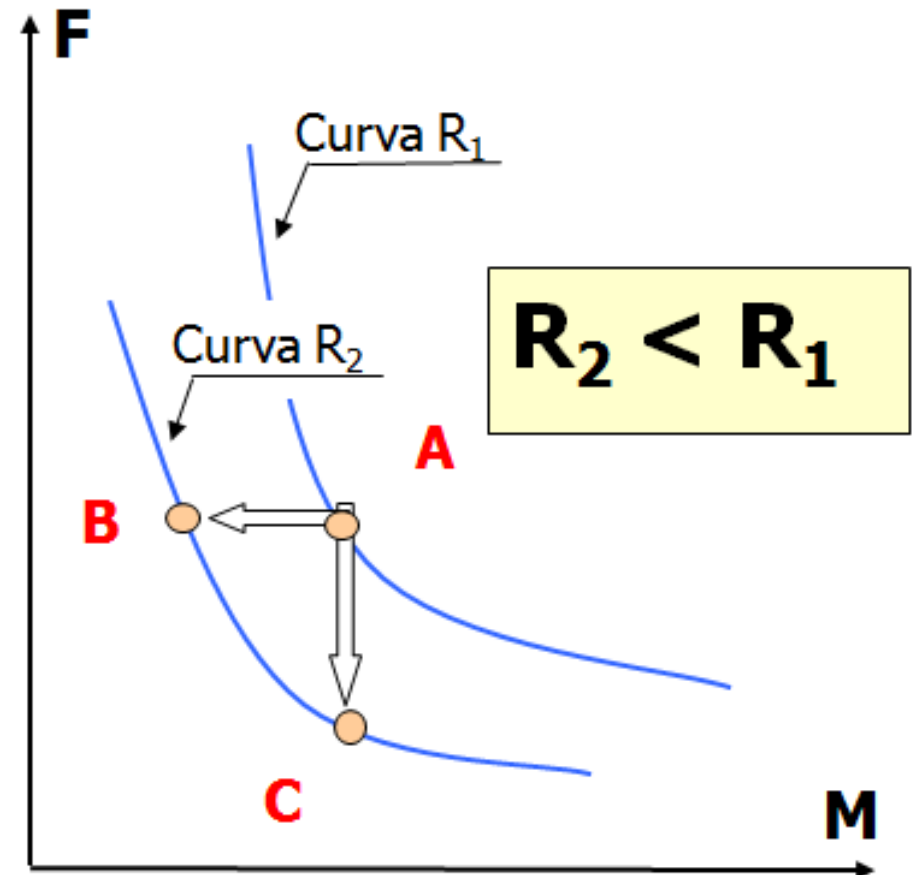


Ridurre il rischio R significa passare dalla curva R_1 alla curva R_2

*In particolare, **agendo su:***

- **«Prevenzione»** *diminuisce la «Frequenza»* (percorso $A \Rightarrow C$)
- **«Protezione»** *diminuisce la «Magnitudo»* (percorso $A \Rightarrow B$)

In entrambi i casi (o solamente con la prevenzione o solamente con la protezione), conseguiamo l'obiettivo di ridurre il «Rischio», ma l'azione più efficace è quella di agire contemporaneamente con l'adozione di misure sia di «Prevenzione» che di «Protezione».



Il controllo e la gestione del rischio

Nel diagramma è rappresentata la possibilità di gestire un rischio attraverso l'adozione di misure di tipo Preventivo o Pro-tettivo.

Riduzione del rischio mediante:

✓ **riduzione della frequenza**
⇒ «**prevenzione**»;

✓ **riduzione della magnitudo** ⇒ «**protezione**»
(di tipo **attivo** o **passivo**).

Probabilità				
Elevata		←	AREA DI RISCHIO INACCETTABILE	
Medio Alta		←		
Medio Bassa			↓ PREVENZIONE ↓	
Bassissima				
Magnitudo	Trascurabile	Modesta	Notevole	Ingente

I PROFILI DI RISCHIO DELLE ATTIVITÀ

Per identificare e descrivere il rischio d'incendio riferito alla «**salvaguardia della vita umana**» si utilizzano due parametri fondamentali relativi a:

- ✓ caratteristica degli **occupanti** (δ_{occ});
- ✓ velocità di crescita dell'**incendio** (δ_{α}).

Questi identificano il **profilo** di rischio $R_{vita}^{(28)} = f(\delta_{occ}, \delta_{\alpha})^{(29)}$ sono classificati secondo criteri consolidati.

²⁸ Riferimenti ISO/TR 16738:2009 e BS 9999 «Section 2 - Risk profiles and assessing risk».

²⁹ Riferimento [Codice di prevenzione incendi](#), capitolo G3) «Determinazione dei profili di rischio delle attività».

PROFILO DI RISCHIO R_{vita}

È attribuito in relazione ai fattori:

- ✓ δ_{occ} : caratteristiche *prevalenti* degli **occupanti** che si trovano nel compartimento antincendio.
- ✓ δ_{α} : velocità caratteristica *prevalente* di **crescita dell'incendio** riferita al tempo t_{α} impiegato dalla potenza termica per raggiungere 1000 kW.



Per «*prevalenti*» si intendono le caratteristiche più rappresentative del rischio in qualsiasi condizione d'esercizio.

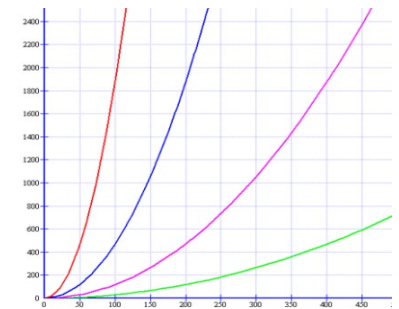
Cosa si intende per «prevalenti»

- **Occupanti:** si intendono quelli che per numerosità e tipologia sono più rappresentativi dell'attività svolta nell'ambito considerato in qualsiasi condizione d'esercizio.



Es: un ufficio in cui vi sia modesta presenza solo occasionale e di breve durata di pubblico può essere classificato $\delta_{occ} = A$.

- Velocità di **crescita dell'incendio**: quella più rappresentativa del rischio d'incendio in qualsiasi condizione d'esercizio.



Es: la presenza di limitate quantità di prodotti infiammabili per la pulizia adeguatamente stoccati non è significativa.

δ_{occ} : CARATTERISTICHE DEGLI OCCUPANTI



A) Familiarità *(Scuole, attività produttive, ...)*

A-B) SVEGLI

B) Non familiarità *(Centro commerciale, cinema, ...)*

C) ADDORMENTATI *(Alberghi ...)*

D) DEGENTI *(Ospedali ...)*

E) IN TRANSITO *(Stazioni ...)*

$$\delta_{occ} = A$$

**Gli occupanti sono in stato di veglia
e hanno familiarità con l'edificio**

Esempi⁽³⁰⁾:

*Ufficio non aperto al pubblico, scuola,
autorimessa privata, attività produt-
tive in genere, depositi, capannoni in-
dustriali.*



³⁰ Gli esempi forniti dal Codice nelle tabelle G.3-1 e G.3-2 per δ_{occ} e δ_{α} sono indicativi e non esaustivi.

$$\delta_{occ} = B$$

**Gli occupanti sono in stato di veglia
e non hanno familiarità con l'edificio**

Esempi:

Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo.



$$\delta_{occ} = C$$

Gli occupanti possono essere addormentati

C_i in attività **individuale** di **lunga** durata

C_{ii} in attività **gestita** di **lunga** durata

C_{iii} in attività **gestita** di **breve** durata



Esempi:

C_i : Civile abitazione;

C_{ii} : Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti;

C_{iii} : Albergo, rifugio alpino.

$$\delta_{occ} = D$$

Gli occupanti ricevono cure mediche

Esempi:

Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria.



$$\delta_{occ} = E$$

Occupanti in transito

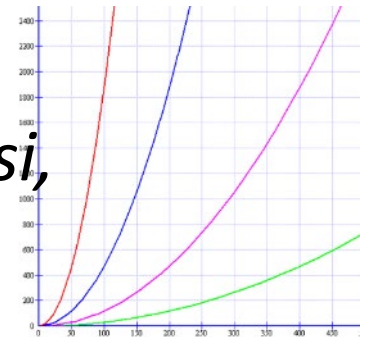
Esempi:

Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana.



δ_α : CARATTERISTICHE DELL'INCENDIO

- 1) **Lenta** ($t_\alpha = 600$ s) *(Materiali che contribuiscono in modo trascurabile ...)*
- 2) **Media** ($t_\alpha = 300$ s) *(Materiali che contribuiscono in modo moderato ...)*
- 3) **Rapida** ($t_\alpha = 150$ s) *(Materiali plastici impilati, tessili sintetici ...)*
- 4) **Ultra-rapida** ($t_\alpha = 75$ s) *(Materiali plastici espansi, sostanze pericolose, ...)*



t_α : Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio, è il tempo per raggiungere $RHR = 1$ MW.

$$\delta_{\alpha} = 1$$

Velocità di crescita dell'incendio «Lenta» ($t_{\alpha} = 600$ s)

Criteri:

- *con carico d'incendio limitato,*
- *oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.*



$$\delta_{\alpha} = 2$$

Velocità di crescita dell'incendio «Media» ($t_{\alpha} = 300$ s)

Criteri:

- *ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.*



$$\delta_{\alpha} = 3$$

Velocità di crescita dell'incendio «Rapida» ($t_{\alpha} = 150$ s)

Criteri:

- *con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, tessili sintetici, apparecchiature elettriche, ...;*
- *ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili ...;*
- *impianti con significative quantità di combustibili;*
- *contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.*



$$\delta_{\alpha} = 4$$

Velocità di crescita dell'incendio «Ultra-rapida» ($t_{\alpha} = 75$ s)

Criteri:

- *ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili ...;*
- *ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.*



DETERMINAZIONE DI R_{vita} (combinazione di δ_{occ} e δ_{α})

Caratteristiche degli occupanti δ_{occ}		Velocità dell'incendio δ_{α}			
		1 lenta	2 media	3 rapida	4 ultra-rapida
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	A1	A2	A3	A4
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	B1	B2	B3	N.A. [1]
C	Gli occupanti possono essere addormentati	C1	C2	C3	N.A. [1]
Ci	- in attività individuale di lunga durata	C _i 1	C _i 2	C _i 3	N.A. [1]
Cii	- in attività gestita di lunga durata	C _{ii} 1	C _{ii} 2	C _{ii} 3	N.A. [1]
Ciii	- in attività gestita di breve durata	C _{iii} 1	C _{iii} 2	C _{iii} 3	N.A. [1]
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	D1	D2	N.A. [1]	N.A.
E	Occupanti in transito	E1	E2	E3	N.A. [1]

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_{α} può essere ridotto di un livello se l'attività è servita da misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V.

[2] Quando nel documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3

Profili di rischio R_{vita} (δ_{occ} , δ_{α}) - alcuni esempi

- Palestra scolastica: A1
- Autorimessa privata / pubblica: A2 / B2
- Uffici non aperti / aperti al pubblico: A2-A3 / B2-B3
- Attività produttive, artigianali, officine, ...: A1-A4
- Depositi sostanze o miscele pericolose: A4
- Attività commerciale non aperta/aperta al pubbl.: A1-A4/B1-B4
- Ristoranti, ambulatori medici: B1-B2
- Attività commerciali, espositive, di spettacolo: B2-B3
- Alberghi, ...: C_{iii}2-C_{iii}3
- Ospedali, ...: D2
- Stazioni, metropolitane, ...: E2

LE MISURE DI PREVENZIONE

Sicurezza impianti tecnologici e di servizio

- **Impianti** tecnologici e di servizio progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti **a regola d'arte**, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili.



Misure di tipo organizzativo-gestionale

- Specifiche **misure di prevenzione** incendi;
- **Accorgimenti comportamentali** per prevenire gli incendi.



SICUREZZA IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

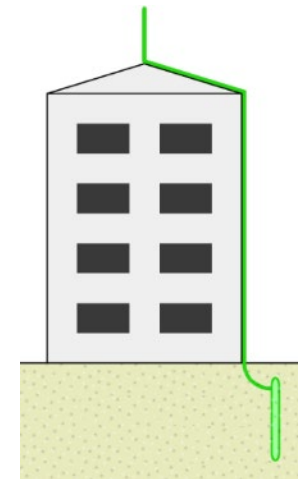
Il Codice riporta un **elenco**, non esaustivo, di **impianti tecnologici e di servizio** che devono essere considerati **ai fini della sicurezza antincendio**.

Per gli **impianti inseriti nel processo produttivo** dell'attività deve essere effettuata la **valutazione del rischio** d'incendio e esplosione e prevedendo adeguate misure di tipo **preventivo, protettivo e gestionale**, in accordo con gli obiettivi di sicurezza.



Impianti da considerare ai fini della sicurezza antincendio

- Impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'**energia elettrica**;
- Protezione contro le **scariche atmosferiche**;
- Impianti di **sollevamento**/trasporto di cose e persone (*ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili*).



... segue

- Impianti di deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di **solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti.**



- Impianti di **riscaldamento, climatizzazione, condizionamento e refrigerazione**, comprese opere di **evacuazione** prodotti della combustione e di ventilazione e **aerazione** locali.



- Controllo delle **esplosioni.**



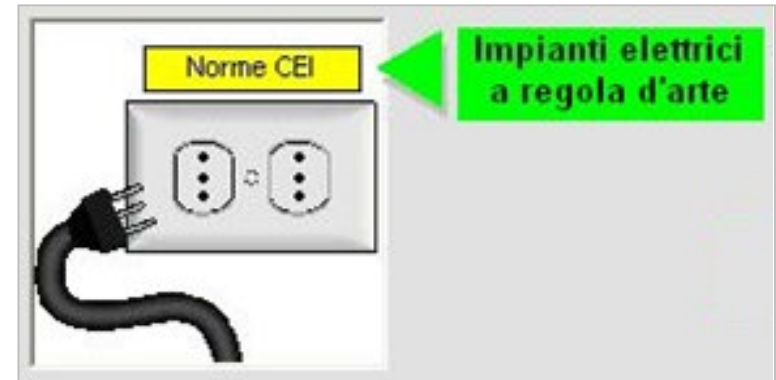
- Impianti **fotovoltaici.**



Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte

Misura di prevenzione molto importante.

Realizzazione di **impianti** elettrici **a regola d'arte** ([D.M. sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, norme CEI](#)).



Consegue lo **scopo** di **ridurre** le **probabilità d'incendio**, evitando che l'impianto elettrico costituisca causa d'innescio.

Messa a terra

La **messa a terra** di impianti, serbatoi, masse metalliche in genere serve a **evitare la formazione di cariche elettrostatiche** che si producono per motivi di vario tipo (*strofinio, correnti vaganti ecc.*).



Protezione contro le scariche atmosferiche

Per tutte le attività deve essere eseguita una valutazione dei **rischi da fulminazione**.

Sulla base dei risultati della valutazione del rischio di fulminazione, gli impianti di **protezione** contro le **scariche atmosferiche** devono essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche.



La valutazione del rischio di fulminazione su un edificio o un impianto, prevista dall'art. 80 del D.Lgs n. 81/2008 nell'ambito della più generale valutazione del rischio elettrico, è trattata dalla norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2). Si determina il rischio (R) di fulminazione rispetto al rischio tollerabile (RT):

- *Se $R < RT$ la struttura si definisce «auto protetta» e non è necessario installare sistemi di protezione contro i fulmini;*
- *Se $R > RT$ dovranno essere adottate idonee misure di protezione (es. captatori, gabbie di Faraday, scaricatori, ecc.).*



Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone

Tutti gli **impianti di sollevamento** e trasporto di cose e persone **non** specificatamente **progettati** per funzionare in caso di incendio, devono essere dotati di **accorgimenti** gestionali, organizzativi e tecnici che ne **impe-
discano l'utilizzo in caso di emergenza**.



*es. ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marcia-
piedi mobili, ecc.*

Ventilazione dei locali

La ventilazione naturale o artificiale di un ambiente dove possono accumularsi vapori, gas o polveri infiammabili **previene che si formino concentrazioni** pericolose.



DISPOSITIVI DI SICUREZZA

Sono richiesti in alcuni impianti o depositi pericolosi come specifica misura di prevenzione.

(es. **depositi di gas** infiammabili, **impianti di distribuzione** carburanti gassosi o liquidi, ecc.).



MISURE DI TIPO ORGANIZZATIVO-GESTIONALE

Le misure di **prevenzione** degli incendi devono essere individuate nella prima fase della valutazione del rischio.

Per ciascun elemento identificato come pericoloso ai fini antincendio, è necessario valutare se esso possa essere eliminato, ridotto, sostituito, separato o protetto da altre parti dell'attività.

Nell'ambito delle misure di prevenzione si possono individuare:

- le **specifiche misure** di prevenzione incendi³¹;
- gli **accorgimenti comportamentali** per prevenire gli incendi.

³¹ Riferimento capitolo S.5.5 del Codice di prevenzione incendi.

SPECIFICHE MISURE DI PREVENZIONE INCENDI

- ✓ **Pulizia dei luoghi** ed ordine;
- ✓ Riduzione degli **inneschi**;
- ✓ Riduzione del **carico di incendio**;
- ✓ Riduzione della **velocità di propagazione** dell'incendio;
- ✓ **Controllo e manutenzione** dei presidi antincendio;
- ✓ **Controllo degli accessi** e sorveglianza;
- ✓ **Gestione dei lavori di manutenzione** o modifica dell'attività;
- ✓ **Informazione e formazione** del personale;
- ✓ **Segnaletica** di sicurezza.

Pulizia dei luoghi ed ordine

La pulizia dei luoghi e l'ordine sono azioni elementari da adottare ai fini della **riduzione** sostanziale:

- della **probabilità di innesco** di incendi
(es. riduzione delle polveri, dei materiali stoccati scorrettamente o al di fuori dei locali deputati, ...);
- della **velocità di crescita** dei focolari
(es. la stessa quantità di carta correttamente archiviata in armadi metallici riduce la velocità di propagazione dell'incendio).

Riduzione degli inneschi

Devono essere identificate e controllate le potenziali sorgenti di innesco come ad esempio:

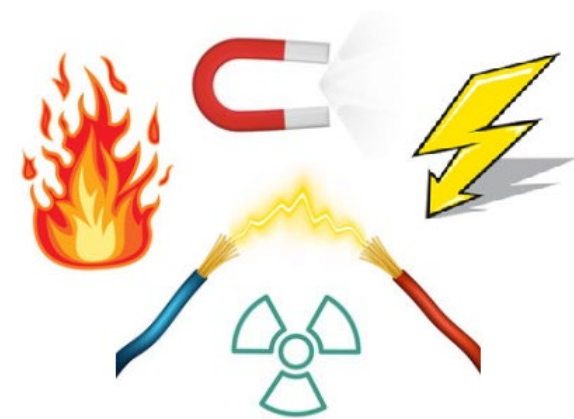
- uso di **fiamme libere** non autorizzato,
- **fumo** in aree ove sia vietato,
- **apparecchiature elettriche** malfunzionanti o impropriamente impiegate,
- ecc.

a tal fine si può far riferimento anche agli inneschi definiti al capitolo V.2 del [Codice di prevenzione incendi](#).

Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

I pericoli di innesco sono strettamente legati a

✓ Presenza di **sorgenti di accensione**.

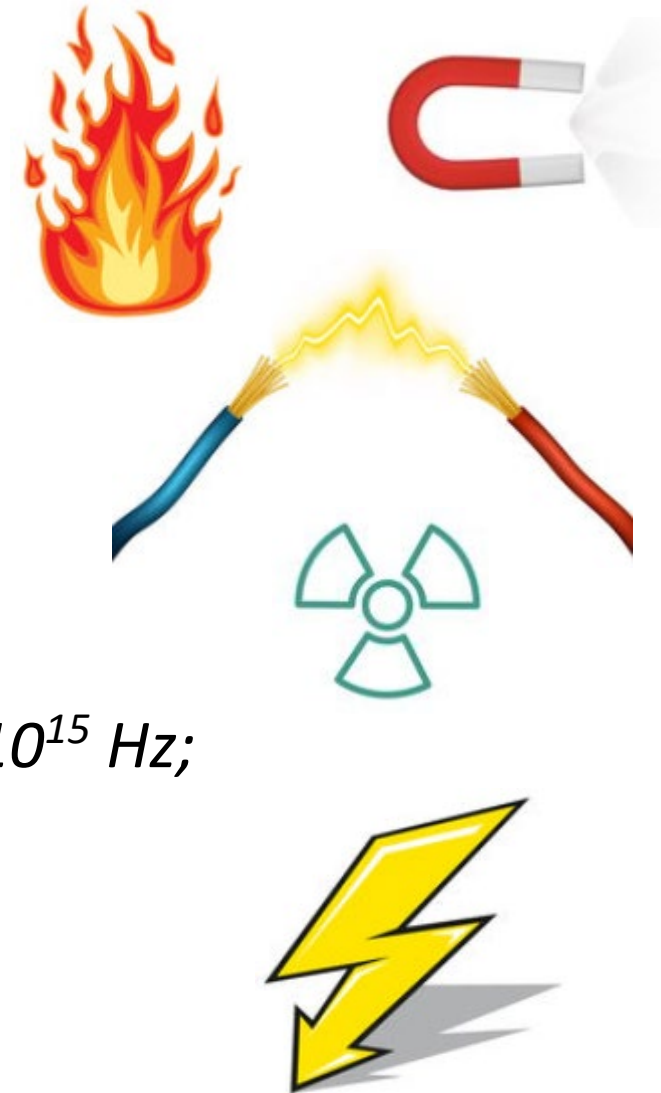


✓ **Proprietà di accensione** delle miscele.



Sorgenti di accensione (UNI EN 1127-1)

- *Superfici calde;*
- *Fiamme, gas, particelle calde;*
- *Scintille di origine meccanica;*
- *Materiale ed impianti elettrici;*
- *Correnti vaganti, protezione catodica;*
- *Elettricità statica;*
- *Fulmini;*
- *Radio frequenze da 10^4 Hz a $3 \cdot 10^{11}$ Hz;*
- *Onde elettromagnetiche da $3 \cdot 10^{11}$ Hz a $3 \cdot 10^{15}$ Hz;*
- *Radiazioni ionizzanti;*
- *Ultrasuoni;*
- *Compressione adiabatica ed onde d'urto;*
- *Reazioni esotermiche.*



Classificazione delle sorgenti di accensione

La possibilità di accensione di una atmosfera esplosiva è strettamente dipendente dalla **frequenza** con cui le **sorgenti di accensione** vengono a contatto con la miscela esplosiva.



In base a **come possono manifestarsi** si classificano:

- ✓ **frequentemente** ⁽³²⁾ ⇒ durante il **normale funzionamento**;
o **continuamente**
- ✓ **raramente** ⇒ a seguito di **disfunzioni previste**;
- ✓ **molto raramente** ⇒ a seguito di **disfunzioni molto rare**.

³² Nelle zone classificate (0,1,2; 20,21,22) non sono consentite attrezzature con inneschi frequenti o continui.

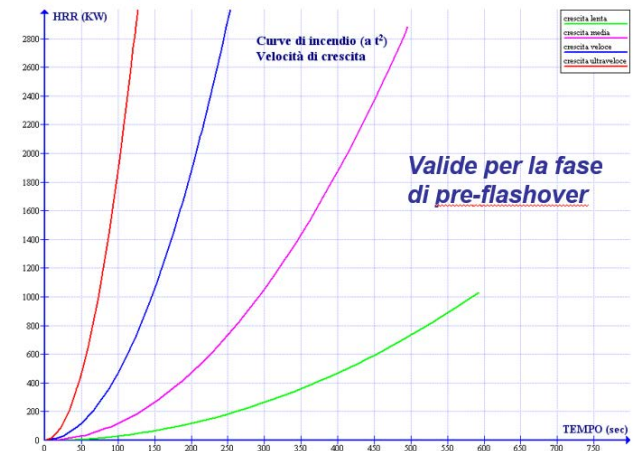
Riduzione del carico di incendio

Le conseguenze di un incendio possono essere ridotte **limitando** le quantità di **materiali combustibili** presenti nell'attività al minimo indispensabile per l'esercizio.



Riduzione della velocità di propagazione dell'incendio

La **sostituzione** di materiali combustibili con **velocità di propagazione** dell'incendio **rapida**, con altri **con velocità più lenta** consente di allungare il tempo disponibile per l'esodo.



Controllo e manutenzione dei presidi antincendio

La manutenzione è una **misura** generale di **tutela dei lavoratori** ai sensi dell'**art. 15, comma 1, lett. z)** del D.Lgs. n. 81/2008.

L'**art. 64 co. 1, lett. e)** del D.Lgs. n. 81/2008 richiede che impianti e dispositivi di sicurezza per prevenzione o eliminazione dei pericoli, siano sottoposti a regolare **manutenzione** e **controllo**.

La **periodicità della manutenzione** è stabilita in base a:

- norme vigenti;
- regole tecniche volontarie (*UNI, CEI, ecc.*);
- manuale d'uso e manutenzione (*raccomandazioni del produttore*).



Il decreto controlli

Il [D.M. 1° settembre 2021](#), comunemente denominato «Decreto controlli», è il primo di tre decreti adottati ai sensi dell'art. 46, comma 3 dal D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, i quali hanno totalmente aggiornato le disposizioni sulla sicurezza antincendio contenute nel vecchio D.M. 10 marzo 1998,.

Il decreto stabilisce i **criteri generali** da adottare per effettuare il **controllo e la manutenzione** di impianti, attrezzature ed altri sistemi di sicurezza antincendio fissando le procedure generali per qualificare i tecnici manutentori allo svolgimento di tali attività.

Innovazione tecnici manutentori qualificati

L'innovazione più rilevante introdotta dal D.M. 1° settembre 2021 riguarda la **qualificazione dei tecnici manutentori**, stabilita in modo più oggettivo e rigoroso per definire il personale «*competente e qualificato*».



Infatti, le precedenti disposizioni di cui al D.M. 10 marzo 1998 non indicavano i requisiti richiesti al personale incaricato, genericamente definito competente e qualificato.

Innovazione tecnici manutentori qualificati

L'importanza di una affidabile manutenzione risiede nel fatto che gli impianti e le attrezzature antincendio, dovendosi **attivare solo in caso di emergenza**, hanno la caratteristica di essere utilizzati molto raramente e pertanto, al fine di ridurre la probabilità di malfunzionamento, gli stessi **devono essere oggetto di manutenzione e controllo con idonea frequenza**.



Ovviamente, l'utilizzo di **personale qualificato** aumenta la probabilità che la manutenzione e i controlli siano effettuati in modo efficace, assicurando la necessaria funzionalità ed efficienza.

Impianti, attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio

Tra gli *impianti, le attrezzature e gli altri sistemi di sicurezza antincendio* (c.d. **presidi antincendio**) si annoverano:

- estintori portatili e carrellati;
- reti idranti;
- porte tagliafuoco;
- sistemi sprinkler;
- impianti di rivelazione e allarme incendio (IRAI);
- sistemi di allarme vocale per gestione emergenza (EVAC);
- sistemi di spegnimento ad estinguenti gassoso;



... segue

- sistemi di evacuazione naturale di fumo e calore (SENFEC);
- sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFEC);
- sistemi di ventilazione orizzontale di fumo e calore (SVOF);
- sistemi a pressione differenziale (PDS);
- sistemi a schiuma;
- sistemi ad aerosol condensato;
- sistemi a riduzione di ossigeno (ORS);
- sistemi ad acqua nebulizzata (water mist);
- sistemi a polvere.



Manutenzione e controllo a regola d'arte

Il D.M. 1° settembre 2021 stabilisce che la manutenzione e il controllo periodico di impianti, attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio devono essere effettuati secondo la «**regola dell'arte**».



Il D.M. 1° settembre 2021 **estende**, così come il Codice, il campo di applicazione alle **attrezzature e altri sistemi di sicurezza antincendio**, non solo agli impianti.

Sono **esclusi dall'applicazione** del D.M. 1° settembre 2021 gli interventi di **manutenzione straordinaria** relativi agli «*impianti di protezione antincendio*» (v. art. 1, comma 2 del D.M. n. 37/2008).

Manutenzione, controllo, sorveglianza

- ✓ **Manutenzione**: operazione o intervento finalizzato a mantenere in efficienza e buono stato, attrezzature e impianti. Rispetto al D.M. 10/3/1998, nel Decreto controlli non compare distinzione manutenzione «**ordinaria**³³» e «**straordinaria**³⁴».
- ✓ **Controllo** periodico: insieme di operazioni per verificare la completa e corretta funzionalità di attrezzature e impianti.
- ✓ **Sorveglianza**: controllo visivo per verificare che attrezzature e impianti antincendio siano nelle normali condizioni, senza danni materiali evidenti. Può essere effettuata dai lavoratori normalmente presenti adeguatamente istruiti.

³³ Manutenzione ordinaria: si attua in loco con strumenti e attrezzi di uso corrente. Si limita a riparazioni di lieve entità, con materiali di consumo di uso corrente o sostituzione di parti di modesto valore.

³⁴ Manutenzione straordinaria : richiede attrezzature o strumentazioni particolari o comporta sostituzioni o revisioni di intere parti.

Tecnico manutentore qualificato

- ✓ **Tecnico manutentore qualificato**: persona fisica in possesso dei **requisiti tecnico-professionali** (indicati all'allegato II del D.M. 1° settembre 2021). A differenza del D.M. 10 marzo 1998, il Decreto controlli specifica che la manutenzione e i controlli sugli impianti antincendio può essere effettuata solamente da personale tecnico manutentore specificamente qualificato.
- ✓ **Qualifica**: risultato formale di un **processo di valutazione e convalida**. Le modalità di qualificazione dei tecnici manutentori sono dettagliate nell'allegato II del Decreto controlli e prevede la valutazione dei requisiti richiesti.



Manutenzione e controllo

Il datore di lavoro **deve** predisporre un **registro dei controlli**, costantemente aggiornato e disponibile per gli organi di controllo, dove annotare i controlli periodici e interventi di manutenzione sui *presidi antincendio*, secondo le cadenze temporali previste.



L'attività di controllo e manutenzione deve essere svolta a regola d'arte da **tecnici manutentori qualificati**.

È fornito un **elenco delle possibili norme** e TS per la verifica, controllo e manutenzione dei *presidi antincendio*, che forniscono presunzione di conformità alla **regola dell'arte**.

Elenco norme per conformità alla regola dell'arte

- Estintori: UNI 9994-1;
- Impianti sprinkler: UNI EN 12845;
- Reti di idranti: UNI 10779, UNI EN 671-3, UNI EN 12845;
- Impianti di rivelazione e allarme incendio (IRAI): UNI 11224;
- Sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza (EVAC): UNI ISO 7240-19 o UNI CEN/TS 54-32;
- Sistemi di evacuazione fumo e calore: UNI 9494-3;
- Sistemi a pressione differenziale: UNI EN 12101-6;



- Sistemi a polvere: UNI EN 12416-2;
- Sistemi a schiuma: UNI EN 13565-2;
- Sistemi spray ad acqua: UNI CEN/TS 14816;
- Sistemi ad acqua nebulizzata (water mist): UNI EN 14972-1;
- Sistema estinguente ad aerosol condensato: UNI EN 15276-2;
- Sistemi a riduzione di ossigeno: UNI EN 16750;
- Porte e finestre apribili resistenti al fuoco: UNI 11473;
- Sistemi di spegnimento ad estinguente gassoso: UNI 11280; serie delle norme UNI EN 15004.



Esempi di manutenzione, controllo, sorveglianza

Passaggi, corridoi, scale devono essere sorvegliate periodicamente per assicurare il sicuro utilizzo in caso di esodo.



Porte su vie d'uscita devono essere controllate per assicurare facile apertura.

Le **porte REI** devono essere regolarmente controllate per assicurarsi che non sussistano danneggiamenti e che chiudano regolarmente, con particolare attenzione ai **dispositivi di autochiusura**.

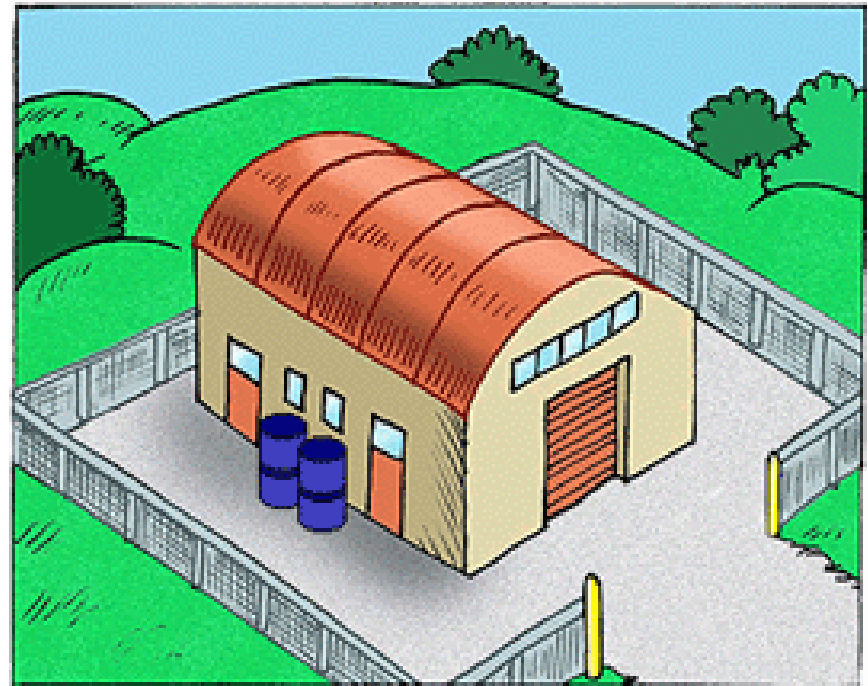
La **segnaletica** di sicurezza deve essere oggetto di sorveglianza per assicurare la visibilità in caso di emergenza.

Sorveglianza, controllo e manutenzione per **rilevare e rimuovere ogni causa** che possa pregiudicare corretto funzionamento.

Controllo degli accessi e sorveglianza

Adottare precauzioni per proteggere le aree **contro l'accesso di persone non autorizzate**, che possono costituire causa di **incendi dolosi**.

Ciò non deve comunque limitare la disponibilità del sistema d'esodo.



Gestione dei lavori di manutenzione

Il **rischio** incendio **aumenta** molto **durante** i lavori di **manutenzione** o di modifica dell'attività poiché possono essere:



- effettuate **operazioni pericolose** (*lavori a caldo, ...*);
- temporaneamente **disattivati impianti** di sicurezza;
- temporaneamente **sospesa** la **compartimentazione**;
- impiegate **sostanze pericolose** (*solventi, colle, ...*).

Tali sorgenti di **rischio aggiuntive**, in genere non considerate nella progettazione iniziale, devono essere specificamente affrontate (*es. nel **DUVRI** di cui al D. Lgs. n. 81/2008, ...*).

Informazione e formazione antincendi

Il **datore di lavoro** deve fornire ai lavoratori adeguata **informazione** e **formazione** (art. 36 e 37 del D. Lgs. n. 81/08) su prevenzione incendi e azioni da attuare in caso d'incendio.



L'**informazione** deve essere fornita in modo che sia **appresa facilmente**, all'atto dell'**assunzione**, è **aggiornata** in caso di variazioni della valutazione dei rischi.

Adeguate informazioni a **manutentori** e **appaltatori**.

È possibile fornire informazioni e istruzioni antincendio con **avvisi** e **planimetrie** indicanti vie d'uscita e azioni essenziali da attuare in caso di allarme/incendio.



INFORMAZIONE ANTINCENDIO

Ogni lavoratore deve ricevere un'adeguata informazione su:

- **Rischi** legati a **attività** e **specifiche mansioni svolte**;
- **Misure di prevenzione e protezione incendi**: *osservanza misure di prevenzione e corretto comportamento; divieto di utilizzo ascensori; tenere chiuse porte REI; apertura porte di uscita;*
- **Ubicazione** delle **vie di uscita**;
- **Procedure** da adottare **in caso di incendio**: *azioni da attuare in caso d'incendio e quando si sente un allarme; come azionare un allarme; procedure di evacuazione; modalità di chiamata dei VVF.*
- **Nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi**, *lotta antincendi e gestione emergenze;*
- **Nominativo del responsabile** e degli **addetti del S.P.P.**

FORMAZIONE ANTINCENDIO

– Lavori pericolosi:

I lavoratori esposti a **particolari rischi** d'incendio correlati al posto di lavoro (*es. addetti all'utilizzo di sostanze infiammabili o di attrezzature a fiamma libera*), devono ricevere una **specificata formazione** antincendio.



– Addetti antincendio:

I lavoratori incaricati alla prevenzione incendi, lotta antincendio o gestione delle emergenze, devono ricevere una **specificata formazione** antincendio (*contenuti nell'all. III del [D.M. 2 settembre 2021](#)*).



Formazione degli addetti antincendio (D.M. 2 settembre 2021)

Gli **artt. 4 e 5** del [D.M. 2 settembre 2021](#) attuano il D.lgs n. 81/2008 relativamente alla **designazione, formazione e aggiornamento** dei c.d. «**addetti antincendio**».



Nell'**allegato III** sono riportati i contenuti minimi e la durata dei **corsi di formazione** e di **aggiornamento** in relazione al livello di rischio d'incendio.

In funzione della complessità dell'attività e del rischio sono individuati **tre livelli: 1, 2 e 3** (da minore a maggiore complessità) cui corrispondono i percorsi formativi, che **sostituiscono la vecchia dizione** del D.M. 10 marzo 1998 (*rischio basso, medio e elevato*)

Attività di livello 3

L'allegato III fornisce un **elenco**, pur non esaustivo.



- Stabilimenti a **rischio di incidente rilevante**;
- Fabbriche e depositi di **esplosivi**;
- Centrali **termoelettriche**;
- Impianti di estrazione di **oli minerali e gas combustibili**;
- Impianti e laboratori **nucleari**;
- **Depositi** al chiuso di materiali combustibili con sup. > 20.000 m²;
- **Attività commerciali** e espositive con sup. aperta al pubblico > 10.000 m²;
- **Aerostazioni, ferrovie** con sup. coperta al pubblico > 5000 m²; **metropolitane**;
- **Alberghi** > 200 posti letto;
- **Ospedali**, case di cura e case di riposo per anziani;
- **Scuole** > 1000 persone presenti;
- **Uffici** > 1000 dipendenti;
- **Cantieri** temporanei o mobili (in sotterraneo ... l > 50 m o impiego esplosivi).
- Stabilimenti ed impianti di **stoccaggio rifiuti**.

Attività di livello 2

I luoghi di lavoro rientranti tra le **attività soggette** ai controlli di prevenzione incendi (compresi nell'allegato I al D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151), con esclusione delle attività di livello 3, nonché i cantieri temporanei e mobili ove si detengono ed impiegano sostanze infiammabili e si fa uso di fiamme libere, esclusi quelli interamente all'aperto.



**Livello
2**

Attività di livello 1

I luoghi di lavoro che, **per esclusione**, non sono ricompresi negli altri due livelli e dove, in generale, le sostanze presenti e le condizioni di esercizio offrono scarsa probabilità di sviluppo e propagazione delle fiamme.



**Livello
1**

Idoneità tecnica degli addetti antincendio

Nell'**allegato IV** sono elencati i luoghi di lavoro per i quali ricorre l'obbligo per gli addetti antincendio di conseguire (*come specifico requisito aggiuntivo*) l'**attestato di idoneità tecnica** di cui all'art. 3 del D.L. 1° ottobre 1996, n. 512.



Queste non sono strettamente correlati alla classificazione prevista dall'allegato III per la formazione in quanto alcune tipologie di luoghi di lavoro, sebbene inserite nei corsi di tipo 2-FOR, hanno l'obbligo di abilitazione (*depositi, attività commerciali, alberghi, scuole, uffici, locali di spettacolo e trattenimento, edifici sottoposti a tutela*).

Corsi di formazione e aggiornamento dei docenti

Il [D.M. 2 settembre 2021](#) oltre a fornire le indicazioni relative all'informazione e formazione dei lavoratori, all'aggiornamento e alle modalità di designazione degli addetti antincendio, introducendo un'importante innovazione.

Prevede, infatti, che anche i **docenti** dei corsi di formazione ed aggiornamento degli addetti antincendio debbano essere **qualificati** in base al possesso di specifici requisiti.

Sono previste **tre tipologie di corsi** di formazione (***tipo A: teorico-pratico, tipo B: teorico, tipo C: pratico***), ciascuno dei quali prevede il superamento di un apposito esame finale.

ESERCITAZIONI ANTINCENDIO

Effettuata almeno **una volta l'anno**.

Obbligatorie in luoghi di lavoro soggetti alla redazione del piano di emergenza.

Nei **piccoli luoghi di lavoro** si può limitare a:

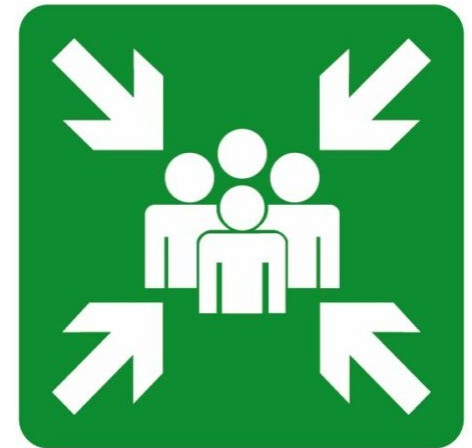
- percorrere le vie di uscita;
- identificare porte REI; dispositivi allarme; mezzi spegnimento.

Nei **grandi luoghi** di lavoro **non è necessaria un'evacuazione simultanea totale**, basta individuare il percorso fino a luogo sicuro.

L'allarme per esercitazione **non** deve essere **segnalato ai VVF**.

Se opportuno deve **partecipare** anche il **pubblico**.

Non effettuare in presenza di **affollamento, anziani o infermi**.



Segnaletica di sicurezza

D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81

Titolo V – Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro

Segnaletica di sicurezza e di salute sul luogo di lavoro: *fornisce indicazione o prescrizione su sicurezza o salute sul lavoro (cartello, colore, segnale luminoso, acustico, gestuale, comunicazione verbale;*

Segnale di divieto: vieta un comportamento che potrebbe causare pericolo;

Segnale di avvertimento: *avverte di un rischio o pericolo;*

Segnale di prescrizione: *prescrive un determinato comportamento;*

Segnale di salvataggio o soccorso: *fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza o ai mezzi di soccorso o salvataggio;*



Obblighi del datore di lavoro (Art. 163)

Il datore di lavoro deve predisporre la segnaletica di sicurezza, conformemente alle prescrizioni di cui agli allegati da Allegato XXIV a Allegato XXXII, quando risultano rischi che non possono essere evitati o sufficientemente limitati con misure, metodi, ovvero sistemi di organizzazione del lavoro, o con mezzi tecnici di protezione collettiva.



Informazione e formazione (Art. 164)

Il datore di lavoro provvede affinché:

- il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza e i lavoratori siano informati di tutte le misure da adottare riguardo alla segnaletica di sicurezza;*
- i lavoratori ricevano una formazione adeguata, in particolare sotto forma di istruzioni precise.*

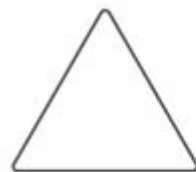


D.Lgs n. 81/2008 Allegato XXV

Prescrizioni generali per i cartelli segnaletici

Caratteristiche intrinseche

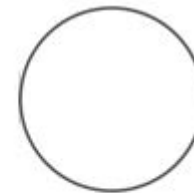
- **Forma e colori** sono **definiti** in funzione dell'impiego (*cartelli di divieto, avvertimento, prescrizione, salvataggio o soccorso*).
- I **pittogrammi** devono essere **semplici**, e possono **differire leggermente**, purché il significato sia equivalente e non equivoco.



Avvertimento



Salvataggio o
Soccorso



Divieto,
Prescrizione

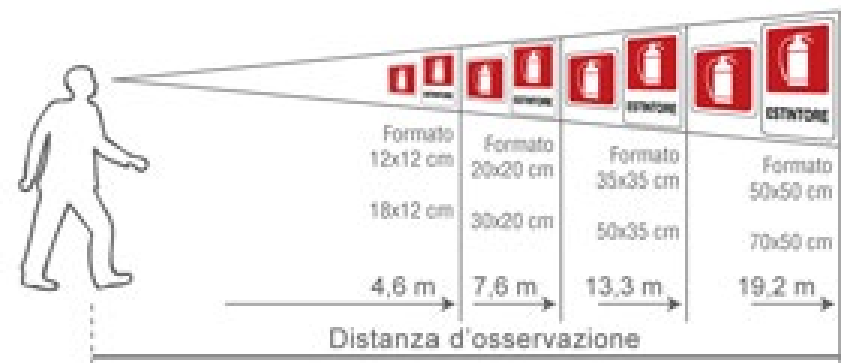
- I cartelli devono essere costituiti di **materiale resistente** (*urti, intemperie, aggressioni ambientali*).
- Le dimensioni e le proprietà dei cartelli devono **garantire una buona visibilità** e comprensione.

Per le dimensioni si raccomanda di osservare la formula: $A > L^2/2000$ applicabile fino ad una distanza di circa 50 m.

A: superficie del cartello in m²

L: distanza in m, alla quale il cartello deve essere riconoscibile.

- Per le caratteristiche cromatiche e fotometriche dei materiali si rinvia alla normativa di buona tecnica dell'UNI.



Condizioni d'impiego

- I cartelli vanno sistemati tenendo conto di eventuali ostacoli, a altezza e posizione appropriata, all'ingresso alla zona interessata *in caso di rischio generico* o nelle immediate adiacenze *di un rischio specifico* e in un posto ben illuminato e facilmente accessibile e visibile.
- In caso di cattiva illuminazione naturale utilizzare colori fosforescenti, materiali riflettenti o illuminazione artificiale.
- Il cartello va rimosso quando non sussiste più la situazione che ne giustificava la presenza.



CARTELLI DI DIVIETO

- *Forma rotonda*
- *Pittogramma nero su fondo bianco; bordo e banda rossi (rosso almeno il 35% della superficie).*

Vieta un comportamento



Vietato fumare



Vietato fumare
o usare fiamme libere



Vietato ai pedoni



Divieto di spegnere
con acqua



Acqua non potabile



Divieto di accesso
alle persone
non autorizzate



Vietato ai carrelli
di movimentazione



Non toccare

CARTELLI DI AVVERTIMENTO

- Forma triangolare
- Pittogramma nero su fondo giallo, bordo nero *(giallo almeno il 50% della superficie).*

Avverte di un **pericolo**



Materiale infiammabile
o alta temperatura



Materiale esplosivo



Sostanze velenose



Sostanze corrosive



Sostanze irritanti



Carichi sospesi



Carrelli di
movimentazione



Tensione elettrica
pericolosa



Pericolo generico

CARTELLI DI PRESCRIZIONE

- **Forma rotonda**
- **Pittogramma bianco su fondo azzurro** (*azzurro almeno il 50% della superficie*).

Prescrive un comportamento



Protezione obbligatoria degli occhi



Casco di protezione obbligatorio



Protezione obbligatoria dell'udito



Protezione obbligatoria delle vie respiratorie



Calzature di sicurezza obbligatorie



Guanti di protezione obbligatori



Protezione obbligatoria del corpo



Protezione obbligatoria del viso



Protezione individuale obbligatoria contro le cadute dall'alto

CARTELLI DI SALVATAGGIO

- Forma quadrata o rettangolare
- Pittogramma bianco su fondo verde (*verde almeno il 50% della superficie*).

Fornisce **indicazioni**
(es. sulle uscite di sicurezza)



CARTELLI PER LE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

- Forma quadrata o rettangolare
- **Pittogramma bianco su fondo rosso** (*il rosso deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello*).



Lancia antincendio



Scala



Estintore



Telefono per
interventi antincendio

Fornisce **indicazioni**
(*su attrezzature antincendio*)



Direzione da seguire

(Cartelli da aggiungere a quelli che precedono)

ACCORGIMENTI COMPORTAMENTALI PER PREVENIRE GLI INCENDI

- ✓ **Deposito e utilizzo di materiali** infiammabili e combustibili;
- ✓ Utilizzo di **fonti di calore**;
- ✓ **Impianti** ed apparecchi **elettrici**;
- ✓ Presenza di **fumatori**;
- ✓ **Rifiuti** e scarti combustibili;
- ✓ **Aree non frequentate.**



Deposito e utilizzo materiali infiammabili e combustibili

Ove possibile, i materiali infiammabili o facilmente combustibili devono essere **limitati a quelli strettamente necessari** e tenuti **lontano dalle vie d'esodo**.

I materiali infiammabili devono essere **depositati in appositi locali REI**.



Ove possibile, **sostituire le sostanze infiammabili** con altre meno pericolose.

Tenere i **materiali di pulizia** combustibili **in appositi ripostigli**.

Utilizzo di fonti di calore



Speciali accorgimenti se si utilizzano **sostanze infiammabili** per **riscaldare**.

I **luoghi di saldatura** o taglio alla fiamma devono essere tenuti liberi da materiali combustibili tenendo sotto controllo eventuali scintille.



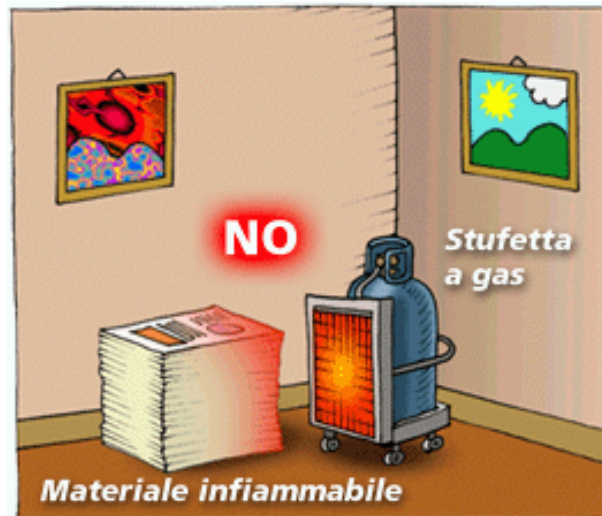
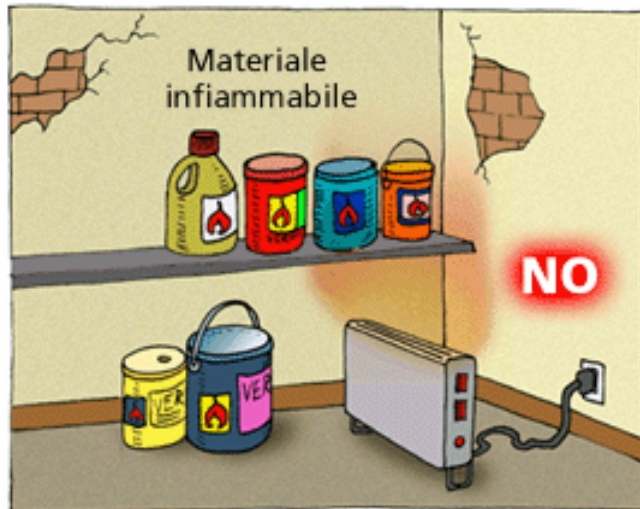
I **condotti di aspirazione** di cucine, forni, seghe, molatrici, devono essere tenuti puliti per evitare l'accumulo di grassi o polveri.

I **bruciatori** devono essere utilizzati e mantenuti in efficienza.

La **valvola d'intercettazione d'emergenza** del combustibile oggetto di manutenzione e controlli.



Apparecchi individuali o portatili di riscaldamento



Materiali **combustibili** sopra o vicino a apparecchi riscaldamento.

Apparecchi in **ambienti non idonei**.

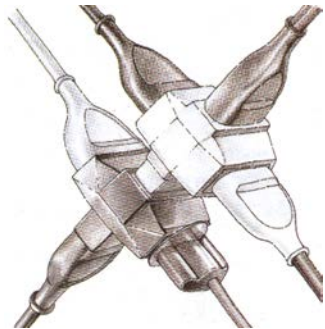
Mancato rispetto di istruzioni di sicurezza in utilizzo e sostituzione di **bombole**

Mancanza di adeguata ventilazione (*norme UNI-CIG*).

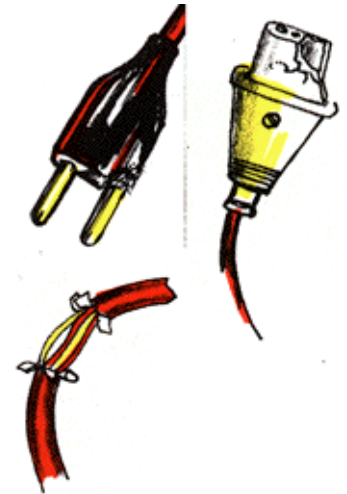


Impianti e attrezzature elettriche

Il personale deve essere istruito sull'uso delle attrezzature elettriche in modo da **riconoscere difetti**.



Le prese multiple non devono essere sovraccaricate per evitare surriscaldamenti.



In caso di alimentazione provvisoria **il cavo elettrico deve avere lunghezza strettamente necessaria**.

Le **riparazioni elettriche** devono essere effettuate da **personale qualificato**.



Presenza di fumatori

Identificare le aree dove il fumo delle sigarette **può costituire pericolo** d'incendio e disporne il **divieto**.



Nelle aree ove è consentito fumare, mettere a disposizione **portacenere** da svuotare regolarmente in recipienti idonei.

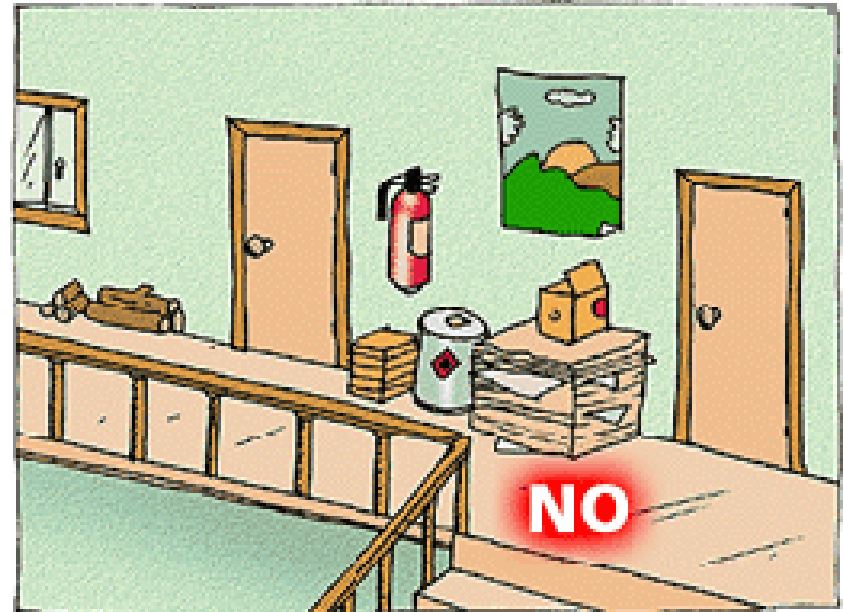
Il **contenuto dei** portacenere non **deve essere accumulato con altri rifiuti**.



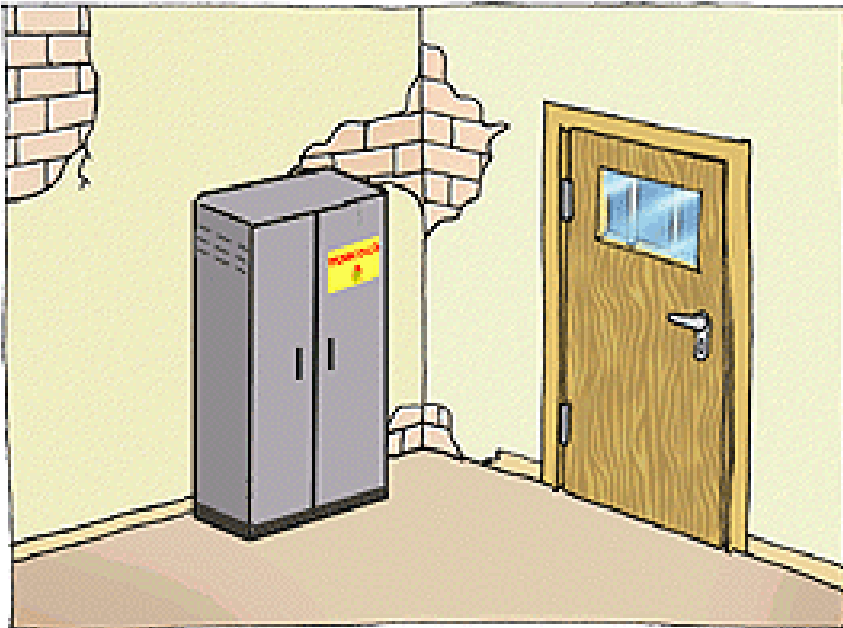
Rifiuti e scarti combustibili

I **rifiuti non** devono essere **depositati lungo le vie d'esodo** (*corridoi, scale, disimpegni*).

Evitare l'accumulo di scarti di lavorazione rimuovendoli giornalmente e depositandoli in area idonea preferibilmente fuori dell'edificio.



Aree non frequentate



Le aree normalmente non frequentate da personale (*scantinati, depositi*) e quelle dove un incendio potrebbe svilupparsi senza preavviso, devono essere **tenute libere da materiali combustibili.**

CONTROLLI DEGLI ADDETTI ANTINCENDIO

Gli «**addetti antincendio**» effettuano regolari **controlli** per accertare l'efficienza delle misure di sicurezza.

- tutte le **porte REI** siano **chiuse**, se previsto;
- apparecchiature **elettriche** (*che non devono restare in servizio*), siano messe **fuori tensione**;
- **fiamme** libere siano **spente** o in condizioni di sicurezza;
- **rifiuti** e scarti combustibili siano stati **rimossi**;
- materiali **infiammabili** siano stati depositati in **luoghi sicuri**.

I **lavoratori** devono **segnalare** agli **addetti antincendio** ogni situazione di potenziale **pericolo** di cui vengano a conoscenza.



Gestione della sicurezza antincendio in esercizio e in emergenza

GSA in esercizio: prevede la riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio, adottando **misure di prevenzione incendi**, buona pratica nell'esercizio e programmazione della manutenzione, controllo e manutenzione di impianti e attrezzature antincendio, e la preparazione alla gestione dell'emergenza, tramite la pianificazione delle azioni da eseguire in caso di emergenza, esercitazioni antincendio e prove d'evacuazione periodiche.

GSA in emergenza: prevede l'adozione di misure organizzative e gestionali da attuare in caso di incendio, da riportare nel documento di valutazione dei rischi o, nei luoghi di lavoro previsti, l'attivazione e l'attuazione del **piano di emergenza**.

PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA

IL PIANO DI EMERGENZA

Una importante novità introdotta dal [D.M. 2 settembre 2021](#) è rappresentata dal fatto che l'obbligo di redazione del piano di emergenza non è più valutato solo in relazione ai lavoratori (almeno dieci), ma anche rispetto al **numero degli occupanti** (più di **cinquanta persone**) presenti a qualsiasi titolo all'interno dell'attività.



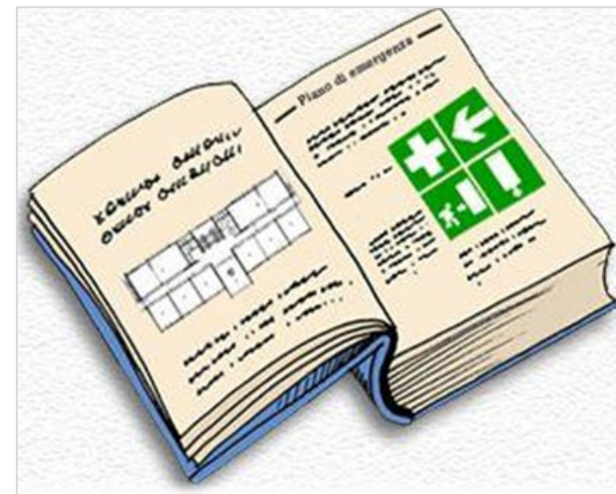
Obbligo del piano di emergenza

L'obbligo di predisporre un **piano di emergenza** ricorre (secondo il D.M. 2 settembre 2021) per i seguenti luoghi di lavoro:

- ove sono occupati almeno **dieci lavoratori**;
- aperti al pubblico caratterizzati dalla presenza contemporanea di **più di cinquanta persone**, indipendentemente dal numero dei lavoratori;
- rientranti tra le **attività soggette** ai controlli di prevenzione incendi comprese nell'allegato I al [D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151](#).

Piano di emergenza

Per i luoghi di lavoro con più **10 lavoratori**, o con più di **50 persone**, o ricompresi tra le **attività soggette** a controllo VVF deve essere redatto il **piano di emergenza**, che deve contenere:



- **azioni** da attuare in caso di incendio;
- procedure per l'**evacuazione**;
- procedure per **chiedere** l'intervento dei **vigili del fuoco**;
- misure per assistere le persone **disabili**.

Deve **identificare persone incaricate** di attuare le procedure.

Per **piccoli luoghi di lavoro** il P.E. può limitarsi ad avvisi scritti con norme comportamentali.

Per **grandi luoghi di lavoro** deve includere una **planimetria** con:

- caratteristiche distributive del luogo, con riferimento alla destinazione delle aree, vie di esodo e compartimentazioni;
- tipo, numero e ubicazione dei mezzi di estinzione;
- ubicazione degli allarmi e della centrale di controllo;
- ubicazione dell'interruttore generale dell'alimentazione elettrica, delle valvole di intercettazione idrica, gas e altri fluidi combustibili.



Contenuti del piano di emergenza

Il **piano di emergenza** contiene le **procedure** di:

- **allarme**, informazione e diffusione evacuazione;
- attivazione del **centro gestione emergenze**;
- procedure di **comunicazione** e chiamata dei servizi di soccorso;
- primo **intervento** della **squadra antincendio**;
- modalità di **evacuazione**;
- **messa in sicurezza** di apparecchiature e impianti;
- **rientro nell'edificio** al termine dell'emergenza.



Finalità

Il P.E. contiene **informazioni-chiave** da attuare nei primi momenti, in attesa dei Vigili del fuoco.

Obiettivo primario: salvaguardia ed evacuazione delle persone.

Scopo: consentire la **migliore gestione degli incidenti** ipotizzati.

Un buon P.E. è caratterizzato da **poche e semplici azioni comportamentali.**



Procedure Operative Standard: stabiliscono azioni da intraprendere in emergenza (*in mancanza di procedure si crea caos e confusione*).

Azioni da effettuare: Per persone o gruppi sono descritte le azioni **da fare** e **da non fare**.

Responsabile dell'emergenza: figura (*datore di lavoro o delegato*) che detiene **poteri decisionali** con possibilità di prendere **decisioni** anche **arbitrarie**.

Azioni: **correlate** alla **capacità** delle **persone di svolgerle** (*in condizioni di stress e panico*). **Poche, semplici**, efficaci **azioni** sono **meglio** che una serie di **incarichi complicati**.



ASSISTENZA ALLE PERSONE DISABILI IN CASO DI INCENDIO

Il datore di lavoro individua le **necessità dei lavoratori e** persone **disabili** che possono accedere.



Il P.E. **tiene conto** delle **invalidità, anziani, donne in gravidanza**, persone con **arti fratturati, bambini**.



Vie d'uscita percorribili anche da **lavoratori con visibilità limitata**.

Non utilizzare ascensori per l'esodo se non specificamente realizzati.

In emergenza ed evacuazione **lavoratori fisicamente idonei** incaricati e addestrati devono trasportare/guidare/assistere persone:

- **disabili** con **sedie a rotelle** e con **mobilità ridotta**;
- con **visibilità** menomata o limitata;
- con **udito** menomato o limitato (per allerta segnale di allarme).

Circolare M.I. n. 4 del 1° marzo 2002

*Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili*³⁵



- Valutazione rischi **tenendo conto** delle **persone disabili**,³⁶ conseguendo adeguati standard senza discriminazione.
- Garantire a persone disabili livello di **sicurezza uguale agli altri**, con adozione di misure **edilizie, impiantistiche e gestionali**.
- Prevedere ove possibile (es. se sono già presenti lavoratori disabili), il **coinvolgimento** nelle diverse fasi.
- Progettare la sicurezza per i **lavoratori disabili in un piano organico**, e non attraverso piani speciali o separati dagli altri.

³⁵ Elaborate dal Dipartimento VVF in collaborazione con la Consulta Naz. Persone Disabili e loro Famiglie.

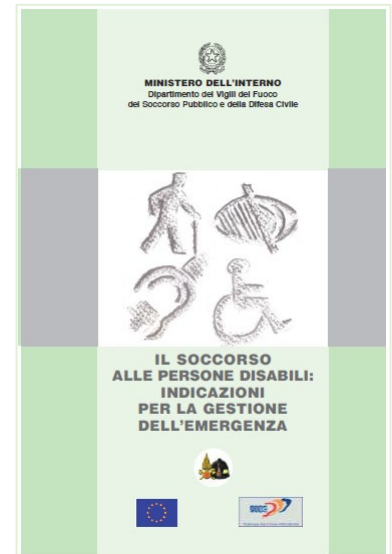
³⁶ Persone con limitazioni temporanee o permanenti alle capacità fisiche, mentali, sensoriali e motorie.

STRUMENTI APPLICATIVI DELLA CIRCOLARE N. 4/2002

Opuscolo: *Il soccorso alle persone disabili: indicazioni per la gestione dell'emergenza*

Lettera Circolare M.I. n. P880/4122 del 18/8/2006

La sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro dove siano presenti persone disabili: strumento di verifica e controllo - Check-list



- **Strumento di verifica e controllo** per individuare elementi significativi per la sicurezza per le persone disabili.
- La check-list considera le **azioni svolte** da ogni persona, dalla percezione dell'allarme al raggiungimento del luogo sicuro.
- Per ogni azione **domande di verifica** su caratteristiche edilizie e impiantistiche **con possibili soluzioni** in caso negativo.

AREE A RISCHIO SPECIFICO

Sono aree/porzioni dell'attività caratterizzate da **rischio d'incendio diverso** rispetto a quello tipico dell'attività principale, es.:

- *depositi;*
- *archivi;*
- *laboratori;*
- *impianti di distribuzione gas;*
- *impianti di condizionamento/ventilazione; ecc...*

Il Codice indica un elenco di **criteri, non esaustivo**, utile al **professionista per individuare** le aree a rischio specifico.

Attività secondarie: non sono «aree a rischio specifico»

Le **attività secondarie** eventualmente inserite in attività principali per le quali si applicano le specifiche regole tecniche di prevenzione incendi **non sono** trattate come «**aree a rischio specifico**».

Esempi:

- *Centrali termiche;*
- *Gruppi elettrogeni;*
- *Autorimesse;*
- *ecc.*



CRITERI

- ✓ Presenza di **sostanze pericolose**, materiali **combustibili** o **infiammabili**, in quantità significative.
- ✓ **Lavorazioni pericolose** ai fini dell'incendio o dell'esplosione.
- ✓ Presenza di **impianti** o loro componenti **rilevanti** ai fini antincendio (*escluso impianti già regolati da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi*).
- ✓ **Carico d'incendio** non trascurabile con presenza occasionale di persone.

STRATEGIA ANTINCENDIO

Le **aree a rischio specifico** sono molto **numerose e varie** e sono in genere caratterizzate da **problematiche** molto **diverse** tra loro.

Non è possibile definire un **insieme** di misure antincendio **unificato** e idoneo per tutti i casi.

Il Codice identifica **misure antincendio minime** che il **progettista**, sulla base delle caratteristiche specifiche dell'attività e della valutazione dei rischi **esamina, scegliendo quelle più idonee**.

Le indicazioni fornite **non rappresentano** particolari **novità** e sono comunque **in linea** con l'**attuale quadro normativo** di riferimento.

MISURE DA VALUTARE

- ✓ **Compartimentazione.**
- ✓ **Gestione** della sicurezza antincendio.
- ✓ **Controllo dell'incendio.**
- ✓ **Rivelazione** e allarme.
- ✓ Controllo **fumi e calore.**
- ✓ Valutazione del **rischio di esplosione.**
- ✓ **Compartimento autonomo** in caso multipiano.

AREE A RISCHIO PER ATMOSFERE ESPLOSIVE

Presenza di sostanze infiammabili allo stato di **gas**, **vapori**, **nebbie** o **polveri** in deposito, lavorazione, trasformazione, manipolazione, movimentazione.



Obiettivi con priorità decrescente:

- 1) **Prevenire** la formazione di atmosfere esplosive.
- 2) **Evitare** l'accensione di atmosfere esplosive.
- 3) **Attenuare** i danni di un'esplosione.

A tal fine occorre impiegare disposizioni e norme tecniche nell'ipotesi di una **probabile inefficacia dei mezzi di protezione**.

ATTIVITÀ A RISCHIO DI ATMOSFERE ESPLOSIVE

Nei **luoghi di lavoro** il rischio di formazione di atmosfere esplosive in officine/**stabilimenti**/impianti/depositi... può essere dovuto a:

- **gas**, vapori, nebbie infiammabili in luoghi con **saldatura**, **verniciatura**, ecc. con sostanze infiammabili.
- **polveri** combustibili come **farina** di cereali, **zucchero**, polvere di **cacao**, **segatura** di legno... nell'ambito di processi di **macinazione**, **essiccamento**, trasporto, lavorazione, separazione, ecc.



PRINCIPALI RIFERIMENTI

[Dlgs n. 81 del 9 aprile 2008](#) «*Testo unico...*»

Direttive ATEX (**AT**mosphères ed **EX**plosives):

[Direttiva 1999/92/CE](#) del Parlamento europeo e del Consiglio del 16-12-1999 relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive.

[Direttiva 2014/34/UE](#) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26-02-2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.



VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE

- ✓ Individuazione **condizioni generali** di pericolo esplosione;
- ✓ Identificazione **caratteristiche** delle sostanze infiammabili o polveri combustibili;
- ✓ **Classificazione** zone con pericolo esplosione, con stima *probabilità* presenza, *durata* e *estensione* atmosfere esplosive;
- ✓ Identificazione potenziali **pericoli innesco** e stima probabilità che *sorgenti accensione* possano diventare efficaci;
- ✓ Valutazione **entità** degli **effetti** prevedibili;
- ✓ Quantificazione del livello di **protezione**.

Individuazione condizioni generali di pericolo di esplosione

Studio degli **ambiti pericolosi**, apparecchiature e impianti di processo e tecnologici, considerando l'organizzazione del lavoro.

Le analisi devono essere mirate all'individuazione di:

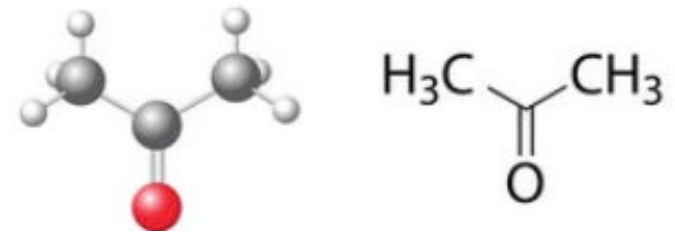
- potenziali sorgenti di **emissione**;
- potenziali fonti di **accensione** presenti;
- **caratteristiche** costruttive, installazione, uso e manutenzione.



Identificazione caratteristiche sostanze infiammabili o polveri combustibili

Per le sostanze infiammabili e le polveri combustibili devono essere individuate:

- le **caratteristiche chimico-fisiche** pertinenti all'esplosione in tutte le condizioni ambientali significative;
- le **caratteristiche** dei sistemi **di deposito** previsti.



Classificazione delle zone con pericolo di esplosione

Gli impianti di lavorazione o deposito di sostanze infiammabili devono essere progettati, eserciti e mantenuti in modo da **ridurre al minimo le emissioni** di gas, vapori, nebbie o polveri.



L'individuazione delle zone pericolose e della probabilità di accadimento deve essere condotta secondo la **normativa tecnica applicabile**.

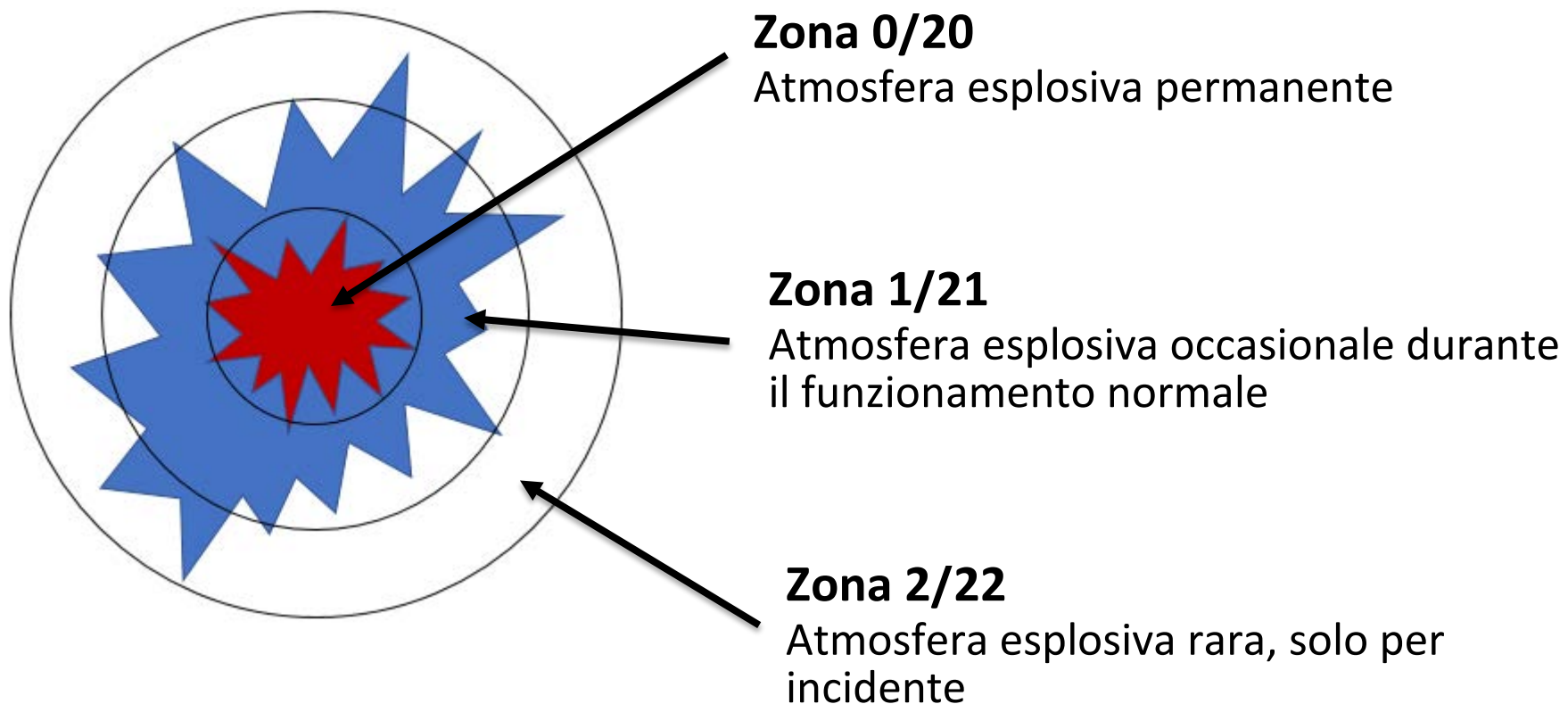
La **zonizzazione** può essere effettuata anche attraverso l'utilizzo di **codici di calcolo** riconosciuti.



Classificazione delle zone con presenza di atmosfera esplosiva

Zona per la presenza di gas, vapori e nebbie	Zona per la presenza di polveri	Classificazione delle aree a rischio di esplosione	P [1]	D [2]
0	20	Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente (il pericolo è presente sempre o frequentemente)	$P > 10^{-1}$	$D > 10^3$
1	21	Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (il pericolo è presente talvolta)	$10^{-3} < P \leq 10^{-1}$	$10 < D \leq 10^3$
2	22	Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo (il pericolo è presente raramente o quasi mai)	$10^{-5} < P \leq 10^{-3}$	$10^{-1} < D \leq 10$
NP		Luogo in cui è trascurabile la probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva (<i>negligible presence</i>). Le zone NP sono considerate non pericolose.	$P < 10^{-5}$	-
NE		Luogo in cui il volume dell'atmosfera esplosiva è di estensione trascurabile (<i>negligible extent</i>). Generalmente le zone NE sono considerate non pericolose.	-	-
[1] Probabilità P di presenza su base annua [eventi/anno]				
[2] Durata D di presenza ATEX su base annua [ore/anno]				

Classificazione delle zone



Identificazione dei potenziali pericoli di innesco

I pericoli di innesco sono strettamente legati a

✓ Presenza di **sorgenti di accensione**.

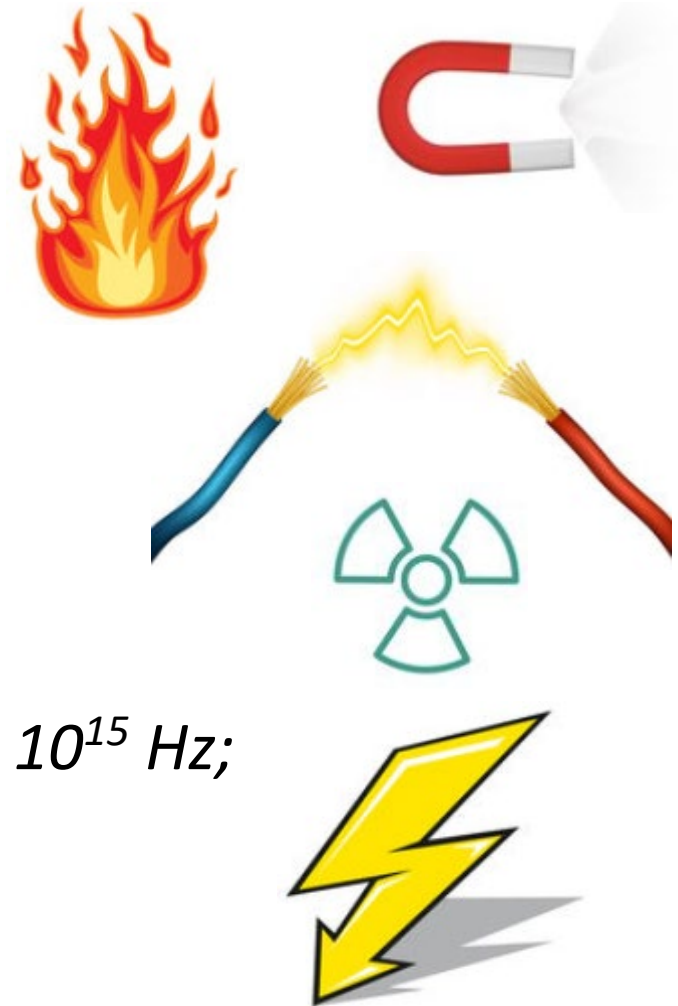


✓ **Proprietà di accensione** delle miscele.



Sorgenti di accensione (UNI EN 1127-1)

- *Superfici calde;*
- *Fiamme, gas, particelle calde;*
- *Scintille di origine meccanica;*
- *Materiale ed impianti elettrici;*
- *Correnti vaganti, protezione catodica;*
- *Elettricità statica;*
- *Fulmini;*
- *Radio frequenze da 10^4 Hz a $3 \cdot 10^{11}$ Hz;*
- *Onde elettromagnetiche da $3 \cdot 10^{11}$ Hz a $3 \cdot 10^{15}$ Hz;*
- *Radiazioni ionizzanti;*
- *Ultrasuoni;*
- *Compressione adiabatica ed onde d'urto;*
- *Reazioni esotermiche.*



Classificazione delle sorgenti di accensione

La possibilità di accensione di una atmosfera esplosiva è strettamente dipendente dalla **frequenza** con cui le **sorgenti di accensione** vengono a contatto con la miscela esplosiva.



In base a **come possono manifestarsi** si classificano:

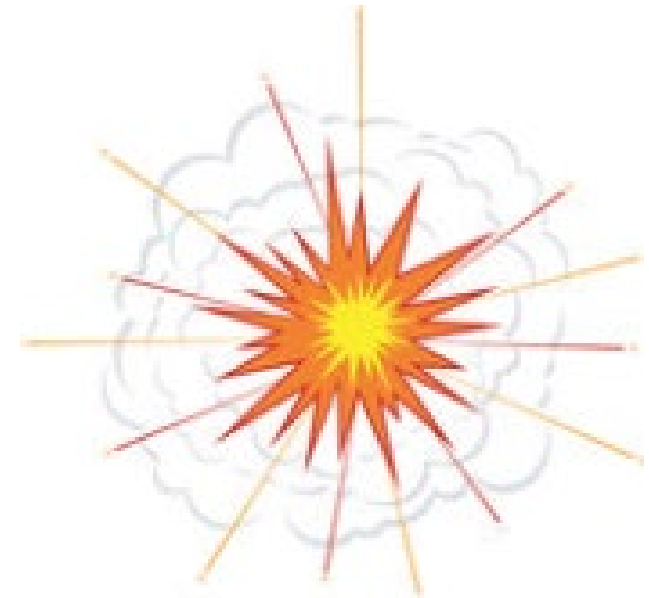
- ✓ **frequentemente**³⁷ ⇒ durante il ***normale funzionamento***;
o **continuamente**
- ✓ **raramente** ⇒ a seguito di ***disfunzioni previste***;
- ✓ **molto raramente** ⇒ a seguito di ***disfunzioni molto rare***.

³⁷ Nelle zone classificate (0,1,2; 20,21,22) non sono consentite attrezzature con inneschi frequenti o continui.

Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili

Tener conto delle conseguenze su persone, strutture e impianti di:

- ✓ **fiamme** e **gas** caldi;
- ✓ **irraggiamento** termico;
- ✓ onde di **pressione**;
- ✓ **proiezione di frammenti** o oggetti;
- ✓ **rilasci** di sostanze pericolose.



... segue

*Per la **salvaguardia degli occupanti**, devono essere considerati:*

- **danneggiamento** di **compartimentazione** non resistenti all'esplosione.*
- **fuori servizio** di **impianti** di **protezione attiva**.*
- **effetto domino**.*
- **danneggiamento** delle **misure** di **protezione** adottate sulle sorgenti di accensione con conseguente innesco delle atmosfere esplosive prodotte dalle sostanze rilasciate.*

... segue

*Se l'**esplosione** può essere **seguita da incendio**, valutare quest'ultimo tenendo conto dei danneggiamenti per esplosione.*

*Se da un **incendio** può verificarsi un'**esplosione**, valutare quest'ultimo tenendo conto dei danneggiamenti per incendio.*

*Per determinare le **sovrappressioni** si può ricorrere a:*

- **formulazioni semplificate** presenti in normativa;*
- **modelli empirici** semplificati (es. TNT equivalente, TNO Multienergy, CCPS QRA);*
- **codici di calcolo** riconosciuti.*

Quantificazione del livello di protezione

*Il livello di **protezione** contro le esplosioni è considerato **adeguato** quando si deve verificare il **fallimento** di **tre mezzi di protezione** indipendenti affinché un'atmosfera esplosiva possa essere innescata da una sorgente di accensione efficace.*



Per il concetto di mezzo di protezione si richiamano le disposizioni su apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera esplosiva nonché le disposizioni in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro.

MISURE DI PREVENZIONE, PROTEZIONE E GESTIONALI

- Misure di **prevenzione**: riduzione delle probabilità di formazione e innesco di una miscela esplosiva;
- Misure di **protezione**: mitigazione degli effetti di un'esplosione entro limiti accettabili;
- Misure **gestionali**: procedure di corretta organizzazione del lavoro e dei processi produttivi.

Le misure di **prevenzione** e **gestionali** sono sempre **da preferire alle misure di protezione**, alle quali si ricorre se non è possibile ottenere un livello di rischio accettabile utilizzandole da sole.

Misure di prevenzione

- **Riduzione di sorgenti di emissione, probabilità di rilascio** in ambiente, **durata del rilascio** di sostanze infiammabili.
- Sistemi di **dispersione/diluizione/bonifica** dei rilasci di sostanze infiammabili per: mantenere concentrazione fuori limiti esplosività; ridurre estensione atmosfera pericolosa; confinare atmosfera pericolosa in aree senza inneschi.
- Installazione **impianti di rivelazione** sostanze infiammabili per: messa in sicurezza di emissioni e inneschi; preventiva evacuazione.
- **Impianti**, attrezzature, ... non provocanti l'accensione.
- **impianti rivelazione inneschi** (es. scintille, superfici calde, ...).
- **Sistemi di inertizzazione** per ridurre O_2 sotto limite (LOC).

Misure di protezione

- *Installazione sistemi di **mitigazione effetti** di un'esplosione:*
(sistemi di protezione mediante sfogo dell'esplosione di gas/polveri; sistemi di isolamento dell'esplosione; sistemi di soppressione dell'esplosione; apparecchi resistenti alle esplosioni; elementi costruttivi dei fabbricati progettati per resistere alle esplosioni).
- **Protezione da danni meccanici** dei contenitori di sostanze infiammabili.
- **Sistemi a circuito chiuso** per la movimentazione di sostanze infiammabili.

Misure gestionali

- **Formazione** su protezione esplosioni dei lavoratori addetti.
- **Attrezzature** portatili e **indumenti** di lavoro non in grado di innescare un'atmosfera esplosiva.
- Attrezzature portatili di **rivelazione** atmosfere esplosive.
- Specifiche **procedure** di lavoro e comportamento.
- **Segnalazione** dei pericoli di formazione di atmosfere esplosive.
- Adozione di **procedure** specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza di sorgenti di emissione e fonti di innesco.
- **Verifiche** di sicurezza (iniziale, periodica e manutenzione) di impianti e attrezzature in luoghi di lavoro con aree a rischio.

MISURE PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO PER GLI OCCUPANTI

Obiettivo: ridurre occupanti esposti agli effetti di un'esplosione (es. sovrappressione, calore, proiezione di frammenti, ...).

A tal fine, le sorgenti di pericolo possono essere installate:

- all'**esterno**, opportunamente schermate o distanziate;*
- in locali con **presenza occasionale** di occupanti;*
- all'**interno** dei locali, **opportunamente schermati** rispetto a postazioni di lavoro;*
- in **locali dotati di misure** (es. impianto di rivelazione di sostanze infiammabili, ...) tali da consentire l'esodo degli occupanti prima dell'accensione.*

PRODOTTI IMPIEGABILI

I prodotti devono essere rispondenti alla **direttiva ATEX** di prodotto, che prevede differenti **categorie** in relazione all'impiego in ciascuna **zona** classificata.



Per gli **apparecchi, componenti e sistemi di protezione** impiegabili in **attività di superficie (Gruppo II)**, vengono definite **3 categorie**:

- Categoria 1 – protezione molto elevata.
- Categoria 2 – protezione elevata.
- Categoria 3 – protezione normale.

Categorie – Gruppo II

Categoria 1 – protezione molto elevata.

I prodotti non devono essere causa di innesco anche in caso di **guasto eccezionale**. Garantito il livello di protezione richiesto anche in caso di guasto di un mezzo di protezione o di due guasti indipendenti;

Categoria 2 – protezione elevata.

Garantito il livello di protezione richiesto anche in presenza di **anomalie ricorrenti** o abituali difetti di funzionamento degli apparecchi.

Categoria 3 – protezione normale.

I mezzi di protezione garantiscono il livello di protezione richiesto a **funzionamento normale**.

Compatibilità dei prodotti per la presenza di atmosfere esplosive

Atmosfera esplosiva	Zona	Categoria ATEX [1]
Gas	0	1G
	1	1G, 2G
	2	1G, 2G, 3G
Polveri	20	1D
	21	1D, 2D
	22	1D, 2D, 3D
[1] G per <i>gas</i> e D per <i>dust</i> (polvere)		

LA PROTEZIONE ANTINCENDIO

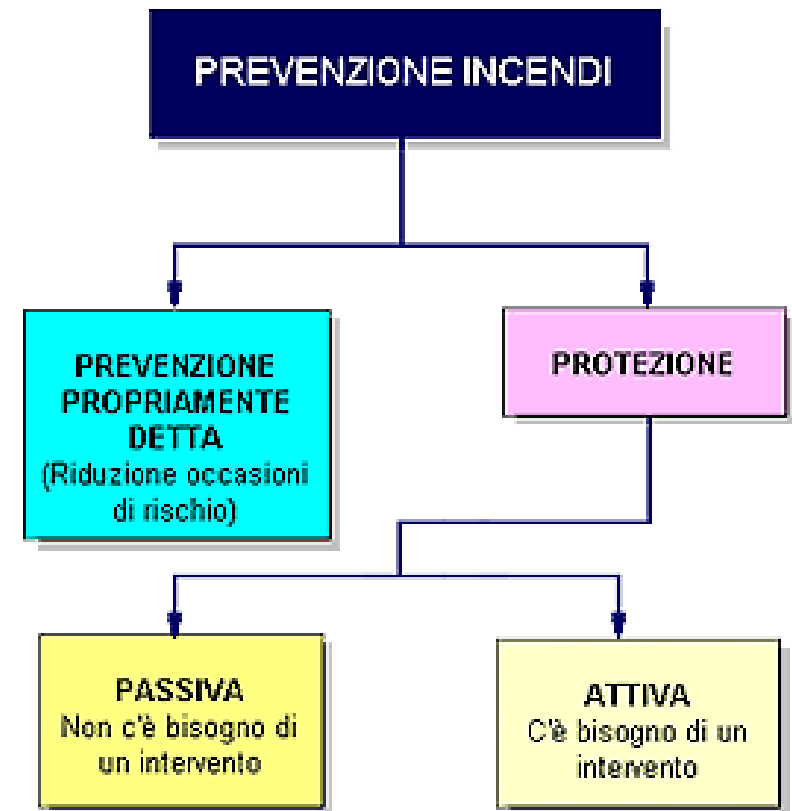
Misure finalizzate alla riduzione dei danni. Suddivise in protezione **attiva** e **passiva** in base alla necessità o meno d'intervento di un operatore o dell'azionamento di un impianto.

Protezione PASSIVA

(NON c'è bisogno di INTERVENTO)

Protezione ATTIVA

(c'è bisogno di INTERVENTO)



La protezione attiva **presuppone l'intervento che può avvenire con o senza l'azione umana.**

LA PROTEZIONE PASSIVA

Non richiede l'azione di un **uomo**
o l'azionamento di un **impianto**.

- ✓ *Reazione al fuoco*
- ✓ *Resistenza al fuoco*
- ✓ *Compartimentazione*
- ✓ *Distanze di separazione*
- ✓ *Vie di esodo*



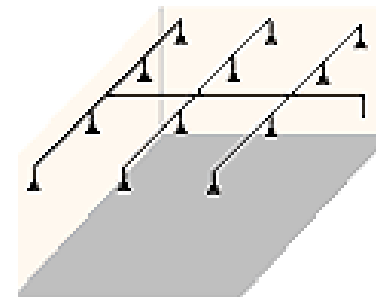
LA PROTEZIONE ATTIVA

Richiedono l'azione di un **uomo** o l'azionamento di un **impianto**, finalizzate alla **rilevazione dell'incendio**, **segnalazione** e **spegnimento**.

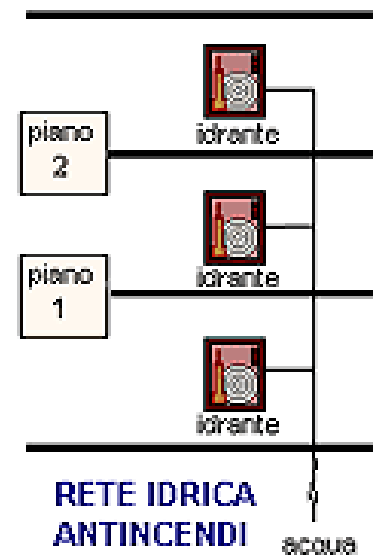
- ✓ *Estintori*
- ✓ *Rete idrica antincendio*
- ✓ *Impianti di spegnimento automatici*
- ✓ *Impianti di rivelazione automatica d'incendio*
- ✓ *Dispositivi di segnalazione e allarme*
- ✓ *Evacuatori di fumo e calore*



ESTINTORE



SISTEMA DI
SPEGNIMENTO
AUTOMATICO



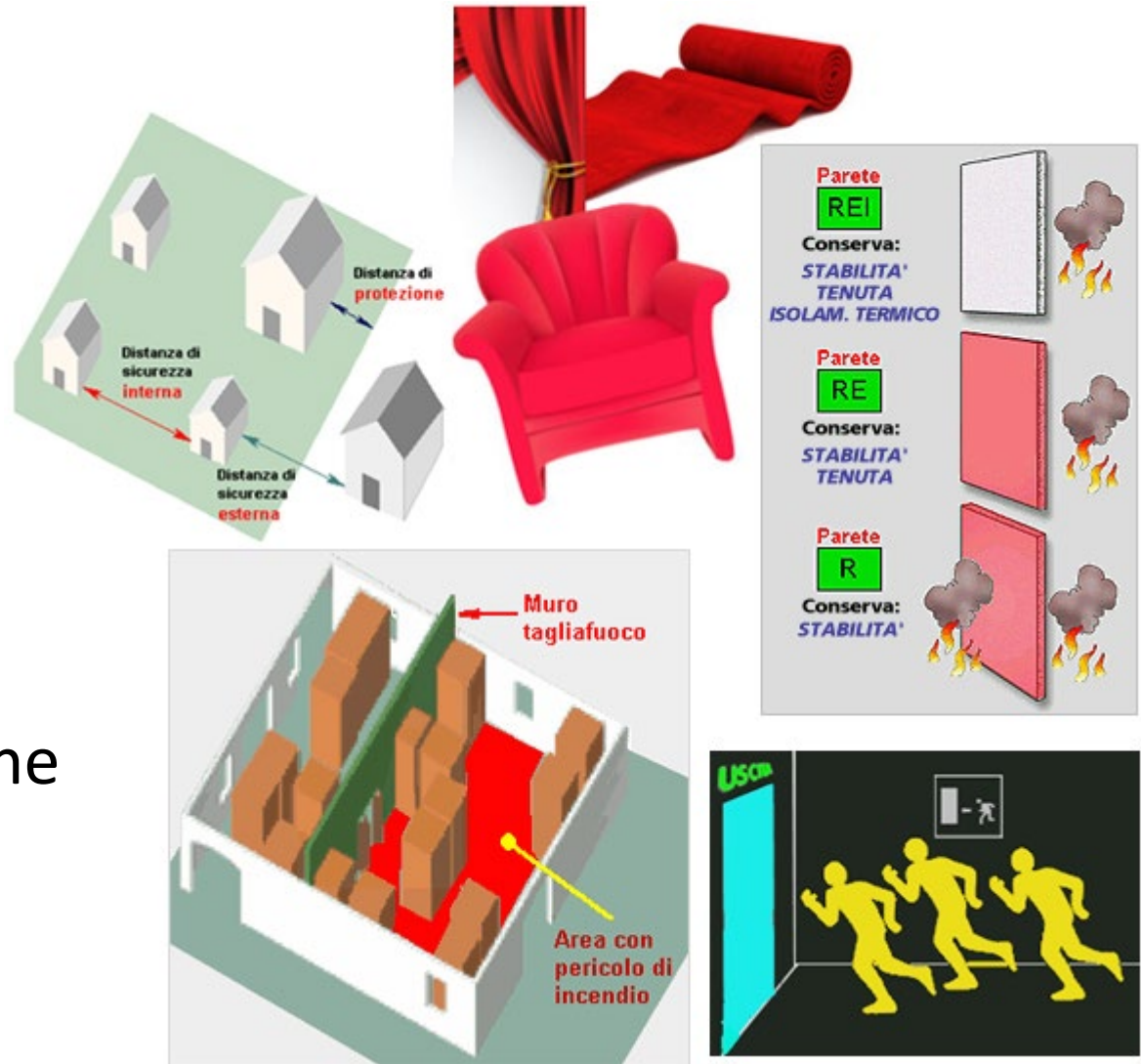
RETE IDRICA
ANTINCENDI



EVACUATORE DI
FUMO E CALORE

MISURE DI PROTEZIONE PASSIVA

- ✓ Reazione al fuoco
- ✓ Resistenza al fuoco
- ✓ Compartimentazione
- ✓ Distanze di separazione
- ✓ Vie di esodo



REAZIONE AL FUOCO

La reazione al fuoco è una **misura** antincendio di **protezione passiva**.

Esplica i principali effetti nella **fase iniziale** dell'incendio.

Obiettivo: **limitare innesco** e **propagazione** dell'incendio.

Comportamento al fuoco dei materiali, grado di **partecipazione all'incendio** determinato in **condizioni standardizzate di prova**.

Riguarda i materiali di **rivestimento, arredo, tendaggi, isolanti, impianti**, ecc.



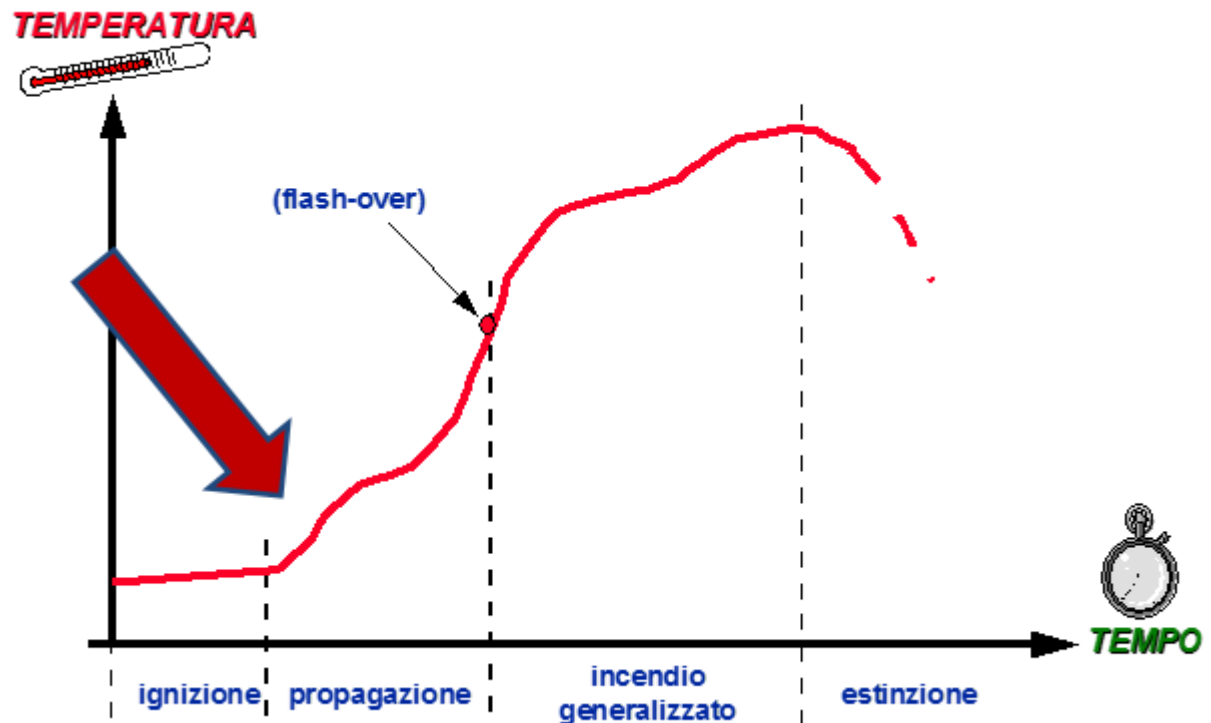
SCOPO DELLA REAZIONE AL FUOCO

Ridurre la **velocità** di **propagazione** dell'incendio.

Evitare che l'incendio coinvolga **altri materiali** combustibili.

Aumentare i tempi di evacuazione **prima del flash over**.

Influisce nelle **fasi di ignizione e prima propagazione** dell'incendio. Nella fase d'**incendio generalizzato** è **ininfluente**.



CLASSIFICAZIONE

La classe di Reazione al fuoco di un materiale è riferita alle sue **modalità di impiego** e **posa in opera** e non al materiale in sé.



Uno stesso tessuto può avere classificazione diversa se impiegato come **tendaggio**, **rivestimento** a parete o a pavimento, se **appoggiato** o incollato su supporto incombustibile.

In particolare, per i **mobili imbottiti** (divani, poltrone...) la classificazione è riferita al complesso costituito da rivestimento, imbottitura, struttura.

Rivestire una **poltrona** con un **tessuto** di classe 1 **non** rende la poltrona **classificata**.

CLASSIFICAZIONE ITALIANA

D.M. 26 giugno 1984 modificato dal D.M. 3 settembre 2001: è relativo alla classificazione di reazione al fuoco e omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.



In base a prove i materiali sono classificati nelle seguenti **classi**:

- **Materiali:** Classe **0** (*incombustibili*), **1, 2, 3, 4, 5**
- **Mobili imbottiti:** Classe **1 IM, 2 IM, 3 IM**

all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio.

CLASSIFICAZIONE EUROPEA

UNI EN 13501-1:2009: fornisce la procedura di classificazione di reazione al fuoco di tutti i prodotti da costruzione, inclusi i prodotti incorporati negli elementi da costruzione.



I **materiali** sono classificati secondo le euroclassi:

A1, A2 (*incombustibili*), **B, C, D, E, F**

I **prodotti da costruzione** sono differenziati tra **pavimenti** (*identificati con pedice FL - floor*) e gli altri **esclusi i pavimenti**.

Esempi: A1 - A2 - B - C - ... A1_{FL} - A2_{FL} - B_{FL} - C_{FL} ...

CLASSIFICAZIONE EUROPEA

È prevista anche la classificazione dei **fumi**, **gocciolamento** e **acidità** con una classificazione da **0** (assente) a **3** (elevato).

- **s**: smoke (s_1, s_2, s_3)
- **d**: drops (d_0, d_1, d_2)
- **a**: (a_0, a_1, a_2)



Fumo



Gocciolamento



Gas acidi

Esempi:

A2-s₁,d₀ – B-s₂,d₀ – C-s₂,d₀ – ecc.

A2_{FL}-s₁, – B_{FL}-s₂ – C_{FL}-s₂ – ecc. (*d non compare per i pavimenti*)

C_{ca}-S₁,d₀,a₂ (*ca: cavi per energia, controllo, comunicazioni*)

COMPARAZIONE TRA CLASSI ITALIANE E EUROPEE

Pur se le classificazioni si basano su metodi e criteri di valutazione diversi, il **D.M. 15 marzo 2005³⁸** stabilisce una comparazione tra le classi **italiane** e quelle **europee**.

Sono distinti i prodotti installati:

- lungo le **vie di esodo**;
- in **altri ambienti**.



³⁸ **DM 15/3/2005** «Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo» coord. con le modifiche apportate dal **DM 16/2/2009**.

COMPARAZIONE CLASSIFICAZIONE ITALIANA E EUROPEA

ITA	EU Impiego		
	a Pavimento	a Parete	a Soffitto
0	A1 _{FL}	A1	
1	A2_{FL}-s1 ; A2 _{FL} -s2; B_{FL}-s1 ; B _{FL} -s2; C_{FL}-s1	A2-s1,d0 ; A2-s2,d0 ; A2-s3,d0; A2-s1,d1 ; A2-s2,d1; A2-s3,d1; B-s1,d0 ; B-s2,d0 ; B-s1,d1 ; B-s2,d1	A2-s1,d0 ; A2-s2,d0 ; A2-s3,d0; A2-s1,d1; A2-s2,d1; A2-s3,d1; B-s1,d0 ; B-s2,d0 ; B-s3,d0
2	C _{FL} -s1; D _{FL} -s1	A2-s1,d2; A2-s2,d2; A2-s3,d2; B-s3,d0; B-s3,d1; B-s1,d2; B-s2,d2; B-s3,d2; C-s1,d0; C-s2,d0; C-s1,d1; C-s2,d1	B-s1,d1; B-s2,d1; B-s3,d1; C-s1,d0; C-s2,d0; C-s3,d0
3	D _{FL} -s2	C-s3,d0; C-s3,d1; C-s1,d2; C-s2,d2; C-s3,d2; D-s1,d0; D-s2,d0; D-s1,d1; D-s2,d1	C-s1,d1; C-s2,d1; C-s3,d1; D-s1,d0; D-s2,d0
NC	F _{FL}	F	

(*) In neretto i «**Prodotti installati lungo le vie d'esodo**» in luogo della classe 1

ESCLUSIONE DEI REQUISITI DI REAZIONE AL FUOCO

Se non diversamente determinato con specifica valutazione del rischio, **non è richiesta la verifica** dei seguenti materiali:

- materiali **stoccati** o in processi produttivi (*beni in deposito, vendita, esposizione, ...*);
- **elementi strutturali portanti** per i quali sono richiesti **requisiti di resistenza al fuoco**;
- **materiali protetti** con separazioni di idonea classe di resistenza al fuoco.



... esclusione dei requisiti di reazione al fuoco

Relativamente alle **strutture portanti** in **legno** con requisiti di **resistenza al fuoco**, **non è richiesta** la classificazione alla **reazione al fuoco** per:

- Elementi a sviluppo lineare come **travi** e **pilastri** (*Lett. circ. n. 9749/4122 del 9/5/1989*);
- Elementi **piani**³⁹ (*verticali e orizzontali*)



Se su tali elementi sono applicati **rivestimenti**, questi devono rispondere ai requisiti di **reazione al fuoco** previsti.

³⁹ Il Codice di p.i. estende l'esenzione anche agli elementi piani, in analogia a quanto previsto per travi e pilastri.

ASPETTI COMPLEMENTARI

La **verifica dei requisiti minimi** di reazione al fuoco va effettuata rispettando:

- per i **materiali da costruzione:** **DM 10/3/2005⁴⁰**
- per gli **altri materiali:** **DM 26/6/1984⁴¹**

Il D.M. 10/3/2005 ha integrato e modificato di fatto il D.M. 26/6/1984 e il successivo D.M. 3/9/2001 e pertanto, in genere, con la dizione [D.M. 26/6/1984](#) **si intende l'intero impianto coordinato** dei suddetti decreti.

⁴⁰ **DM 10/3/2005** «Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio» coord. con le modifiche apportate dal **DM 25/10/2007**.

⁴¹ **DM 26/6/1984** «Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi» coord. con le modifiche apportate dal **DM 3/9/2001**.

La Reazione al fuoco nelle regole tecniche verticali

Alcune **regole tecniche** di prevenzione incendi (*es. locali di pubblico spettacolo, alberghi, scuole, ospedali, ecc.*) **prescrivono per alcuni ambienti** in funzione della destinazione d'uso **l'uso di materiali** con una determinata **classe di reazione al fuoco**.



RESISTENZA AL FUOCO

PREMESSE

Resistenza al fuoco: Riguarda la **capacità portante** in caso d'incendio, per una struttura, parte o elemento strutturale e la **capacità di compartimentazione** per gli elementi di separazione **strutturali** (*muri, solai, ...*) e **non strutturali** (*porte, divisori, ...*).

Finalità: garantire la **capacità portante delle strutture** in condizioni d'incendio nonché la **capacità di compartimentazione**, per un **tempo minimo** necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza di prevenzione incendi.

È complementare alle misure di compartimentazione.

... premesse

Resistenza al fuoco degli elementi **portanti** o **separanti**.

Tali elementi sono classificati da un **numero** che esprime i **minuti** per i quali conservano le caratteristiche di **resistenza meccanica (R)**, **tenuta ai prodotti della combustione (E)**, e **isolamento termico (I)**.

Es. REI 90



La **resistenza al fuoco** è l'attitudine di un elemento costruttivo a:

Stabilità

R

Conservare la resistenza meccanica.

Tenuta

E

Non fare passare fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto al fuoco.

Isolamento termico

I

Ridurre la trasmissione del calore.

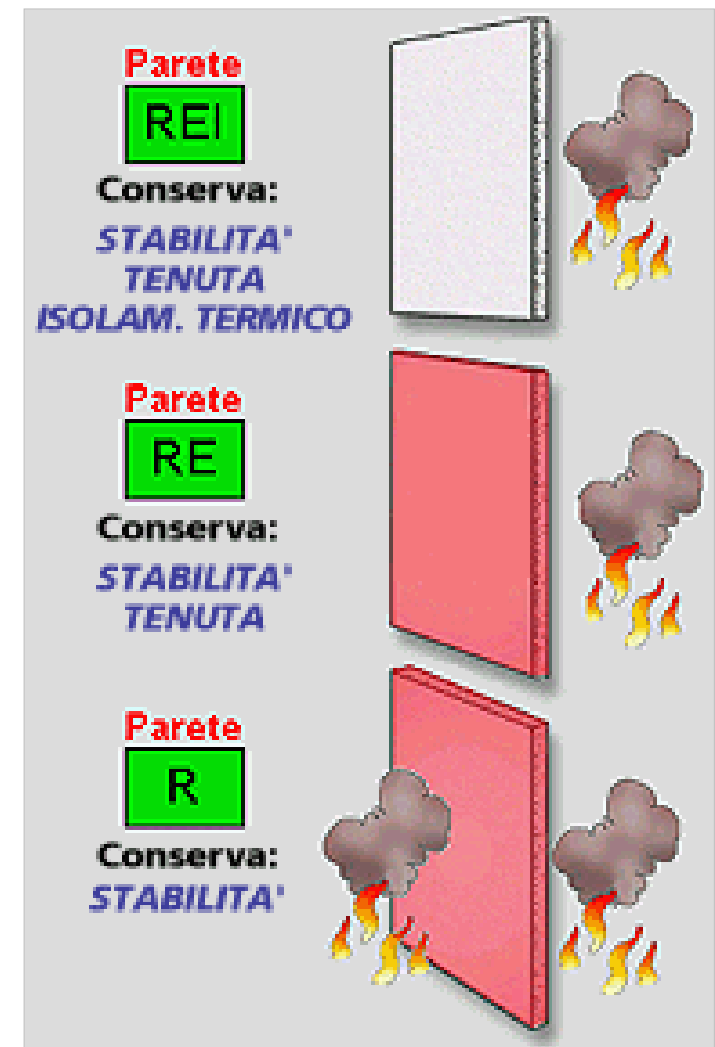


REI : identifica un elemento che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**, la **tenuta** e l'**isolamento termico**;

RE : identifica un elemento che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità** e la **tenuta**;

R : identifica un elemento che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**;

EI : identifica un elemento che deve conservare, per un determinato tempo, la **tenuta** e l'**isolamento termico**.



Gli elementi portanti e separanti (*pilastri, travi, muri, solai, porte, divisori, ecc.*) sono classificati da un **numero** che esprime i **mi-nuti** per i quali conservano le caratteristiche **R, E o I**, come ad es:

R 45	R 60	R 120
RE 45	RE 60	RE 120
REI 45	REI 60	REI 120
EI 45	EI 60	EI 120

La **classe del compartimento** esprime, in minuti, la durata minima di resistenza al fuoco richiesta all'elemento di separazione.

Esempi di classi:

Classe 15 - 20 - 30 - 45 - 60 - 90 - 120 - 180 - 240 - 360

Protezione delle strutture

Per la protezione delle strutture, in particolare **metalliche**, alcuni particolari rivestimenti tra cui **vernici intumescenti**, conseguono un'azione protettiva delle strutture sulle quali sono applicate, realizzando un grado di resistenza al fuoco.



*Questi elementi protettivi ininfiammabili possiedono capacità isolanti al calore, con la particolarità di **rigonfiarsi, schiumando, generando uno strato isolante** in caso di alte temperature.*

PRINCIPALI DEFINIZIONI

Carico di incendio [MJ]: **potenziale termico** netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, **corretto** in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.

Convenzionalmente **1 MJ** è assunto pari a **0,057 Kg legna equiv.**
(ossia 1 kg_{leq} è assunto pari a 17.5 MJ, o più precisamente 1/0,057= 17,54 MJ).

$$1 \text{ MJ} = 239 \text{ Kcal} \Rightarrow 1 \text{ kg}_{leq} = 239 \times 17,54 = 4192 \text{ Kcal/Kg}$$

$$q = \sum g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i$$

g: massa
H: potere calorifico inferiore

↑
potenziale termico

↑
Fattori correttivi

Carico d'incendio specifico: q_f [MJ/m²]

Carico di Incendio, **riferito all'unità di superficie (lorda)**

$$q_f = q / A$$

Il pedice «f» sta per «floor».

Carico d'incendio specifico di progetto: q_{fd} [MJ/m²]

Carico d'incendio specifico corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio del compartimento e dei fattori relativi alle misure di protezione presenti.

*È la **grandezza di riferimento** per le valutazioni della resistenza al fuoco.*

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

Superficie in pianta lorda di un compartimento: A [m²]

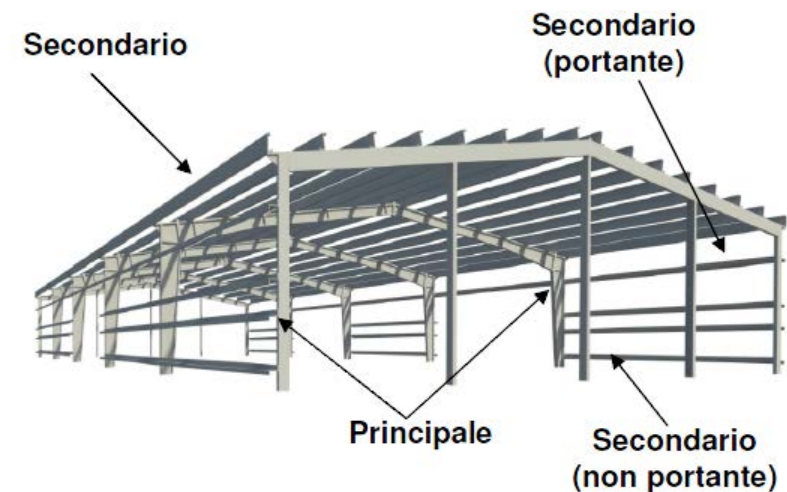
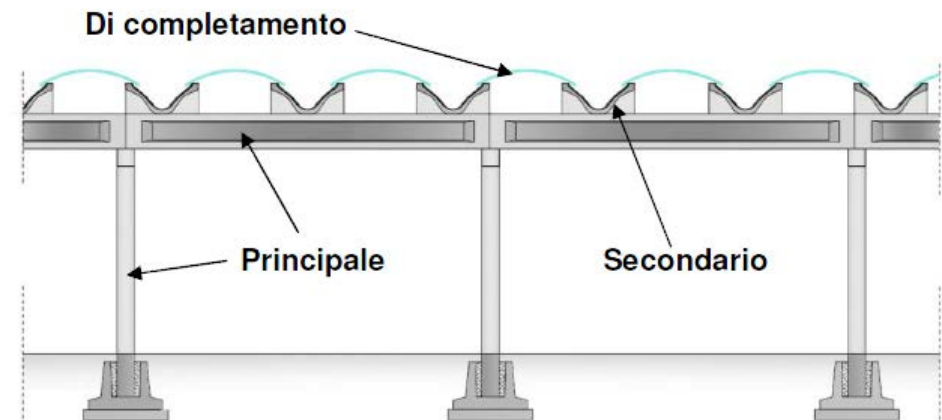
compresa entro il perimetro interno del compartimento.

Elementi strutturali principali:

elementi il cui cedimento per incendio compromette almeno una delle seguenti capacità:
capacità portante degli altri elementi strutturali; efficacia di elementi costruttivi di compartimentazione; sistemi di protezione attiva; esodo; sicurezza soccorritori.

Elementi strutturali secondari:

tutti quelli non principali.



LIVELLI DI PRESTAZIONE

La **metodologia** dell'individuazione di **livelli prestazionali** (I, II, III, IV, ...) è stata introdotta per la prima volta in Italia nel campo della resistenza al fuoco con il [D.M. 9/3/2007](#).

Successivamente il c.d. «Codice di prevenzione incendi» [D.M. 3 agosto 2015](#) ha esteso tale **metodologia** a tutte le altre «**misure antincendio**» (*Reazione al fuoco, compartimentazione, esodo, gestione della sicurezza, controllo dell'incendio, ...*).

Di seguito si farà un cenno ai livelli di prestazione del Codice.



METODOLOGIA DI PROGETTAZIONE

2) Attribuzione del **livello** di prestazione (*I, II, III, IV, V*).

- Livello I: **Assenza di conseguenze esterne** per collasso strutt.
- Livello II: Requisiti per un **periodo** sufficiente all'**evacuazione**
- Livello III: Requisiti per un **periodo congruo**
- Livello IV: **limitato danneggiamento**
- Livello V: **totale funzionalità**

3) Per ogni **livello di prestazione** sono specificati i **criteri** di attribuzione dei livelli di prestazione.

4) Scelta delle **soluzioni** progettuali.

LIVELLO I [1/2]

Il **livello I** (*Assenza di conseguenze esterne per collasso strutturale*) è attribuibile a opere da costruzione molto semplici e ritenute poco pericolose, per le quali di norma siano verificate tutte queste condizioni:

- Attività con **un solo responsabile**.
- Attività **compartimentate** rispetto a adiacenti e **strutturalmente separate**.
- Attività **senza occupanti** (*esclusi addetti occasionali*).

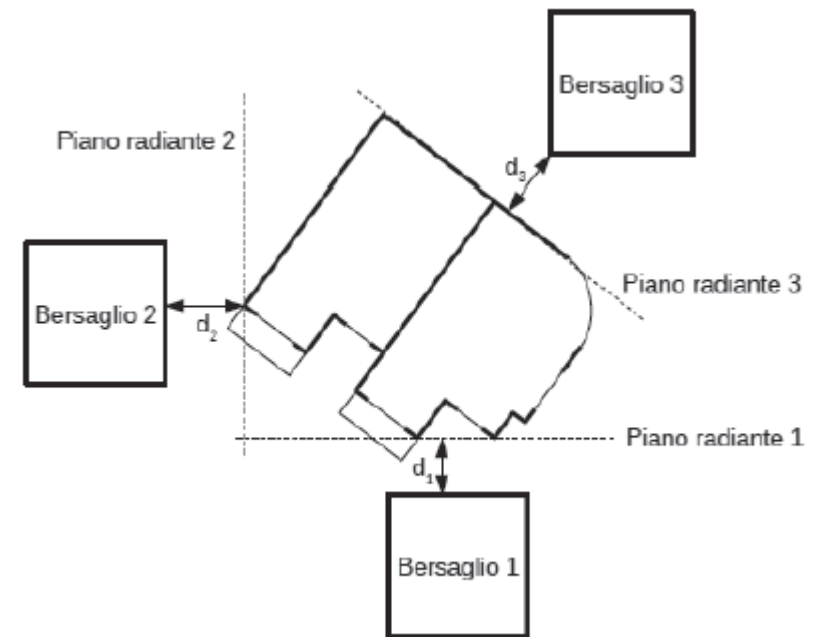
LIVELLO I [2/2]

Distanza di separazione su spazio a cielo libero verso le altre costruzioni e non inferiore alla massima altezza della costruzione.

Non richieste prestazioni minime di resistenza al fuoco.

Il Responsabile dell'attività accetta il **collasso strutturale**.

A differenza del DM 9/3/2007, il Codice consente il livello I (nessuna prestazione minima di R.F.) per le attività soggette.



LIVELLO II [1/2]

Condizioni per assegnare il **livello II** (*Resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione*).

- Attività **compartimentate** rispetto a adiacenti.
- Attività **anche non strutturalmente separate**, purché eventuale cedimento di porzione non danneggi il resto dell'opera.
- Attività con **un solo responsabile**.
- Occupanti in stato di **veglia** e con **familiarità**.
- Attività **non** destinata a **disabili**, **non** molto **affollata**, **non** troppo «**profonda**» né «**alta**».

LIVELLO II [2/2]

Distanza di separazione come Livello I.

La classe di resistenza al fuoco è **indipendente da $q_{f,d}$** .

Classe di **resistenza al fuoco ≥ 30** .

Rispetto al DM 9/3/2007 è prevista solo la classe 30 (invece di 30 per 1 piano f.t. senza interrati e 60 fino a 2 piani f.t. e un interrato).

Consentite **classi inferiori se compatibili con il livello III**.

LIVELLO III

Il **livello III** (*Resistenza al fuoco per un periodo congruo*) è **attribuito per esclusione**, per attività non comprese negli altri criteri.

Classe minima di resistenza al fuoco stabilita in **funzione del $q_{f,d}$** come da **tabella**.

Rispetto all'analoga tabella del DM 9/3/2007 per livello di prestazione III, il Codice ha previsto alcune riduzioni per la classe minima di resistenza al fuoco come, ad esempio, il limite per nessun requisito, che è salito da 100 a 200 MJ/m² (da $\approx 5,5$ a 11 kg_{leq}/m²).

Classe minima di resistenza al fuoco

Tabella:

$q_{f,d}$		Classe
[MJ/m ²]	[kg _{leq} /m ²]	
$q_{f,d} \leq 200$	≤ 11	0
$q_{f,d} \leq 300$	≤ 17	15
$q_{f,d} \leq 450$	≤ 26	30
$q_{f,d} \leq 600$	≤ 34	45

$q_{f,d}$		Classe
[MJ/m ²]	[kg _{leq} /m ²]	
$q_{f,d} \leq 900$	≤ 51	60
$q_{f,d} \leq 1200$	≤ 68	90
$q_{f,d} \leq 1800$	≤ 103	120
$q_{f,d} \leq 2400$	≤ 137	180
$q_{f,d} > 2400$	> 137	240

Il Codice ha previsto **riduzioni rispetto al DM 9/3/2007**:

- **Classe 0** per $q_{f,d} \leq 200$ MJ/m² (*invece di 100*);
- **Classe 15** per $q_{f,d} \leq 300$ MJ/m² (*invece di 200*).

LIVELLI IV e V

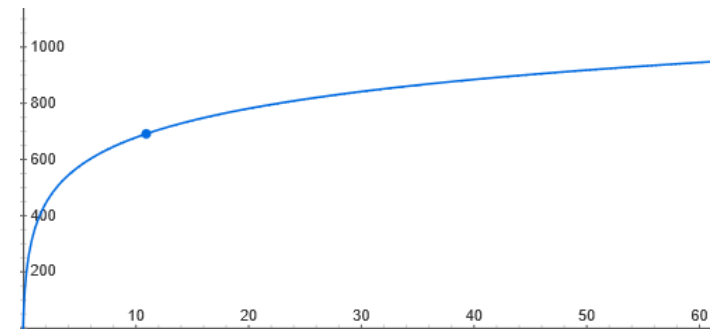
I **livelli IV** (*limitato danneggiamento*) e **V** (*totale funzionalità*) sono **attribuiti** su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Oltre alla verifica dei **livelli precedenti**, il progettista deve effettuare **ulteriori verifiche**.

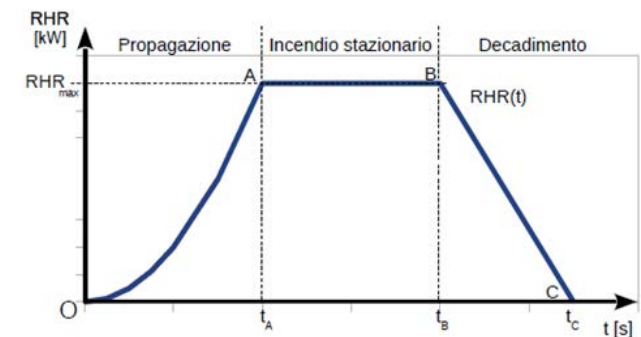
CURVE NOMINALI E CURVE NATURALI D'INCENDIO

L'andamento delle temperature può essere valutato con:

- **Curve nominali** d'incendio (*rappresentano incendi convenzionali di progetto*), per l'intervallo di tempo pari alla classe di resistenza al fuoco prevista **senza fase di raffreddamento**.



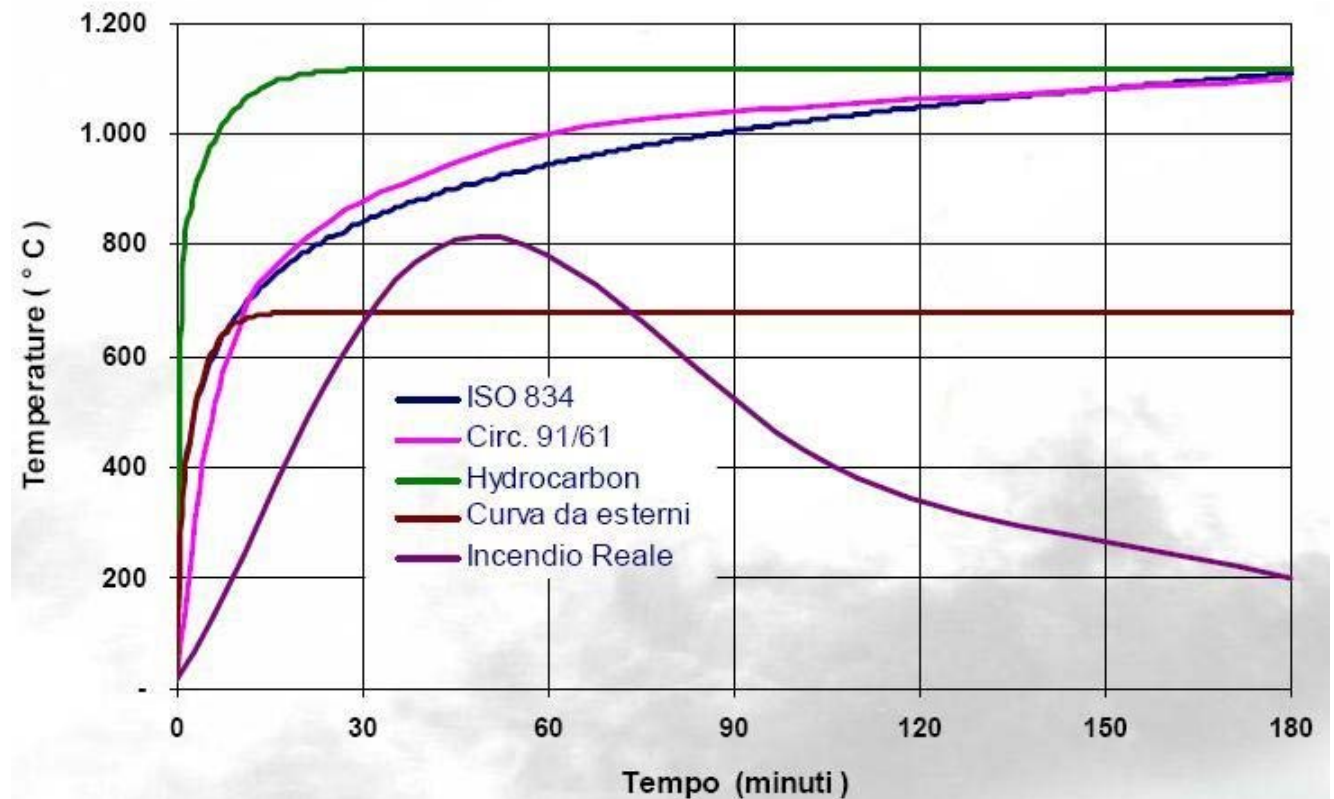
- **Curve naturali** d'incendio, tengono conto dell'intera durata dello stesso, **compresa la fase di raffreddamento** fino al ritorno alla temperatura ambiente.



CURVE NOMINALI

Sono **curve convenzionali** generalmente **monotone crescenti** e pertanto ben riproducibili in laboratorio.

Trascurano la fase d'innesco e prima propagazione avendo inizio dal flash over.



Terminano in corrispondenza della classe del compartimento, **senza fase di raffreddamento.**

CURVE NOMINALI

Curva nominale standard (ISO 834): riferite per le classi di resistenza al fuoco.

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8 \cdot t + 1)$$

Curva nominale degli idrocarburi: esclusivamente per la determinazione della capacità portante delle strutture.

$$\theta_g = 1080 (1 - 0,325 \cdot e^{-0,167 t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}) + 20$$

Curva nominale esterna: per incendi all'interno del compartimento, ma che coinvolgono strutture poste all'esterno.

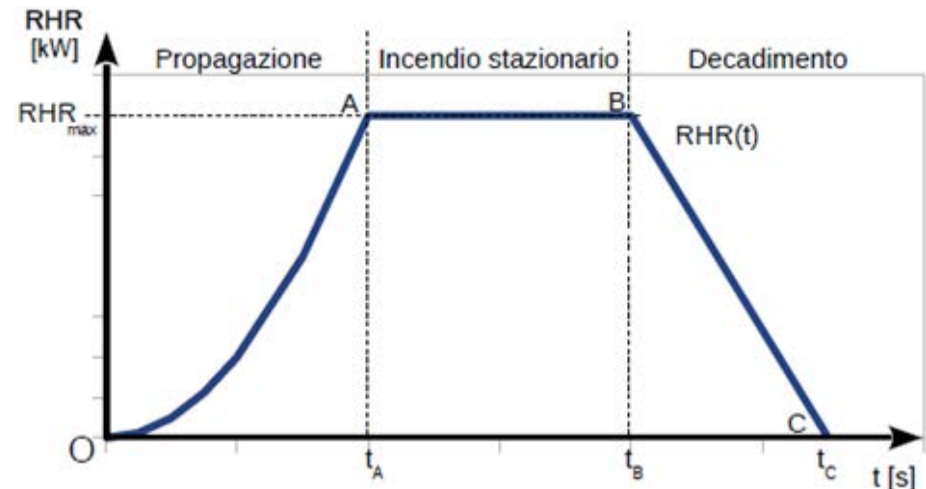
$$\theta_g = 660 (1 - 0,687 \cdot e^{-0,32 t} - 0,313 \cdot e^{-3,8 t}) + 20$$

ϑ_g : temperatura media gas di combustione [$^{\circ}\text{C}$]; t : tempo [min]

CURVE NATURALI

Per progetti con **approccio pre-stazionario** si fa riferimento a una **curva naturale d'incendio**, determinata con modelli d'incendio:

- sperimentali;
- numerici semplificati;
- numerici avanzati.



Le curve d'incendio naturale sono determinate per lo specifico compartimento e facendo riferimento al q_{fd} , ponendo $\delta_{ni} = 1$ (*coefficienti relativi alle misure antincendio*).

CALCOLO DI q_{fd} E CLASSIFICAZIONE DI RESISTENZA AL FUOCO

Il **codice di prevenzione incendi** fornisce indicazioni sulla procedura per il calcolo del carico di incendio specifico di progetto ($q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$) e sulla classificazione di resistenza al fuoco, in alternativa a:

- [DM 9/3/2007](#) «*Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del CNVVF*»
- [DM 16/2/2007](#) «*Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*».

CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [MJ/m^2]$$

δ_{q1} fattore che tiene conto del rischio d'incendio in relazione alla **dimensione del compartimento**.

δ_{q2} fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di **attività** svolta nel compartimento.

$\delta_n = \prod_i \delta_i$ fattore che tiene conto delle differenti **misure di protezione** adottate.

q_f carico di incendio specifico $[MJ/m^2]$.

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

δ_{q1} fattore «**dimensione del compartimento**»

Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
$A < 500$	1,00	$2.500 \leq A < 5.000$	1,60
$500 \leq A < 1.000$	1,20	$5.000 \leq A < 10.000$	1,80
$1.000 \leq A < 2.500$	1,40	$A \geq 10.000$	2,00

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

δ_{q2} fattore «attività»

Rischio	Descrizione	δ_{q2}
I	Aree con basso rischio d'incendio (<i>in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza</i>).	0,8
II	Aree con moderato rischio d'incendio (...)	1,0
III	Aree con alto rischio d'incendio (...)	1,2

Classificazione del rischio per il fattore δ_{q2}

*La classificazione è di tipo qualitativo e, in **analogia all'app. B** alla norma **UNI 10779**, la valutazione deve tener conto di:*

*- **quantità e combustibilità dei materiali**; - possibili **fonti di innesc****o**; - possibilità di **propagazione** delle fiamme; - **caratteristiche planovolumetriche**; - **ventilazione** del compartimento.*

*Viste le finalità del calcolo, non si considera l'aggravio di rischio derivante dagli effetti dell'incendio sulle persone (**grado di affollamento, vulnerabilità individui, stato vigilanza, ecc.**).*

Norma UNI 10779 - Appendice B

Criteri di dimensionamento degli impianti

Livelli di pericolosità

*La norma UNI 10779 individua **3 livelli di pericolosità** in base al contenuto e alla probabilità di sviluppo di un incendio.*

Livello 1 – Livello 2 – Livello 3

La definizione dei livelli non può essere eseguita semplicemente tramite verifica di parametri prestabiliti, ma secondo esperienza e valutazione oggettiva delle condizioni specifiche dell'attività.

I criteri utilizzati devono essere esplicitati nella relazione di progetto affinché siano noti nel tempo anche al gestore.

Livello di pericolosità 1: attività di lavorazione di materiali prevalentemente incombustibili ed alcune delle **attività di tipo residenziale**, di **ufficio**, ecc., a **basso carico d'incendio**.

Si possono assimilare a quelle definite di classe LHed OH1 dalla UNI EN12845.

Livello di pericolosità 2: attività di lavorazione in genere che non presentano **accumuli** particolari di **merci combustibili** e nelle quali sia **trascurabile la presenza di sostanze infiammabili**.

Si possono assimilare a quelle definite di classe OH2, 3 e 4 dalla UNI EN12845.

Livello di pericolosità 3: aree di **magazzinaggio intensivo** come definito dalla UNI EN 12845; aree dove sono presenti materie plastiche espanse, liquidi infiammabili; aree dove si lavorano o depositano merci ad alto pericolo d'incendio quali cascami, prodotti vernicianti, prodotti elastomerici, ecc.

Si possono assimilare a quelle definite di classe HHP e/o HHS dalla UNI EN 12485.

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

$\delta_n = \prod_i \delta_i$ fattore «**misure di protezione**» (è il prodotto di 10 fattori)

Misura antincendio minima		δ_{ni}	
Controllo dell'incendio di livello di prestazione III (capitolo S.6)	rete idranti con protezione interna	δ_{n1}	0,90
	rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n2}	0,80
Controllo dell'incendio di livello di prestazione IV (capitolo S.6)	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna	δ_{n3}	0,54
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna	δ_{n4}	0,72
	sistema automatico ad acqua o schiuma e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n5}	0,48
	altro sistema automatico e rete idranti con protezione interna ed esterna	δ_{n6}	0,64
Gestione della sicurezza antincendio di livello di prestazione II [1] (capitolo S.5)		δ_{n7}	0,90
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (capitolo S.8)		δ_{n8}	0,90
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione III (capitolo S.7)		δ_{n9}	0,85
Operatività antincendio di livello di prestazione IV (capitolo S.9)		δ_{n10}	0,81
[1] Gli addetti antincendio devono garantire la presenza continuativa durante le 24 ore.			

CONFRONTO CON IL DM 9/3/2007

La procedura per il calcolo di $q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$ è simile (con qualche differenza) a quella del [DM 9/3/2007](#).

*I coefficienti δ_{ni} sono **10 invece dei 9** previsti dal DM 9/3/2007, e sono stati **riorganizzati** in accordo con i vari capitoli del Codice.*

$$q_{fd} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$$

q_f : si può determinare mediante **3 approcci**:

1) Valore orientativo per attività (Valutazione statistica)

È possibile specificare il tipo di attività (p. es. falegnamerie, officine, centri commerciali, ecc.). In tal caso, si deve far riferimento a valori con probabilità di superamento < 20%. Il frattile 80 % è il valore che statisticamente ha la probabilità di essere superato nel 20 % dei casi.

2) Valore orientativo per arredi presenti e/o merci in deposito

È possibile specificare una combinazione di arredi (es. armadi, letti, ecc.) e di merci in deposito nel compartimento (es. cavi, copertoni, ecc.)

3) Mediante la formula



$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

APPROCCIO 1 - DETERMINAZIONE STATISTICA

In alternativa alla formula, si può determinare q_f attraverso la **valutazione statistica** adottando valori con probabilità di superamento $< 20\%$ (*frattile 80 %*).

*In caso di presenza di **strutture portanti lignee** va seguita l'apposita procedura.*

*In caso di **distribuzione uniforme** di q , lo **spazio di riferimento** coincide con il **compartimento antincendio** e q_f è quindi riferito alla superficie lorda del piano del compartimento.*

*In caso di **distribuzione disomogenea** del carico di incendio, q_f è riferito anche all'effettiva distribuzione.*

I valori di q riportati in letteratura sono ottenuti tramite sperimentazioni e rappresentano generalmente valori medi.

Per calcolare il frattile 80%, è necessario moltiplicare il valore medio per un coefficiente amplificativo, distinguendo:

- **Attività con variabilità molto limitate** per mobilio o merci in deposito (abitazioni, alberghi, ospedali, uffici e scuole) $\Rightarrow 1,20 \leq C \leq 1,50$
- **Attività con variabilità maggiori** per mobilio o merci in deposito (centri commerciali, grandi magazzini, attività industriali) $\Rightarrow 1,20 \leq C \leq 1,75$

All'interno di tali intervalli si individuerà il valore appropriato.

In appendice E alla **norma EN 1991-1-2** (*eurocodice 1, parte 1-2 azioni sulle strutture esposte al fuoco*) è presente una **tabella** con q_f per diverse destinazioni d'uso, come valore medio e frattile 80%.

Norma EN 1991-1-2.

Attività	Valore medio		Frattile 80%	
	(MJ/m ²)	(Kg _{leq} /m ²)	(MJ/m ²)	(Kg _{leq} /m ²)
Civili abitazioni	780	44,5	948	54,0
Ospedali (stanza)	230	13,1	280	16,0
Alberghi (stanza)	310	17,7	377	21,5
Biblioteche	1500	85,5	1824	104,0
Uffici	420	23,9	511	29,1
Scuole	285	16,2	347	19,8
Centri commerciali	600	34,2	730	41,6
Teatri (cinema)	300	17,1	365	20,8
Trasporti (spazio pubblico)	100	5,7	122	7,0

APPROCCIO 2 - VALORE ORIENTATIVO PER ARREDI E/O MERCI IN DEPOSITO

È possibile specificare una combinazione di **arredi** (*armadi, letti, ecc.*) e di **merci in deposito** nel compartimento (*cavi, copertoni, etc.*).

Per alcuni **elementi di arredo** (*poltrone, armadi, letti, tavoli, ecc.*), q_f è relativo al singolo **pezzo** [**MJ/pezzo**] es.:

- *Armadio per abiti a 2 ante (contenuto incluso):* $q_f = 1674 \text{ MJ/Pezzo}$
- *Divano:* $q_f = 837 \text{ MJ/Pezzo}$
- *Letto (con materasso, lenzuola, cuscino, coperte ecc.):* $q_f = 1080 \text{ MJ/Pezzo}$

Per **altri** (*tende, tappeti, ecc.*), q_f è relativo alla **superficie** [**MJ/m²**] es.:

- *Tappeto (per metro quadro):* $q_f = 47 \text{ MJ/m}^2$
- *Tende (per m² di superficie della finestra):* $q_f = 23 \text{ MJ/m}^2$

Per **merci in deposito** q_f è relativo al **volume** [**MJ/m³**] es.:

- *Elettrodomestici:* $q_f = 47 \text{ MJ/m}^3$
- *Scatole di cartone:* $q_f = 2500 \text{ MJ/m}^3$
- *Tendaggi:* $q_f = 1000 \text{ MJ/m}^3$

APPROCCIO 3 - VALORE ORIENTATIVO PER MATERIALE

Formula del carico d'incendio

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

A Superficie in pianta lorda del compartimento [mq]

g_i Massa dell'i-esimo materiale [kg]

H_i Potere calorifico inferiore [MJ/kg]

H_i dei materiali combustibili si può determinare per via sperimentale secondo UNI EN ISO 1716:2002, dedotti dal prospetto E3 della norma UNI EN 1991-1-2, o da letteratura tecnica

m_i Fattore di partecipazione alla combustione

- **m = 0,80** per legno e altri materiali di natura cellulosica
- **m = 1** per tutti gli altri materiali combustibili

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A}$$

ψ_i Fattore di limitazione della partecipazione alla combustione

- **ψ = 0** per materiali in contenitori progettati per resistere al fuoco
- **ψ = 0,85** per materiali in contenitori non combustibili e non appositamente progettati per resistere al fuoco, ma che conservino l'integrità durante l'incendio (fusti, contenitori o armadi metallici, ...); non valido quindi per contenitori in vetro, bombolette spray, o altri recipienti di facile cedimento in presenza di incremento della temperatura.
- **ψ = 1** in tutti gli altri casi

CALCOLO DEL CONTRIBUTO AL CARICO DI INCENDIO DI STRUTTURE IN LEGNO

Scopo del calcolo di q_f , è la determinazione della classe del compartimento, in base alla quale verificare successivamente la resistenza al fuoco degli elementi strutturali lignei.



Quindi emergerebbe una contraddizione tra un elemento strutturale ligneo che partecipa al carico di incendio (*e al processo di combustione*) e lo stesso elemento ligneo che poi deve essere verificato ai fini della resistenza al fuoco.

Metodologia di calcolo

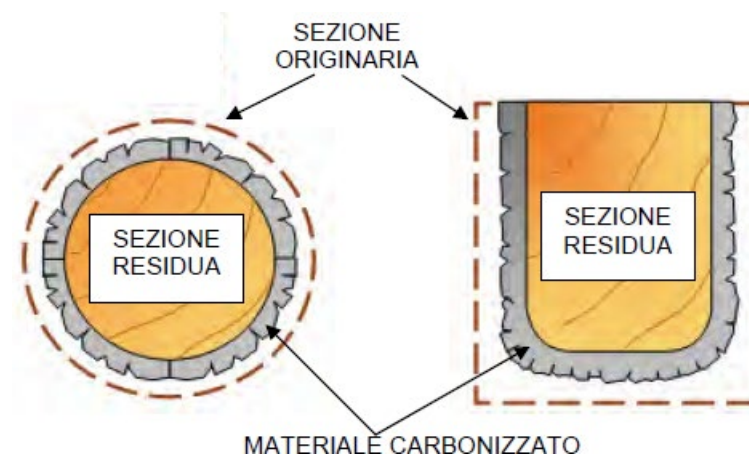
- 1) Si determina la **classe** del compartimento **prescindendo** inizialmente dalla presenza degli **elementi strutturali lignei**. Al primo tentativo si prevede una classe minima di 15 minuti.
- 2) Si calcola lo **spessore di carbonizzazione** degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata, adottando valori di **velocità di carbonizzazione** come da norma **UNI EN 1995-1-2** «*Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio*»;
- 3) Si determina definitivamente la **classe del compartimento**, tenendo conto del carico d'incendio specifico relativo alle **parti di elementi lignei corrispondenti allo spessore** di cui al p.to 2.

Norma EN 1995-1-2

Essenza	Tipologia di legno	mm/min
a) Legname tenero (conifere) e faggio	Legno laminato incollato densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno massiccio densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
b) Legname duro (latifoglie)	Legno duro massiccio o laminato incollato densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno duro massiccio o laminato incollato densità caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55

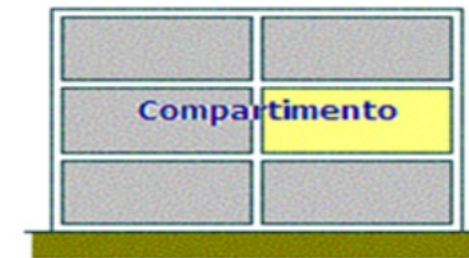
Tenendo conto del grado di approssimazione del procedimento, **non è necessario reiterare** più volte il calcolo.

Per tipologie di **legno non** riportati in **tabella** si può agire per **analogia** assumendo valori conservativi.



COMPARTIMENTAZIONE

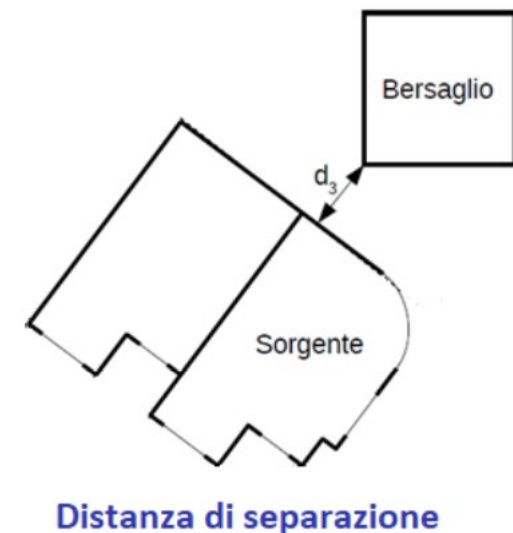
La compartimentazione è una **misura** antincendio di **protezione passiva**.



Finalità: limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

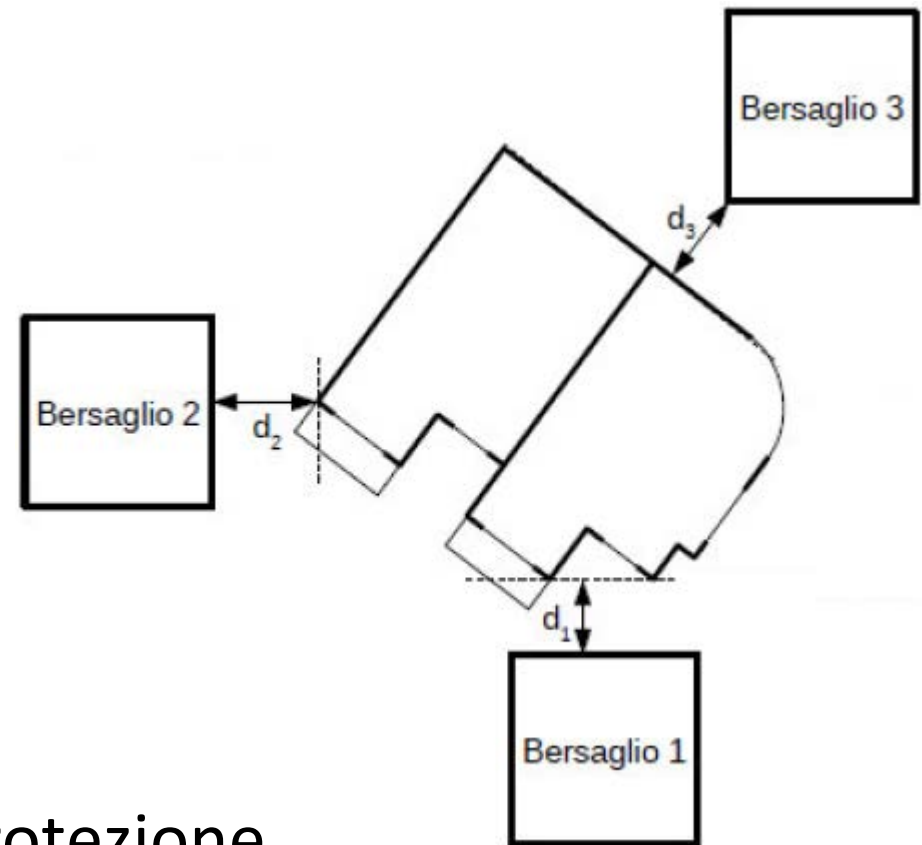
È **realizzata** mediante:

- **compartimenti** antincendio;
- **distanze di separazione**.



Separazioni con distanze di sicurezza e compartimentazione

Separare una struttura ricorrendo alla sola adozione di **distanze di sicurezza** comporta l'utilizzo di **grandi spazi** che costituiscono evidentemente una misura **poco conveniente** da un punto di vista economico.

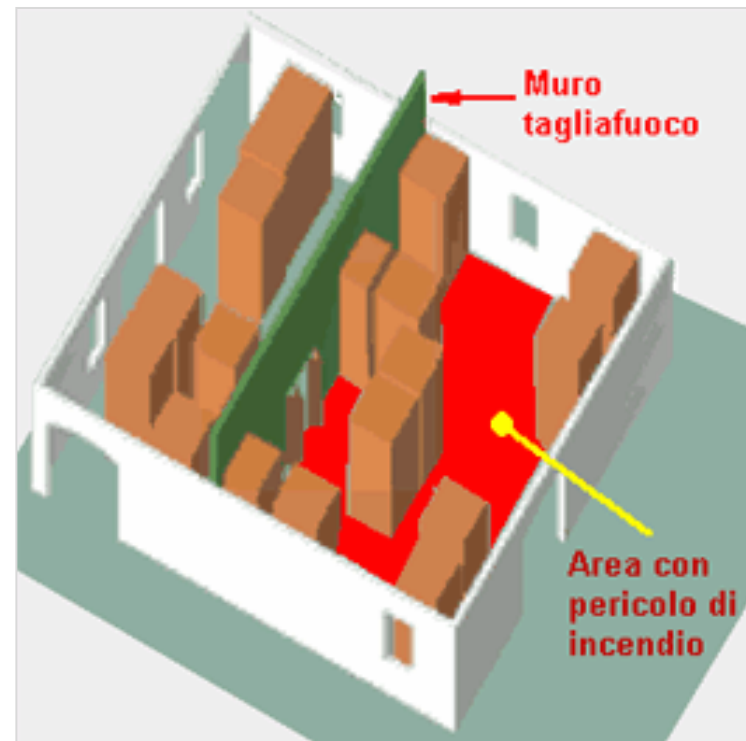


Pertanto, gli stessi obiettivi di protezione passiva possono essere raggiunti anche mediante la **compartimentazione**, con **elementi di separazione** resistenti al fuoco.

Pareti tagliafuoco

Di norma gli edifici sono **suddivisi in compartimenti**, anche costituiti da più piani, di **superficie non eccedente** quella indicata da norme specifiche o in base alla valutazione dei rischi.

*La superficie massima di un compartimento dipende da **vari parametri**: carico d'incendio, combustibilità e modalità di stoccaggio dei materiali, destinazione dei locali, affollamento, lunghezza vie d'esodo, lavorazioni, ubicazione e accessibilità, altezza dei locali, piani interrati, impianti antincendio, EFC, ecc.*



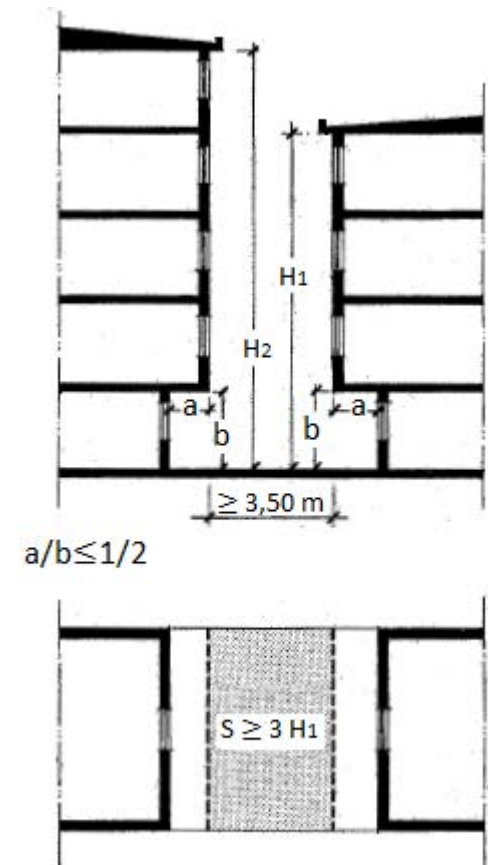
PRINCIPALI DEFINIZIONI

Spazio a cielo libero: luogo esterno alle costruzioni non delimitato superiormente (*piove all'interno*).

Definito nel «Codice», non compare tra le definizioni del [DM 30/11/1983](#).

Spazio scoperto: ha caratteristiche tali da contrastare *temporaneamente* l'incendio tra le costruzioni che lo delimitano.

Non è, in genere, un luogo sicuro.



Compartimento antincendio: parte organizzata e delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco, ossia:

- **capacità portante**: attitudine della struttura, parte o elemento, a conservare una sufficiente **resistenza (R)** meccanica sotto l'azione del fuoco, tenendo conto delle altre azioni agenti.
- **capacità di compartimentazione**: attitudine di un elemento costruttivo a conservare, sotto l'azione del fuoco, sufficiente **isolamento (I)** termico e **tenuta (E)** ai fumi e gas caldi della combustione, nonché tutte le **altre prestazioni** se richieste (W, M, S, ...).

R

E

I...

Principali elementi di compartimentazione

Capacità di un elemento costruttivo o strutturale per un certo periodo di tempo in condizioni di incendio normalizzato:

R - Capacità portante: *(per elementi strutturali)* portare i carichi;

E - Tenuta: impedire il passaggio di fumi e gas caldi;

I - Isolamento: impedire il passaggio calore;

W - Irraggiamento: limitare, l'irraggiamento termico da parte della superficie non esposta;

M - Azione meccanica: resistere all'impatto da parte di altri elementi senza perdere i requisiti di resistenza al fuoco;

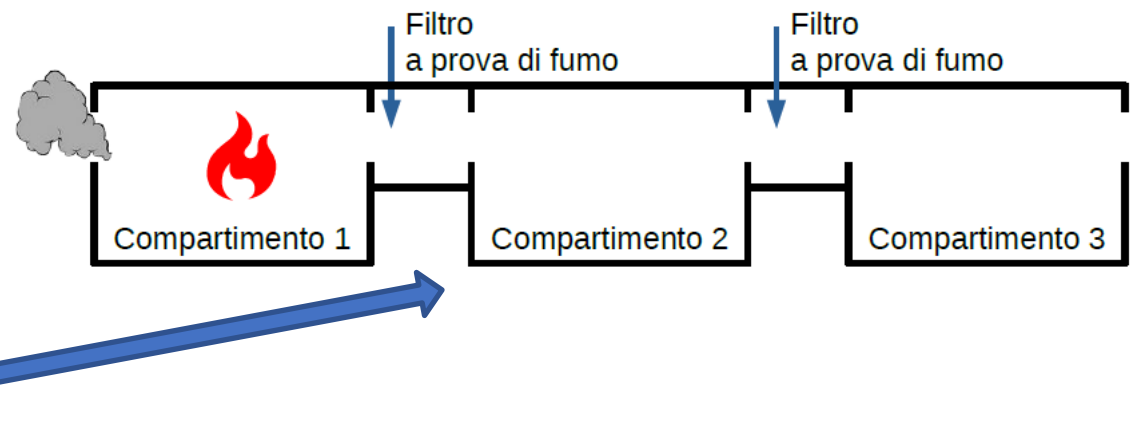
S - Tenuta di fumo: contenere fumi e gas freddi.

Compartimento a prova di fumo

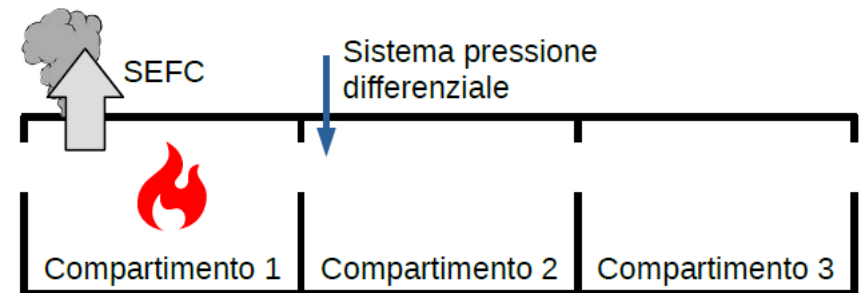
È tale da impedire l'ingresso di effluenti dell'incendio da compartimenti comunicanti.

Misure antincendio **aggiuntive**:

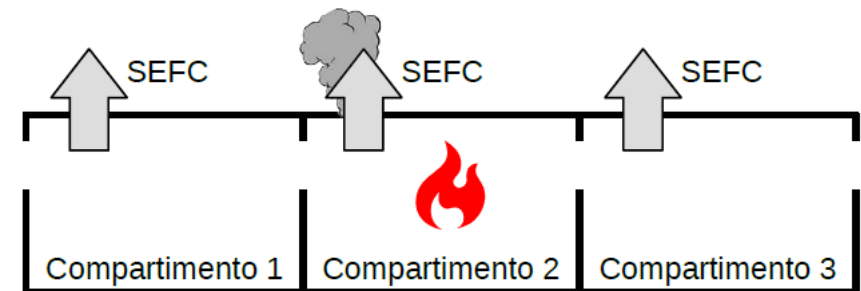
- Sistema di pressione differenziale,
- SEFC,
- Spazio scoperto,
- Filtro a prova di fumo;
- Altri compartimenti a prova di fumo.



Compartimento dotato di **si-**
stema di pressione differenziale
secondo norma UNI EN 12101-6



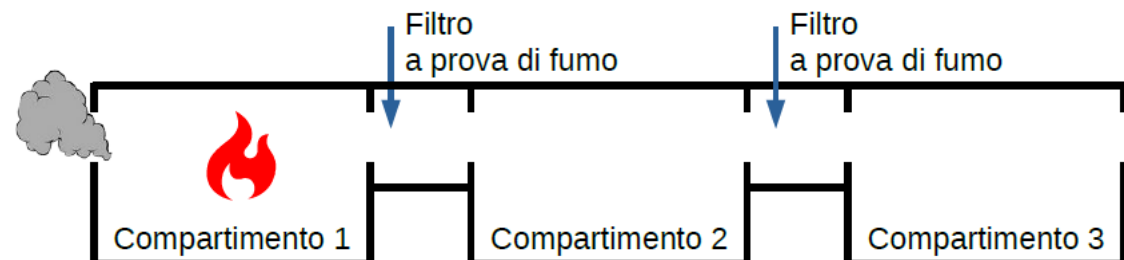
Compartimenti dotati di **SEFC**
che mantengono i fumi al di so-
pra dei varchi di comunicazione



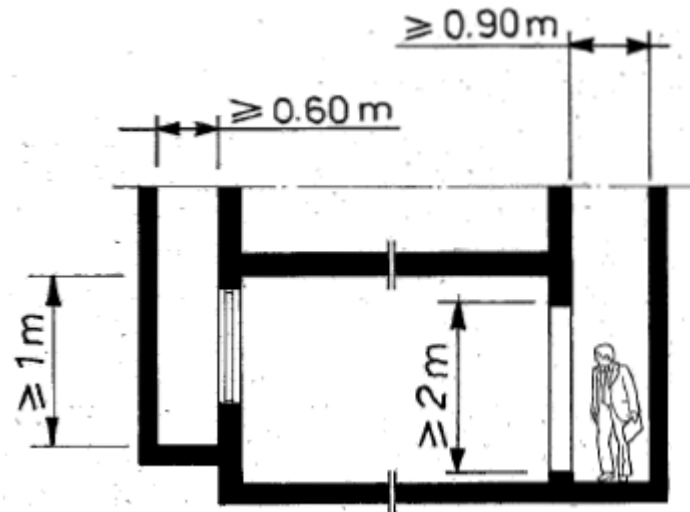
Compartimento sepa-
rato con **spazio scoperto**



Compartimento separato
con **filtro a prova di fumo**



Intercapedine antincendio: vano di distacco, *adeguatamente dimensionato* per l'aerazione, la ventilazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione, superiormente delimitato da spazio scoperto e longitudinalmente delimitato da muri perimetrali (con o senza aperture) appartenenti alla costruzione servita e da terrapieno o da muri di altra costruzione, con pari resistenza al fuoco.



*Intercapedine antincendio
DM 30/11/1983*

Il Codice non specifica le dimensioni, a differenza del DM 30/11/1983, che distingue le intercapedini ai soli scopi di aerazione/scarico e quelli per la funzione di passaggio di persone.

Filtro

Ammessa presenza di reception, portinerie, sale d'attesa, limitate apparecchiature elettriche, impianti tecnologici e servizio, ...

Compartimento antincendio con ulteriori caratteristiche:

- classe di resistenza al fuoco ≥ 30 minuti;
- munito di due o più chiusure dei varchi almeno E 30-S_a;
- $q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$ (ammesso piccolo quantitativo di materiale combustibile ($\approx 3 \text{ kg/m}^2$);
- non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose;
- non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini incendio.

Filtro a prova di fumo

È un filtro avente anche i requisiti di compartimento antincendio a prova di fumo. Nel filtro a prova di fumo si ritiene improbabile l'innesco di un incendio ed è impedito l'ingresso di effluenti dell'incendio.

Filtro con una delle seguenti caratteristiche di aerazione:

- esterno;
- camino;
- sovrappressione in emergenza⁴².



⁴² A differenza del DM 30/11/1983, che prevede che la sovrappressione deve essere garantita in ogni momento.

... protetto: qualificazione di un volume dell'attività costituente compartimento antincendio.

(es. scala –, locale –, vano –, percorso –, ...)

... a prova di fumo: capacità di un compartimento di limitare l'ingresso di fumo generato da incendio che si sviluppi in compartimenti comunicanti.

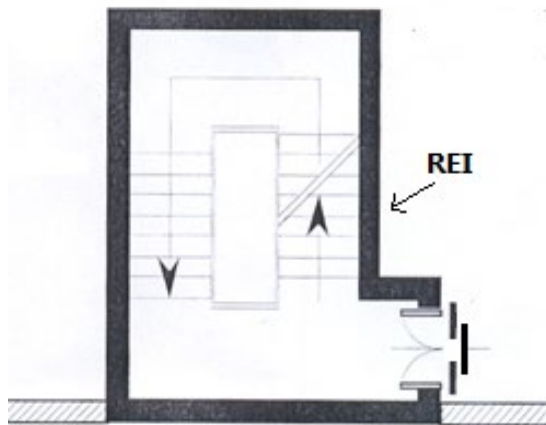
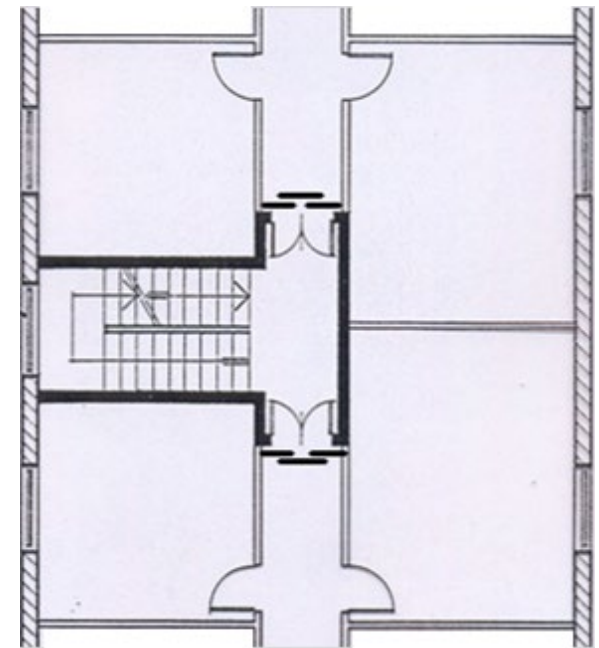
(es. scala –, vano –, percorso –, ...)

... esterno: qualificazione di una porzione dell'attività esterna all'opera da costruzione, con caratteristiche tali da contrastare temporaneamente la propagazione dell'incendio proveniente dall'opera da costruzione.

(es. scala –, percorso –, ...)

Scala protetta

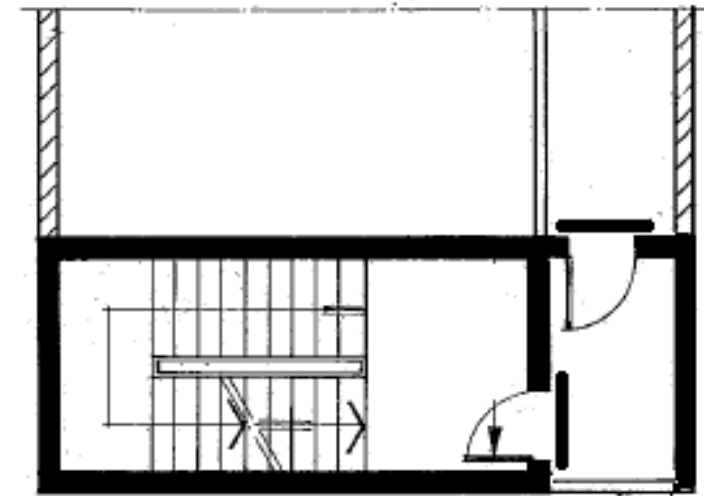
Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte di resistenza al fuoco REI predeterminata dotate di congegno di autochiusura.



Le porte delle scale devono essere mantenute chiuse o libere di chiudersi se comandate da dispositivo automatico (elettromagnete).

Scala a prova di fumo secondo il DM 30/11/1983

«Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso per ogni piano, mediante porte di resistenza al fuoco almeno RE predeterminata e dotate di congegno di autochiusura, da **spazio scoperto** o da **disimpegno aperto** per almeno un lato su spazio scoperto dotato di **parapetto a giorno**».

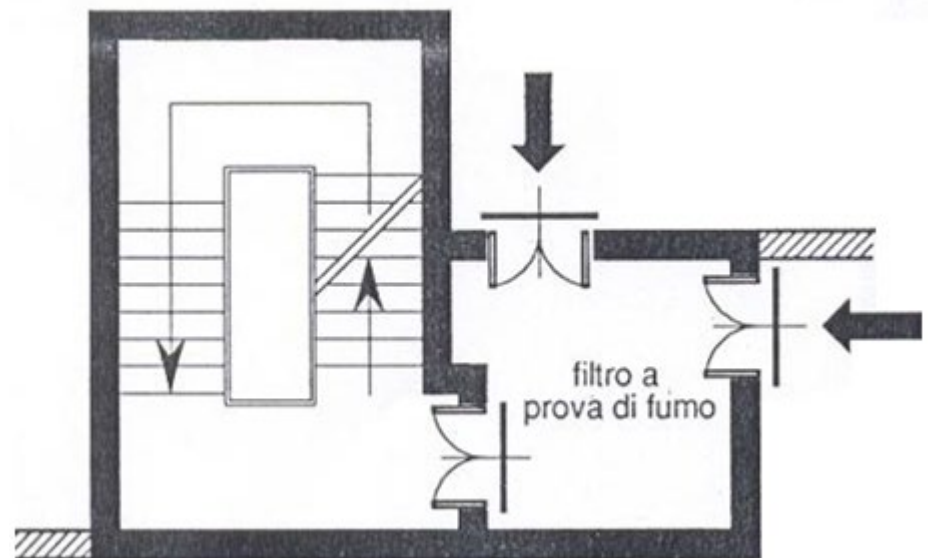


Scala a prova di fumo DM 30/11/1983

*Con il nuovo codice la definizione di **Scala a prova di fumo** cambia in maniera più favorevole ai fini della realizzazione.*

Scala a prova di fumo interna

Scala in vano costituente compartimento antincendio avente **accesso**, per ogni piano, **da filtro a prova di fumo**.



Resistenza al fuoco delle porte e degli elementi di chiusura

Per una completa ed efficace compartimentazione le comunicazioni tra le pareti tagliafuoco devono essere dotate di **elementi di chiusura** aventi le **stesse caratteristiche di resistenza al fuoco** del muro.

Tali elementi di chiusura si possono distinguere in:

- ✓ **Porte incernierate**
- ✓ **Porte scorrevoli**
- ✓ **Porte a ghigliottina**



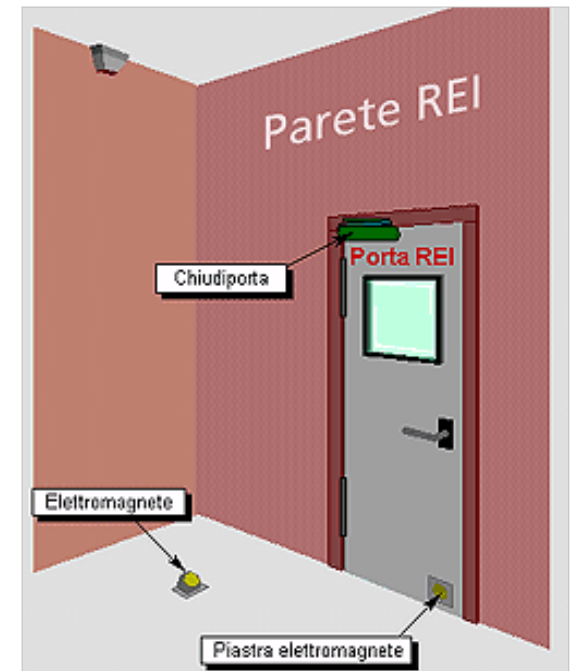
Porte incernierate

Munite di **sistemi di chiusura automatica** che in caso d'incendio si chiudono;



Porte scorrevoli

Sospese ad una guida inclinata di pochi gradi. **Normalmente** sono **in posizione aperta** trattenute da un contrappeso e un cavo con un fusibile che **in caso d'incendio** si fonde **permettendo la chiusura**;



Porte a ghigliottina

Principio analogo alle porte scorrevoli, con la differenza che il pannello è mantenuto sospeso sopra l'apertura e **le guide sono verticali**.

Segnaletica

Le **porte tagliafuoco** devono essere **contrassegnate** su **entrambi i lati** con segnale UNI EN ISO 7010-F007, riportante il messaggio:

- *«Porta tagliafuoco tenere chiusa»;*
- *«Porta tagliafuoco a chiusura automatica»* se munite di fermo elettromagnetico in apertura.



CONTINUITÀ DEI COMPARTIMENTI

Compartimentazioni orizzontali e verticali devono formare una **barriera continua e uniforme** contro la propagazione dell'incendio, ad esempio in caso di:

- **Giunzioni** tra elementi di compartimentazione
- **Attraversamento** di impianti (collari, sacchetti...)
- **Canalizzazioni** (serrande T.F., canalizzazioni R.F.)
- **Camini.**
- **Facciate** continue.
- **Ascensori** o altri condotti verticali (es. cavedi ...).



Superfici vulnerabili di chiusura esterna del compartimento

La compartimentazione di piano, orizzontale o verticale deve essere efficace anche in presenza di particolari tipi di **superfici di chiusura esterna** (es. *facciate continue, facciate ventilate, coperture, ...*).



Riferimenti: [D.M. 30 marzo 2022](#) «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le chiusure d'ambito degli edifici civili [...]» e [Lettera circolare DCPST n° 5043 del 15 aprile 2013](#) guida tecnica su «*Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili*».

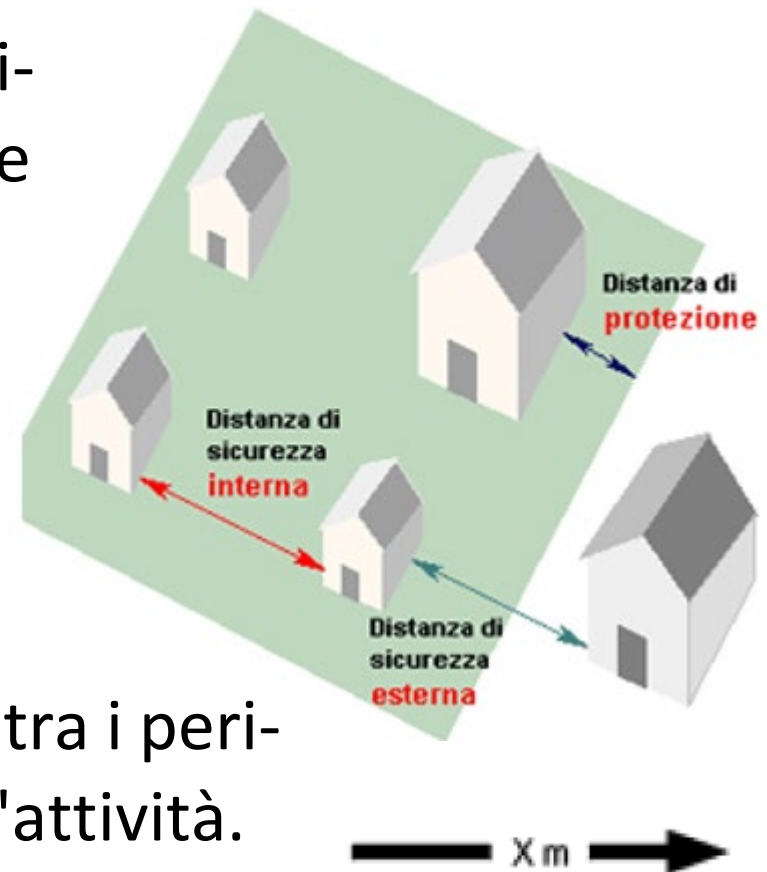
DISTANZA DI SEPARAZIONE

Distanza di separazione: distanza di sicurezza interna, esterna o di protezione

Distanza di sicurezza esterna: distanza tra perimetro di un elemento pericoloso e il perimetro del più vicino fabbricato o opera esterna.

Distanza di sicurezza interna: distanza tra i perimetri dei vari elementi pericolosi di un'attività.

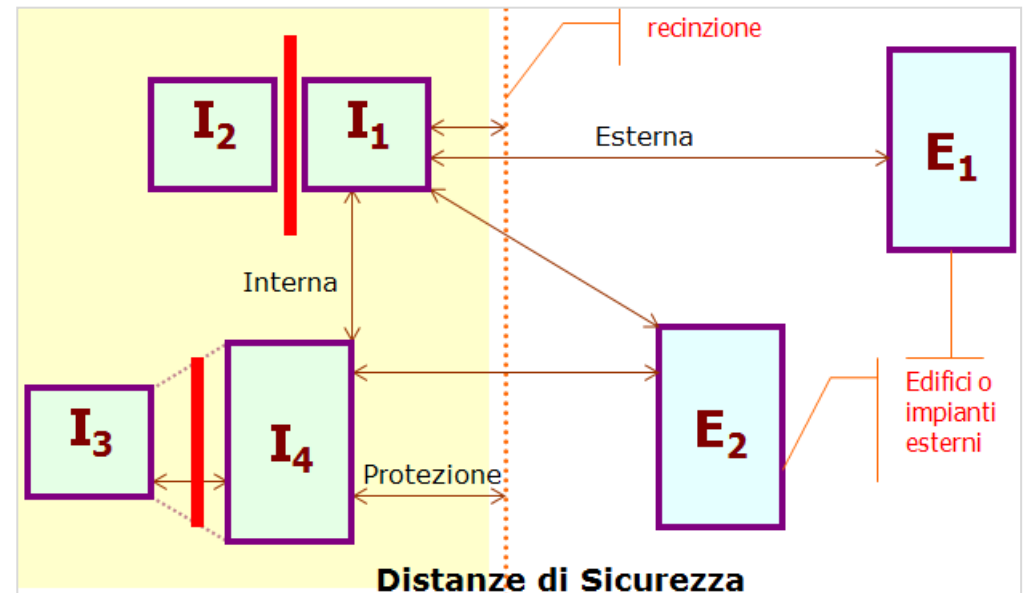
Distanza di protezione: distanza tra perimetro di un elemento pericoloso e il confine dell'area.



Deve essere specificato, anche tramite colori, se la distanza è esterna, interna o di protezione

DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE DI SEPARAZIONE

La determinazione delle distanze di separazione **si basa sulle determinazioni dell'energia termica irradiata** in un incendio, secondo modelli di calcolo che forniscono dati molto orientativi.



Nelle **regole tecniche verticali** di prevenzione incendi vengono introdotti **valori prestabiliti** ricavati empiricamente da dati ottenuti dalle misurazioni dell'energia radiante effettuata in occasione di incendi reali e in incendi sperimentali.

METODI PER DETERMINARE LA DISTANZA DI SEPARAZIONE

In uno spazio a cielo libero un'idonea **distanza di separazione** limita la propagazione dell'incendio. Procedure di calcolo previste dal Codice di prevenzione incendi:

- **Procedura tabellare** (§ S.3.11.2) $E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$
- **Procedura analitica** (§ S.3.11.3) $F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \varepsilon_f < E_{soglia}$

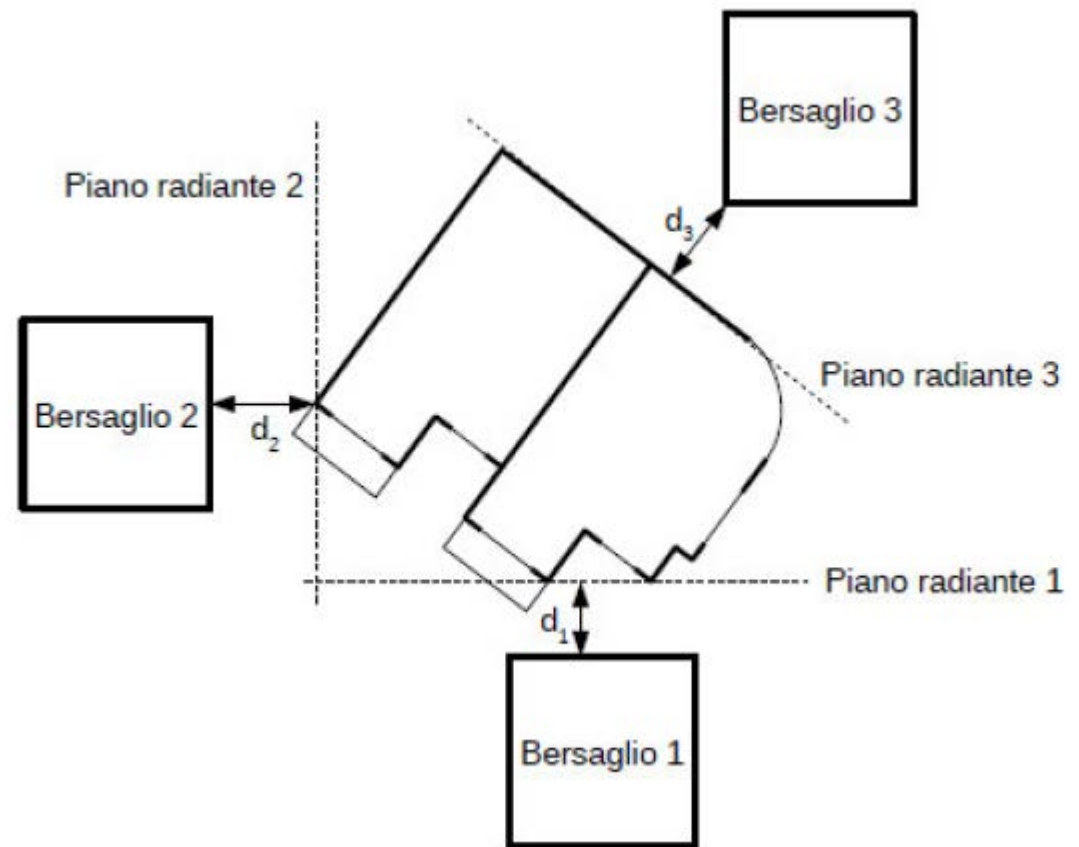
Nella procedura tabellare si impone $E_{soglia} = 12,6 \text{ kW/m}^2$ (*valore convenzionale dell'irraggiamento termico entro cui non avviene l'innesco del legno*).

E ₁ [kW/m ²]	H [m]															
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
3	2.5	1.0	4.0	0.9	5.0	0.7	5.7	0.6	6.2	0.5	6.5	0.4	6.8	0.4	7.0	0.3
6	3.2	1.6	5.2	1.8	6.8	1.7	8.1	1.5	9.2	1.4	10.1	1.2	10.9	1.1	11.5	1.0
9	3.5	2.1	6.0	2.5	8.0	2.6	9.6	2.5	11.0	2.4	12.3	2.2	13.4	2.1	14.4	1.9
12	3.7	2.6	6.6	3.1	8.8	3.3	10.7	3.3	12.4	3.3	13.9	3.2	15.2	3.0	16.5	2.9
15	3.7	2.9	7.0	3.6	9.5	3.9	11.6	4.1	13.4	4.1	15.1	4.1	16.6	4.0	18.1	3.8
18	3.7	3.3	7.3	4.1	10.0	4.5	12.3	4.8	14.3	4.9	16.1	4.9	17.8	4.9	19.4	4.8
21	3.6	3.6	7.5	4.5	10.4	5.0	12.9	5.4	15.1	5.6	17.0	5.7	18.9	5.7	20.6	5.7
24	3.5	3.9	7.6	4.9	10.7	5.5	13.4	6.0	15.7	6.2	17.8	6.4	19.6	6.5	21.6	6.5
27	3.3	4.1	7.8	5.3	11.0	6.0	13.8	6.5	16.3	6.8	18.5	7.0	20.6	7.2	22.5	7.3
30	3.2	4.4	7.7	5.6	11.2	6.4	14.2	7.0	16.8	7.4	19.1	7.7	21.3	7.9	23.3	8.0
33	3.0	4.6	7.5	5.7	11.4	6.7	14.6	7.3	17.2	7.7	19.5	8.0	21.6	8.3	23.6	8.4
36	2.8	4.8	7.3	5.8	11.6	7.0	15.0	7.6	17.6	8.0	19.8	8.3	21.9	8.6	23.9	8.7
39	2.6	5.0	7.1	5.9	11.8	7.3	15.4	7.9	18.0	8.3	20.1	8.6	22.2	8.9	24.2	9.0
42	2.4	5.2	6.9	6.0	12.0	7.6	15.8	8.2	18.4	8.6	20.4	8.9	22.5	9.2	24.5	9.3
45	2.2	5.4	6.7	6.1	12.2	7.9	16.2	8.5	18.8	8.9	20.7	9.2	22.8	9.5	24.8	9.6
48	2.0	5.6	6.5	6.2	12.4	8.2	16.6	8.8	19.2	9.2	21.0	9.5	23.1	9.8	25.1	9.9
51	1.8	5.8	6.3	6.3	12.6	8.5	17.0	9.1	19.6	9.5	21.3	9.8	23.4	10.1	25.4	10.2
54	1.6	6.0	6.1	6.4	12.8	8.8	17.4	9.4	20.0	9.8	21.6	10.1	23.7	10.4	25.7	10.5
57	1.4	6.2	5.9	6.5	13.0	9.1	17.8	9.7	20.4	10.1	21.9	10.4	24.0	10.7	26.0	10.8
60	1.2	6.4	5.7	6.6	13.2	9.4	18.2	10.0	20.8	10.4	22.2	10.7	24.3	11.0	26.3	11.1

Per valori di E₁ e H intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo S.3.11.3.

Se $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$ ($\approx 35 \text{ kg}_{leq}/\text{m}^2$) si considera soluzione conforme l'interposizione di **spazio scoperto**.

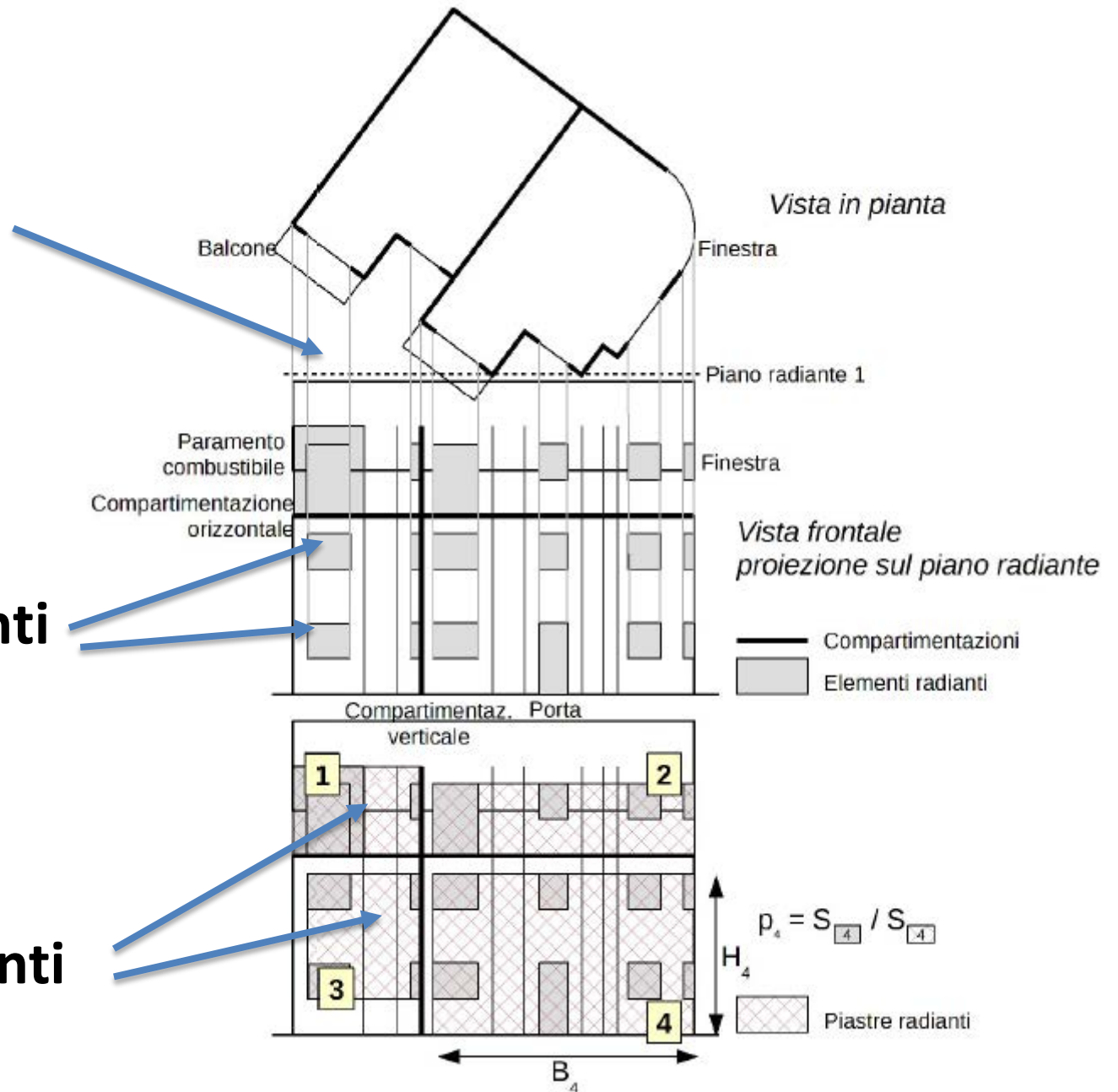
Nel «Codice di prevenzione incendi» sono descritti i metodi per determinare la *distanza di separazione* «d» in spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività o tra attività diverse, che consente di limitare ad una soglia prefissata E_{soglia} l'irraggiamento termico dell'incendio sul *bersaglio*.



Piano radiante

Elementi radianti

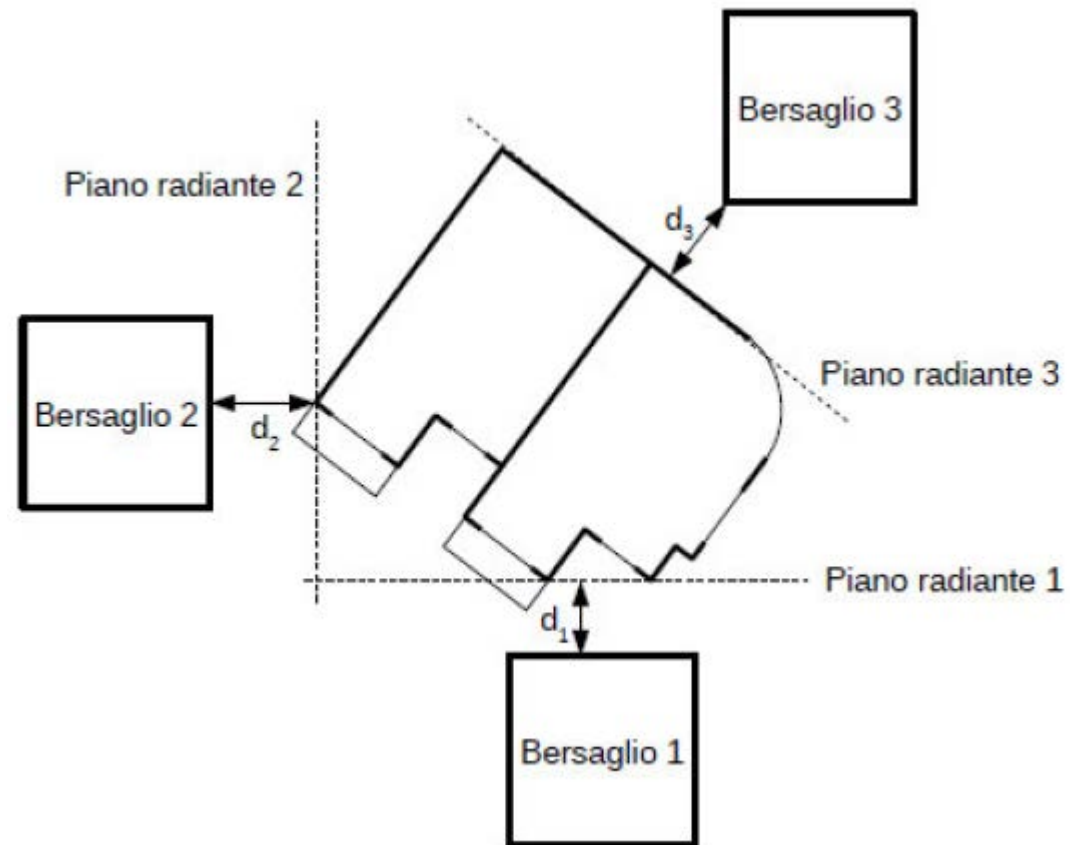
Piastre radianti



Elementi radianti: aperture e rivestimenti della facciata tramite cui è emesso verso l'esterno il flusso di energia radiante dell'incendio (es. **finestre**, rivestimenti combustibili, pannellature metalliche, vetrate, aperture, ...).

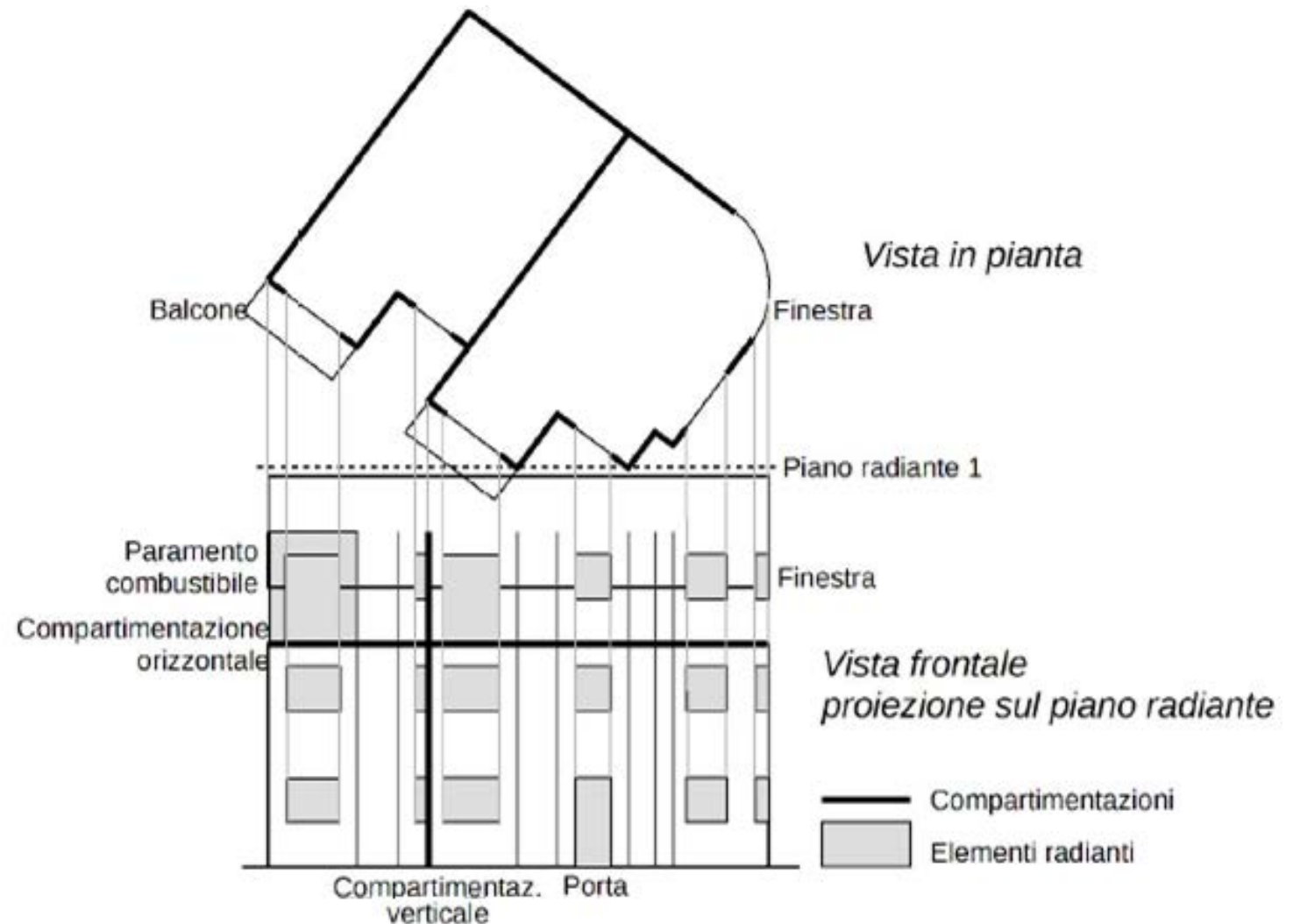
Piano radiante: superfici convenzionali dell'edificio dalle quali sono valutate le distanze di separazione.

Si approssimano le chiusure con piani verticali, tangenti e non intersecanti, omettendo aggetti incombustibili (es. *balconi*, ...).



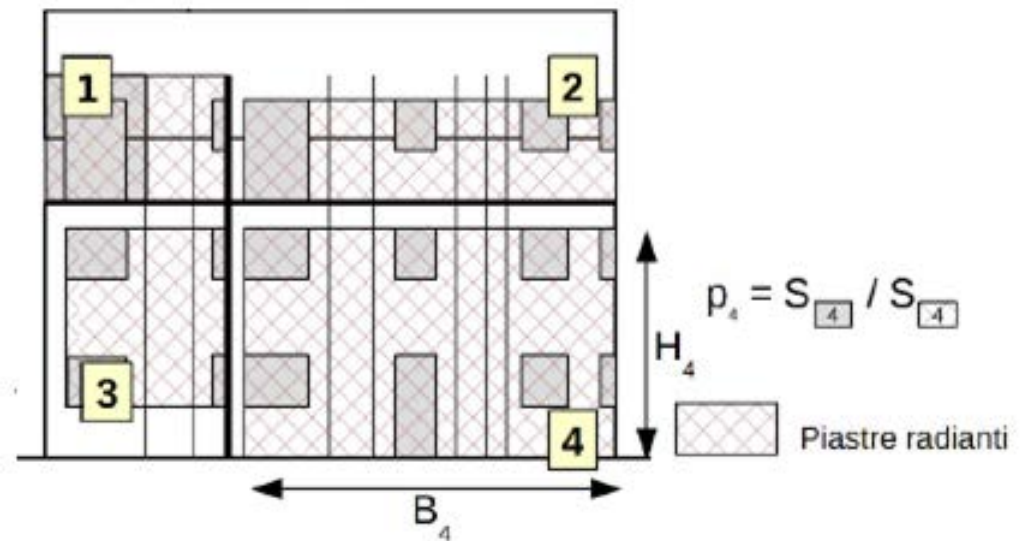
Sul piano radiante
si proiettano or-
togonalmente:

- la **geometria** degli elementi radianti;
- i **confini di compartimentazione** (es. so-
lai REI, pareti
REI, ...).



Piastra radiante: porzione del piano radiante impiegata per il calcolo semplificato dell'irraggiamento termico sul bersaglio.

È l'**inviluppo** delle proiezioni degli elementi radianti con rettangoli $B_i \times H_i$.



Per ciascuna piastra radiante si calcola la **percentuale di foratura p_i** , imponendo in ogni caso $p_i \geq 0,2$.

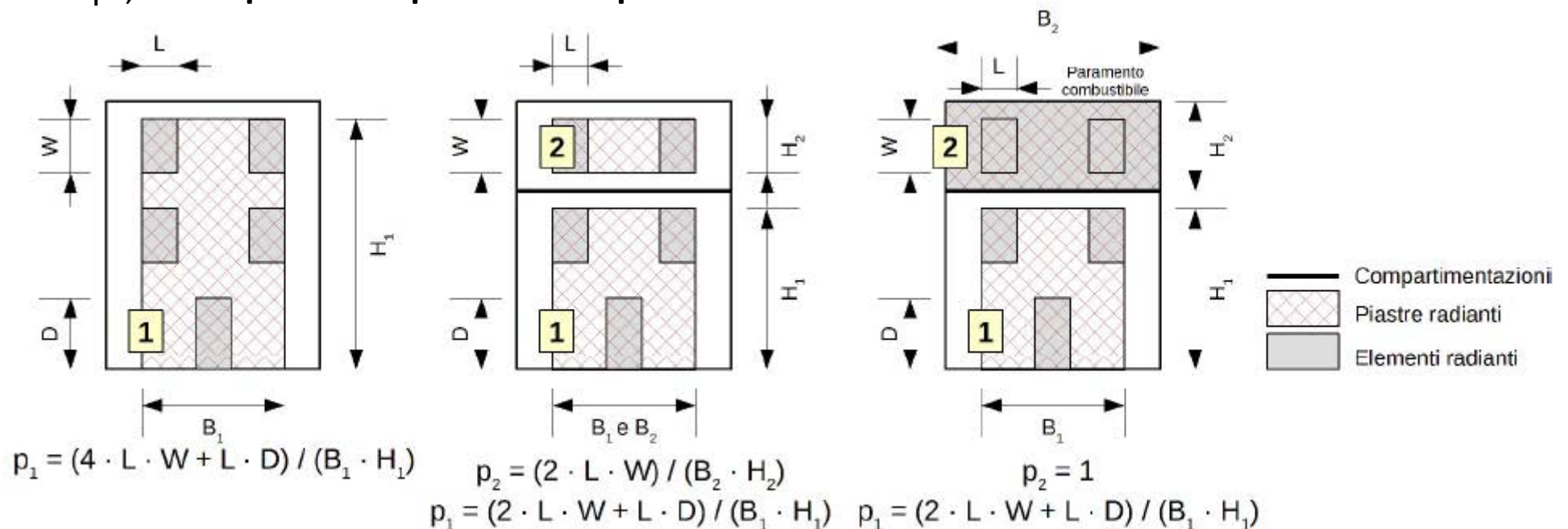
Quindi si calcola «d» con la **Procedura tabellare o analitica**.

Calcolo percentuale di foratura

Percentuale di foratura p_i per ciascuna piastra radiante

$$p_i = S_{\text{rad},i} / S_{\text{pr},i} \quad (P_i=1 \text{ tettoie, depositi all'aperto, ...})$$

- $S_{\text{rad},i}$: sup. compl. delle proiezioni degli elementi radianti;
- $S_{\text{pr},i}$: sup. compl. della piastra radiante.



Determinazione tabellare della distanza di separazione

Si determina la distanza di separazione in modo che l'irraggiamento termico sia $E_{soglia} \leq 12,6 \text{ kW/m}^2$.

Per l'i-esima piastra radiante:

$$d_i = \alpha_i p_i + \beta_i$$

- d_i distanza di separazione [m]
- p_i percentuale di foratura per l'i-esima piastra radiante
- α_i, β_i coefficienti ricavati da tabelle in base a ($B_i \times H_i$) e q_f .

B _i [m]	H _i [m]																				
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30		
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	
3	2.5	1.0	4.0	0.9	5.0	0.7	5.7	0.6	6.2	0.5	6.5	0.4	6.8	0.4	7.0	0.3	7.1	0.3	7.2	0.3	
6	3.2	1.6	5.2	1.8	6.8	1.7	8.1	1.5	9.2	1.4	10.1	1.2	10.9	1.1	11.5	1.0	12.0	0.9	12.5	0.8	
9	3.5	2.1	6.0	2.5	8.0	2.6	9.6	2.5	11.0	2.4	12.3	2.2	13.4	2.1	14.4	1.9	15.3	1.7	16.0	1.6	
12	3.7	2.6	6.6	3.1	8.8	3.3	10.7	3.3	12.4	3.3	13.9	3.2	15.2	3.0	16.5	2.9	17.6	2.7	18.6	2.6	
15	3.7	2.9	7.0	3.6	9.5	3.9	11.6	4.1	13.4	4.1	15.1	4.1	16.6	4.0	18.1	3.9	19.4	3.7	20.6	3.6	
18	3.7	3.3	7.3	4.1	10.0	4.5	12.3	4.8	14.3	4.9	16.1	4.9	17.8	4.9	19.4	4.8	20.9	4.7	22.3	4.5	
21	3.6	3.6	7.5	4.5	10.4	5.0	12.9	5.4	15.1	5.6	17.0	5.7	18.9	5.7	20.6	5.7	22.2	5.6	23.7	5.5	
24	3.5	3.9	7.6	4.9	10.7	5.4	13.2	5.8	15.4	6.0	17.3	6.1	19.2	6.1	20.9	6.1	22.5	6.0	24.0	5.9	
27	3.3	4.1	7.7	5.2	10.9	5.7	13.4	5.7	15.6	5.9	17.5	6.0	19.4	6.0	21.1	6.0	22.7	5.9	24.2	5.8	
30	3.2	4.4	7.8	5.5	11.0	6.0	13.5	6.0	15.7	6.2	17.6	6.2	19.5	6.2	21.2	6.2	22.8	6.1	24.3	6.0	
40	2.6	5.1	8.0	6.0	11.2	6.5	13.7	6.5	15.9	6.5	17.8	6.5	19.7	6.5	21.4	6.5	23.0	6.4	24.5	6.3	
50	2.2	5.6	8.2	6.5	11.4	7.0	13.9	7.0	16.1	7.0	18.0	7.0	19.9	7.0	21.6	7.0	23.2	6.9	24.7	6.8	
60	1.8	6.1	8.3	7.0	11.5	7.5	14.0	7.5	16.2	7.5	18.1	7.5	20.0	7.5	21.7	7.5	23.3	7.4	24.8	7.3	
Per valori di B _i e H _i alternativi può essere																					

B _i [m]	H _i [m]																			
	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
3	1.7	0.5	2.6	0.3	3.1	0.2	3.3	0.2	3.4	0.2	3.5	0.2	3.5	0.1	3.6	0.1	3.6	0.1	3.6	0.1
6	2.0	1.0	3.5	0.8	4.6	0.7	5.3	0.5	5.9	0.4	6.2	0.3	6.5	0.3	6.7	0.3	6.8	0.2	7.0	0.2
9	1.9	1.4	3.9	1.3	5.4	1.2	6.5	1.0	7.4	0.8	8.1	0.7	8.6	0.6	9.0	0.5	9.4	0.5	9.7	0.4
12	1.8	1.7	4.1	1.8	5.8	1.7	7.2	1.5	8.4	1.3	9.3	1.2	10.1	1.0	10.8	0.9	11.4	0.8	11.8	0.7
15	1.6	2.0	4.1	2.2	6.0	2.2	7.7	2.0	9.0	1.9	10.2	1.7	11.2	1.5	12.1	1.4	12.9	1.2	13.5	1.1
18	1.4	2.2	4.0	2.6	6.1	2.6	8.0	2.5	9.5	2.4	10.9	2.2	12.1	2.0	13.1	1.9	14.0	1.7	14.9	1.6
21	1.3	2.4	3.9	2.9	6.2	3.1	8.1	3.0	9.9	2.9	11.4	2.7	12.7	2.6	13.9	2.4	15.0	2.2	16.0	2.1
24	1.1	2.6	3.7	3.2	6.1	3.5	8.2	3.5	10.1	3.4	11.7	3.3	13.2	3.1	14.6	2.9	15.8	2.7	16.9	2.6
27	1.0	2.7	3.5	3.5	6.0	3.8	8.3	3.9	10.2	3.9	12.0	3.8	13.6	3.6	15.1	3.4	16.4	3.3	17.6	3.1
30	0.9	2.9	3.4	3.8	5.9	4.2	8.2	4.3	10.3	4.3	12.2	4.2	13.9	4.1	15.5	4.0	16.9	3.8	18.2	3.6
40	0.6	3.2	2.8	4.5	5.4	5.2	7.9	5.5	10.3	5.7	12.5	5.7	14.5	5.7	16.3	5.6	18.0	5.5	19.6	5.3
50	0.4	3.4	2.3	5.1	4.8	6.0	7.4	6.6	10.0	6.9	12.3	7.0	14.6	7.1	16.6	7.1	18.6	7.1	20.4	7.0
60	0.2	3.5	1.9	5.6	4.3	6.7	6.9	7.5	9.5	7.9	12.0	8.2	14.4	8.4	16.6	8.5	18.8	8.5	20.8	8.5

Per valori di B_i e H_i intermedi a quelli riportati in tabella si approssima al valore immediatamente successivo. In alternativa può essere impiegata iterativamente la procedura analitica di cui al paragrafo 5.3.11.3.

Determinazione analitica della distanza di separazione

Consente di determinare la distanza di separazione che limita ad un qualsiasi valore **qualsiasi** E_{soglia} l'irraggiamento termico.

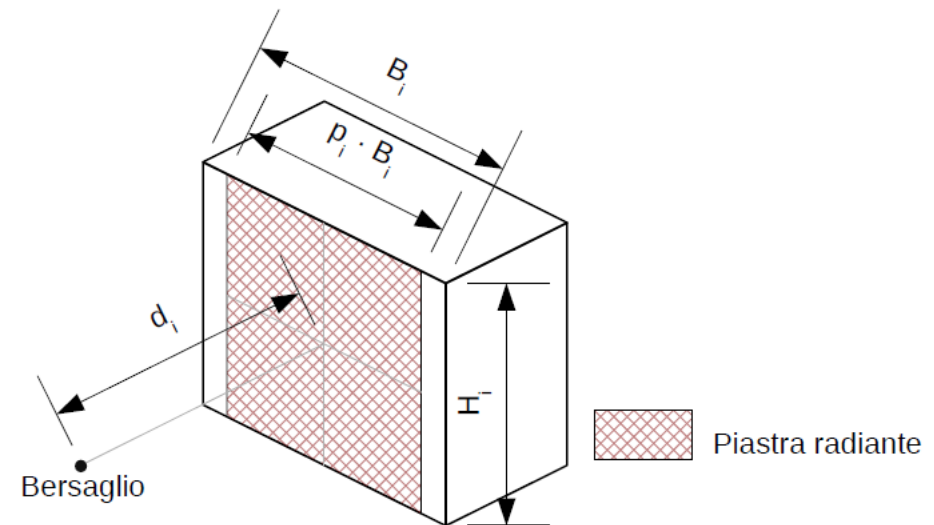
Si determinano **elementi radianti**, **piano radiante**, **piastre radianti** come in precedenza.

B_i larghezza [m]

H_i altezza [m]

p_i percentuale di foratura

d_i distanza con il bersaglio



Schematizzazione i-esima piastra radiante

La distanza d_i tra i-esima piastra radiante e bersaglio garantisce adeguata separazione se è verificata la seguente relazione:

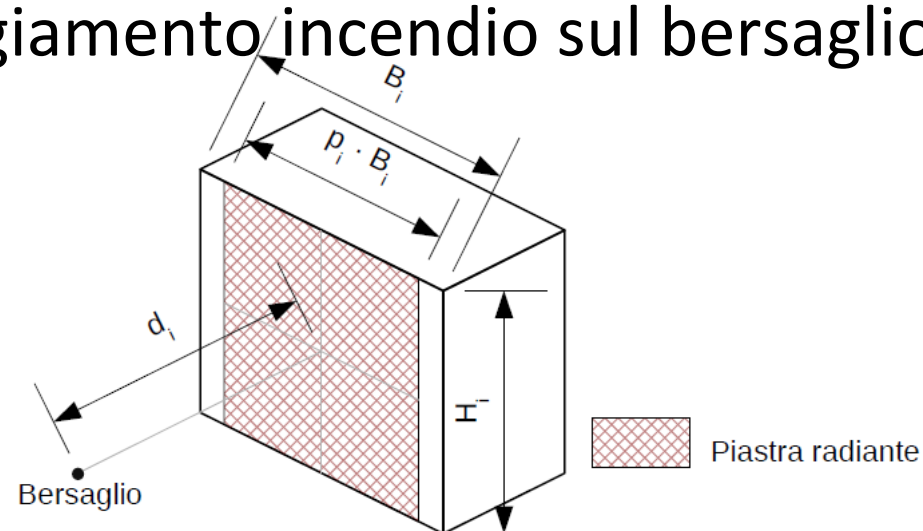
$$F_{2-1} \cdot E_1 \cdot \varepsilon_f < E_{\text{soglia}}$$

F_{2-1} fattore di vista

E_1 potenza termica radiante incendio convenz. [kW/m²]

ε_f emissività della fiamma

E_{soglia} soglia irraggiamento incendio sul bersaglio [kW/m²]



F_{2-1} relativo a piastra radiante rettangolare e bersaglio posizionato sull'asse di simmetria normale alla piastra si calcola:

$$F_{2-1} = 2/\pi \left(\frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \arctan \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \arctan \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

$$X = \frac{B_i \cdot p_i}{2d_i}, \quad Y = \frac{H_i}{2d_i}$$

Supponendo che gli elementi radianti distribuiti verticalmente al centro della piastra radiante:

$$E_1 = \sigma \cdot T^4$$

Legge di Stefan-Boltzmann

$$\varepsilon_f = 1 - e^{-0,3 \cdot d_f}$$

Emissività della fiamma

d_f [m] spessore fiamma, pari a 2/3 dell'altezza del varco da cui fuoriesce.

($d_f = 2 \text{ m} \Rightarrow$ valori ottenuti nella procedura tabellare).

La **potenza termica radiante** dell'incendio convenzionale **E₁** è imposta in funzione di q_f del compartimento retrostante l'iesima piastra radiante:

$$E_1 = \sigma \cdot T^4 \quad \text{Legge di Stefan-Boltzmann}$$

T [Kelvin] Temperatura assoluta ($T=273,16 \text{ K} \Rightarrow \text{zero assoluto}$)

$$\sigma = \frac{\pi^2 k^4}{60 \hbar^3 c^2} = 5,67 \text{ E-8 Wm}^{-2}\text{K}^{-4} \quad \text{costante di Stefan-Boltzmann}$$

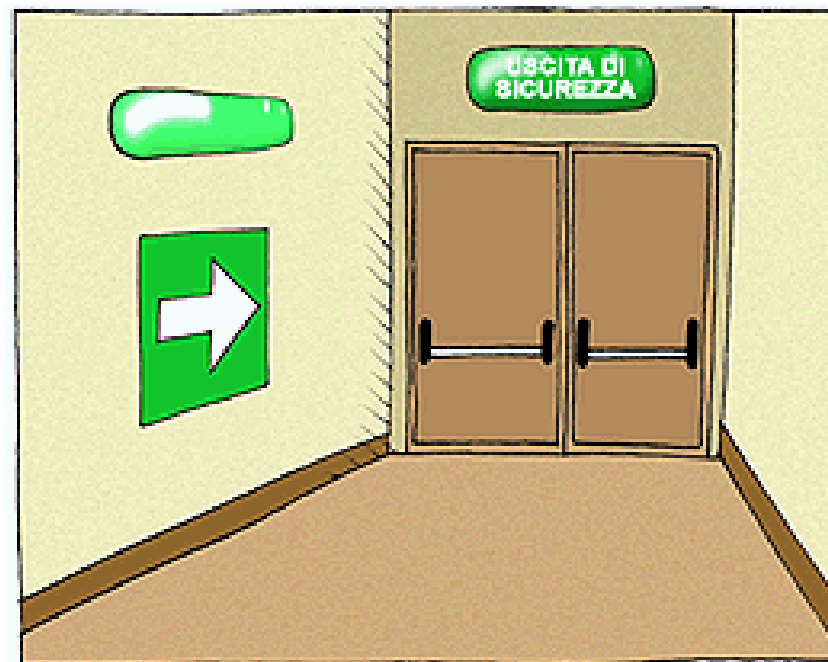
$$k = 1,380649 \text{ E-23 JK}^{-1} \quad \text{costante di Boltzmann}$$

$$\hbar = h/2 \pi = 1,05 \text{ E-34 Js} \quad \text{costante di Plank ridotta}$$

$$c = 299 \, 792 \, 458 \text{ m/s} \quad \text{velocità della luce}$$

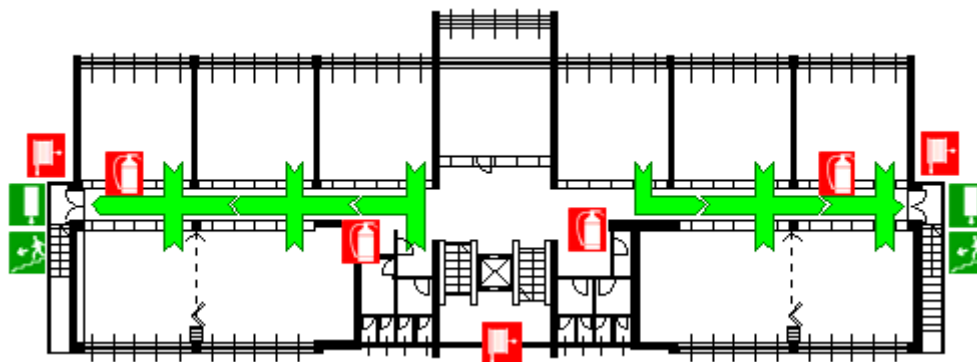
ESODO

Finalità: assicurare che gli occupanti possano raggiungere o permanere in un **luogo sicuro** in caso d'incendio (*a prescindere dall'intervento dei Vigili del Fuoco*).



PROCEDURE PER L'ESODO

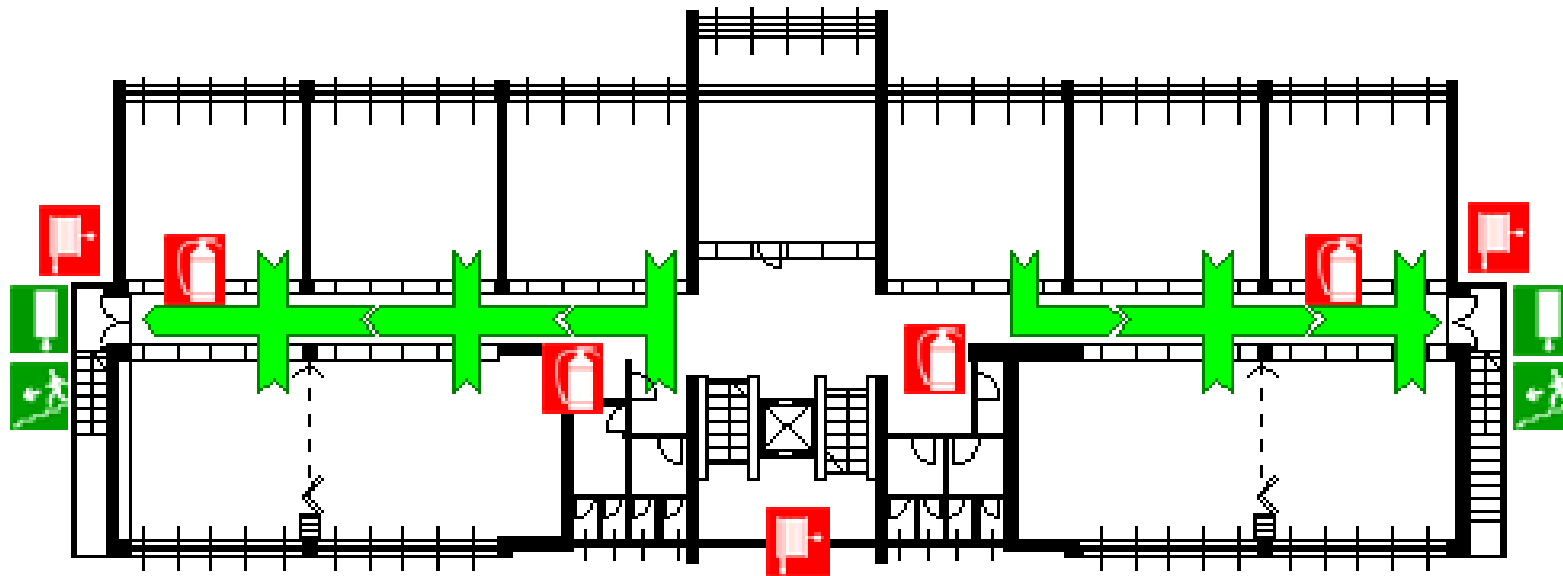
- ✓ Esodo simultaneo;
- ✓ Esodo per fasi;
- ✓ Esodo orizzontale progressivo;
- ✓ Protezione sul posto.



Esodo simultaneo

Spostamento contemporaneo a luogo sicuro.

(Attivazione subito dopo la rivelazione dell'incendio o differita dopo verifica).



Esodo per fasi

In strutture con **più compartimenti**, dopo la rivelazione e l'allarme incendio l'evacuazione avviene **in successione** partendo dal **compartimento di innesco**, con l'ausilio di *misure* di protezione attiva, passiva e gestionali

(Es.: edifici alti, ospedali, multisale, centri commerciali, grandi uffici, ecc.).



Esodo orizzontale progressivo

Spostamento occupanti **dal compartimento di innesco in un compartimento adiacente** capace di contenerli e proteggerli fino a eventuale successiva evacuazione.

(Es. strutture ospedaliere, asili nido, ecc.).



Protezione sul posto

Protezione degli occupanti **nel compartimento** di primo innesco

(Es.: centri commerciali, mall, aerostazioni, ecc.).



PRINCIPALI DEFINIZIONI

Via d'esodo (o via d'emergenza): percorso senza ostacoli al deflusso che consente di raggiungere un luogo sicuro.

Via d'esodo orizzontale: porzione di via d'esodo in piano o con pendenza $\leq 5\%$ (*es. corridoi, porte, uscite ...*).



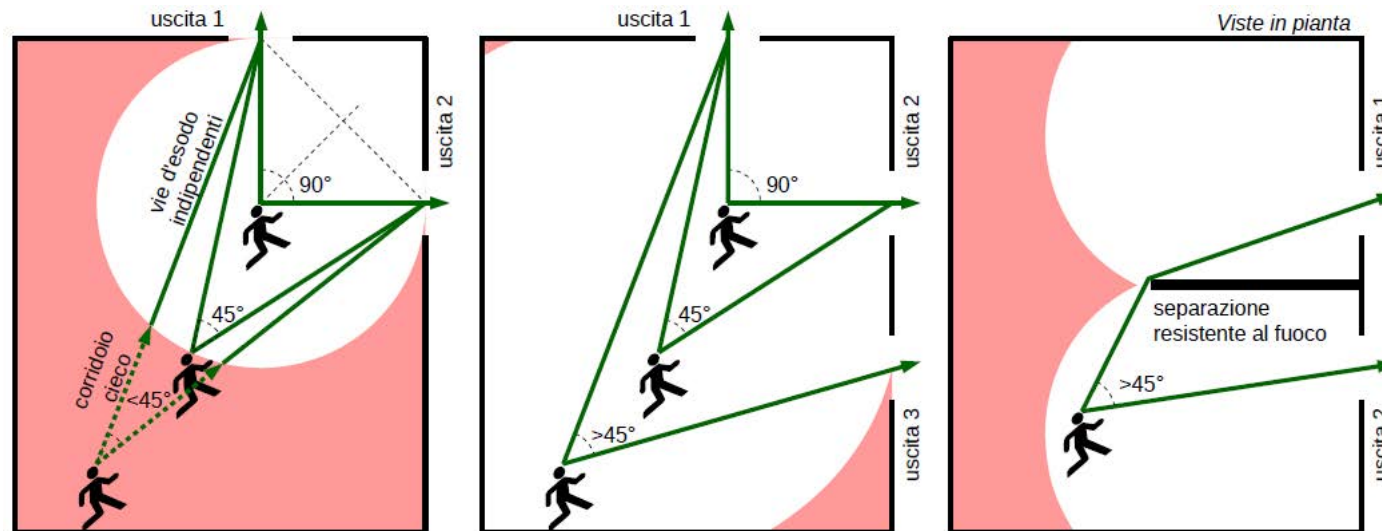
Via d'esodo verticale: porzione di via d'esodo con pendenza $> 5\%$ (*es. scale, rampe, ...*).



Larghezza della via d'esodo: larghezza minima misurata deducendo l'ingombro di elementi sporgenti (*esclusi estintori, corrimano e dispositivi di apertura porte con sporgenza ≤ 80 mm*).

Lunghezza d'esodo: distanza che un occupante deve percorrere lungo una via d'esodo dal luogo in cui si trova fino a un **luogo sicuro temporaneo** o a un **luogo sicuro**. È valutata con il **metodo del filo teso** senza tenere conto degli arredi mobili.

Corridoio cieco (cul-de-sac): porzione di via d'esodo da cui è possibile l'esodo in un'unica direzione (*fino al punto ove è possibile l'esodo in più di una direzione, indipendentemente dai luoghi sicuri temporanei eventualmente attraversati dalla via d'esodo*).



Affollamento

Numero massimo ipotizzabile di lavoratori e di altre persone presenti nel luogo di lavoro o in una determinata area dello stesso.

*DM 30/11/1983: **Affollamento**: Numero massimo di persone assunto per unità di superficie lorda di pavimento (persone/m²).*

***Esempi** di valori previsti da alcune regole tecniche:*

***Uffici**: - Aree destinate alle attività lavorative: 0,1 pers/m²
- Aree ove è previsto l'accesso del pubblico: 0,4 pers/m².*

***Locali pubblico spettacolo**: Sale da ballo discoteche: 1,2 pers/m².*

***Alberghi**: Aree comuni a servizio del pubblico: 0,4 pers/m².*

PERCORSO PROTETTO

Percorso caratterizzato da una **adeguata protezione** contro l'incendio che può svilupparsi nella restante parte dell'edificio.

Può essere costituito da:

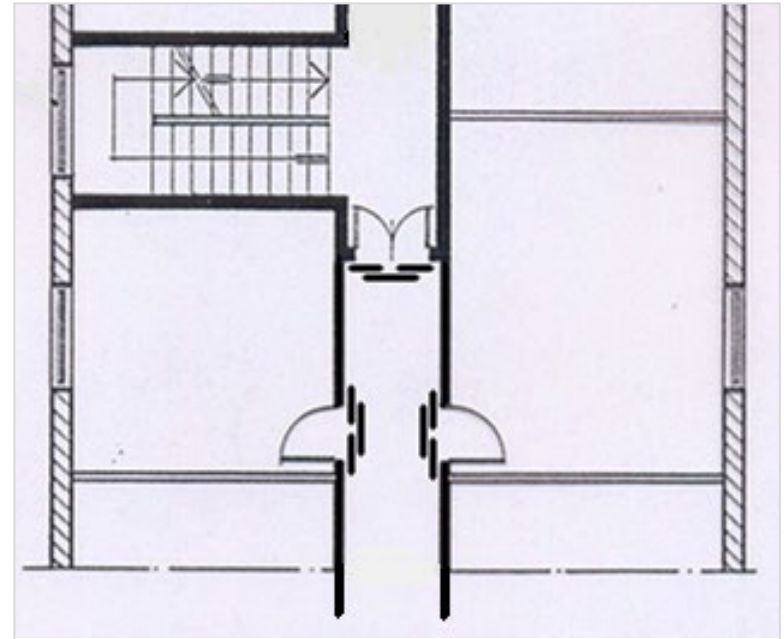
- **Corridoio protetto**
- **Scala protetta**
- **Scala esterna**



Corridoio protetto

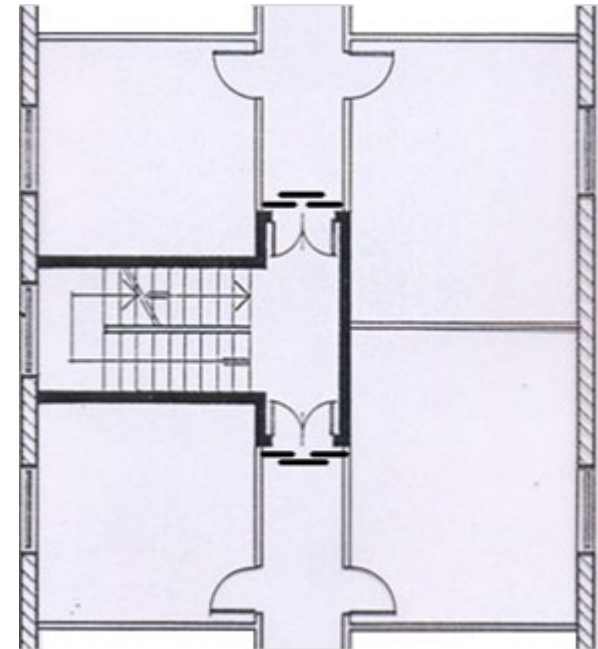
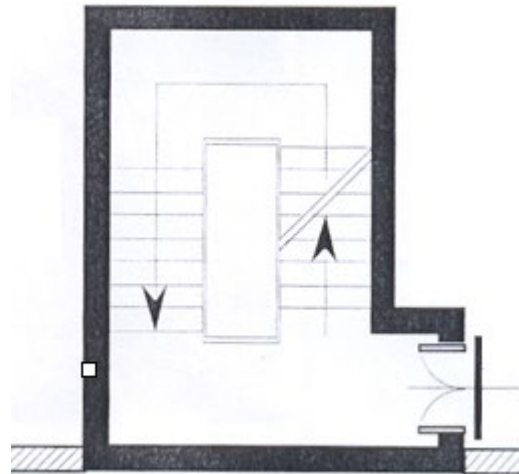
Non esiste una definizione ufficiale, ma in analogia alla definizione di scala protetta riportata nel DM 30/11/1983, si potrebbe definire come:

«Corridoio» in vano costituente compartimento antincendio con eventuali accessi protetti con porte di resistenza al fuoco REI predeterminata dotate di congegno di autochiusura.



Scala protetta

DM 30/11/1983: Scala in vano costituente compartimento antincendio avente accesso diretto da ogni piano, con porte di resistenza al fuoco REI pre-determinata dotate di congegno di autochiusura.



Scala esterna

DM 30/11/1983: Scala di sicurezza esterna - Scala totalmente esterna, rispetto al fabbricato servito, munita di parapetto regolamentare e di altre caratteristiche stabilite dalla norma.

*(Il DM 30/11/83 **non fornisce particolari dettagli** sulle «scale di sicurezza esterne»).*

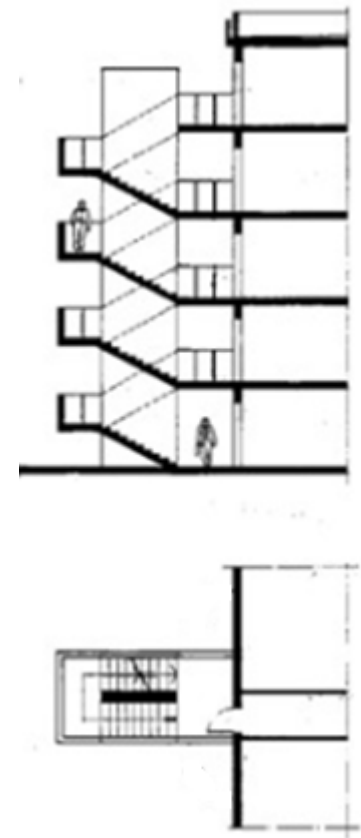
DM 3/8/2015: Di tipo esterno (o esterno): qualificazione di una porzione dell'attività esterna all'opera da costruzione, con caratteristiche tali da contrastare temporaneamente la propagazione dell'incendio proveniente dall'opera da costruzione.

Scale di sicurezza esterne⁴³

Si può far riferimento, in analogia:

Scala totalmente esterna rispetto al fabbricato, con parapetto regolamentare con:

- Materiali di classe 0 di reazione al fuoco⁴⁴.*
- Parete esterna, compresi eventuali infissi, almeno REI/EI 60, per larghezza pari alla proiezione della scala incrementata di 2,5 m per lato. In alternativa deve distaccarsi di 2,5 m dalle pareti e collegarsi alle porte tramite passerelle protette con setti laterali, a tutta altezza, con stessi requisiti REI.*

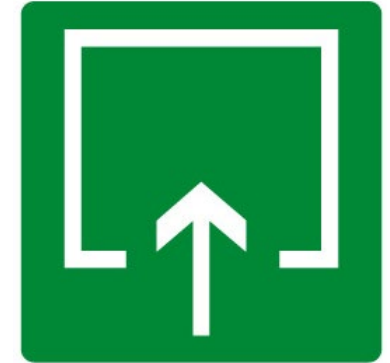


⁴³ Presente in varie regole tecniche: DM 19/8/1996 «locali di pubblico spettacolo». DM 18/9/2002 «strutture sanitarie». DM 27/7/2010 «attività commerciali».

⁴⁴ Ovvero incombustibili, dizione che compare nel D.M. 27 luglio 2010 regola tecnica «attività commerciali».

LUOGO SICURO

*D.Lgs n. 81/2008: Luogo nel **quale le persone sono da considerarsi al sicuro** dagli effetti determinati dall'incendio o altre situazioni di emergenza.*



Si tratta di **definizioni diverse, meno rigide** rispetto a quella riportata nel DM 30/11/1983.

DM 30/11/1983: ***Luogo sicuro:***

- ✓ ***Spazio scoperto*** ovvero
- ✓ ***Compartimento antincendio*** separato da altri compartimenti con:
 - ***spazio scoperto***
 - ***filtri a prova di fumo***

avente caratteristiche idonee a ricevere e contenere un predeterminato numero di persone (luogo sicuro statico), ovvero a consentirne il movimento ordinato (luogo sicuro dinamico).

*D.M. 3 agosto 2015: **Luogo sicuro:***

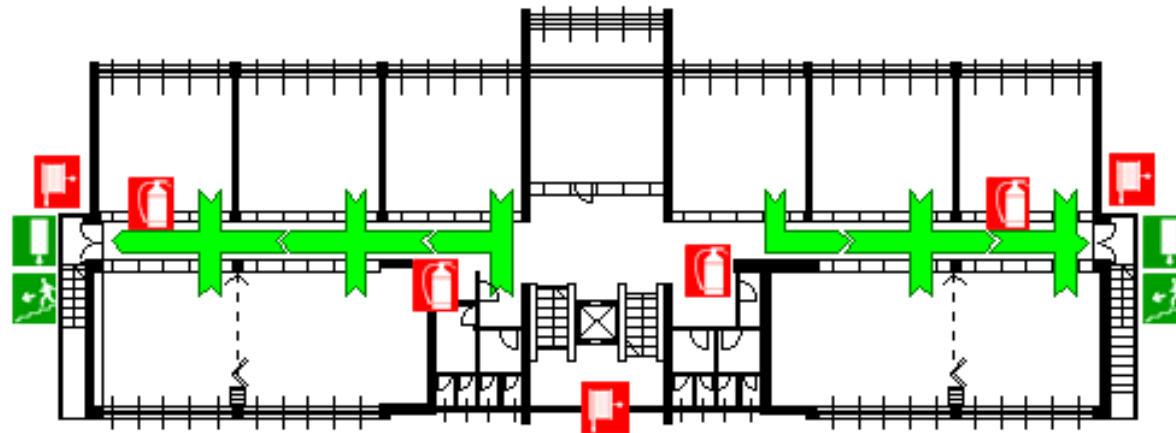
Luogo in cui è permanentemente trascurabile il rischio d'incendio per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano, come:



- Pubblica via;
- Spazio *a cielo libero* sicuramente collegato alla pubblica via, non investito dai prodotti della combustione, con irraggiamento su occupanti $\leq 2,5 \text{ kW/m}^2$, senza pericoli di crolli, idoneo a **contenerli**... e ulteriori criteri (*tutti da soddisfare*):
 - Idonea distanza di separazione;
 - se livello < III per resistenza al fuoco, distanza almeno pari alla sua massima altezza, per evitare pericolo di crollo;
 - Idonea superficie.

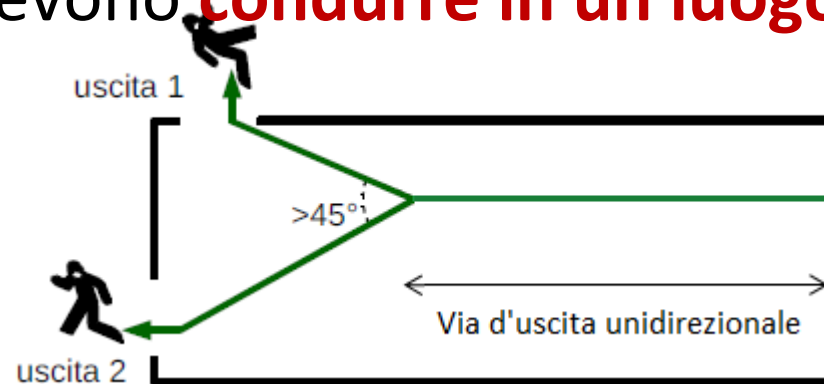
VIA DI USCITA (da utilizzare in caso di emergenza):

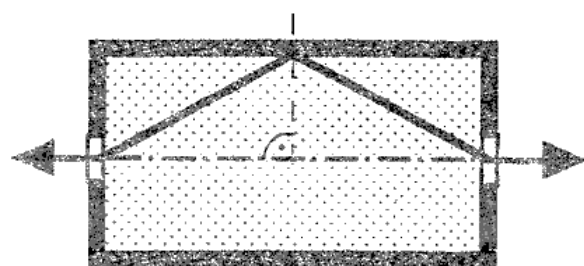
DM 30/11/1983: Sistema di vie di uscita - Percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro. La lunghezza massima del sistema di vie di uscita è stabilita dalle norme.



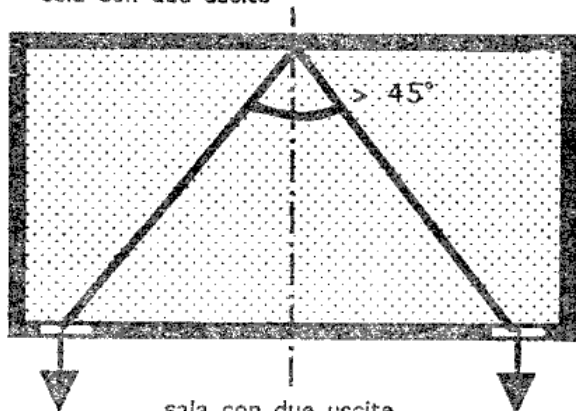
CRITERI GENERALI DI SICUREZZA PER LE VIE DI USCITA

- Ogni luogo di lavoro deve disporre di vie di uscite **alternative**, ad eccezione dei piccoli locali, o a rischio di incendio medio o basso.
- Ogni via di uscita deve essere **indipendente dalle altre** e **distribuite** in modo che le persone possano allontanarsi ordinatamente.
- Le vie di uscita devono **condurre in un luogo sicuro**.

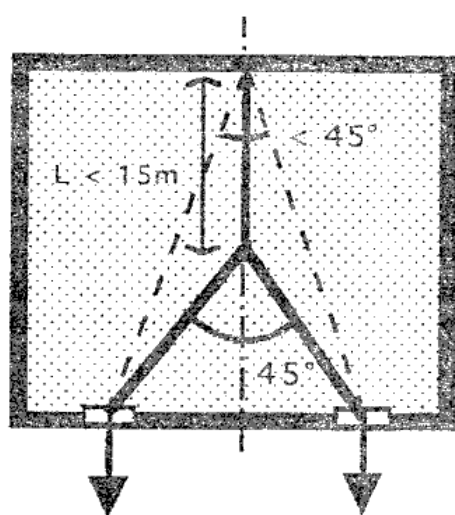




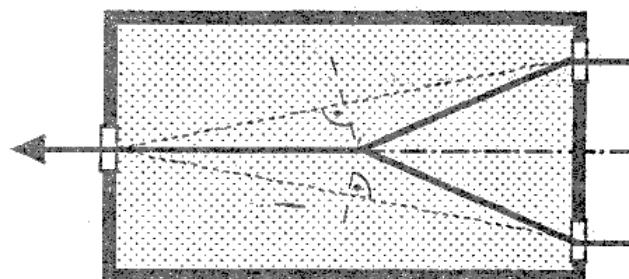
sala con due uscite



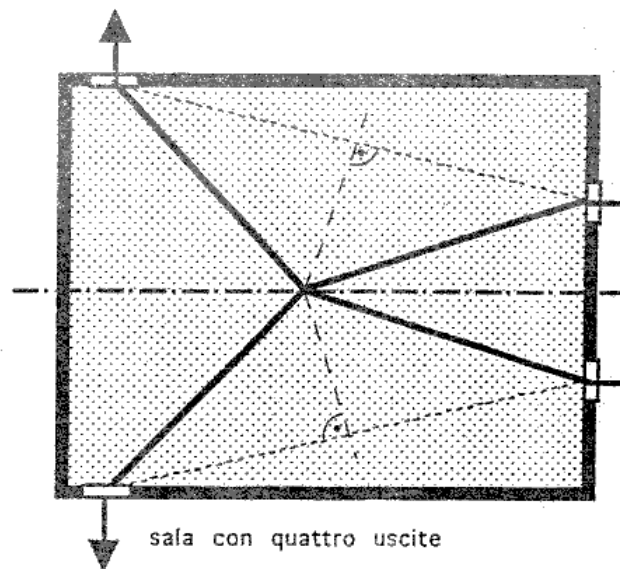
sala con due uscite



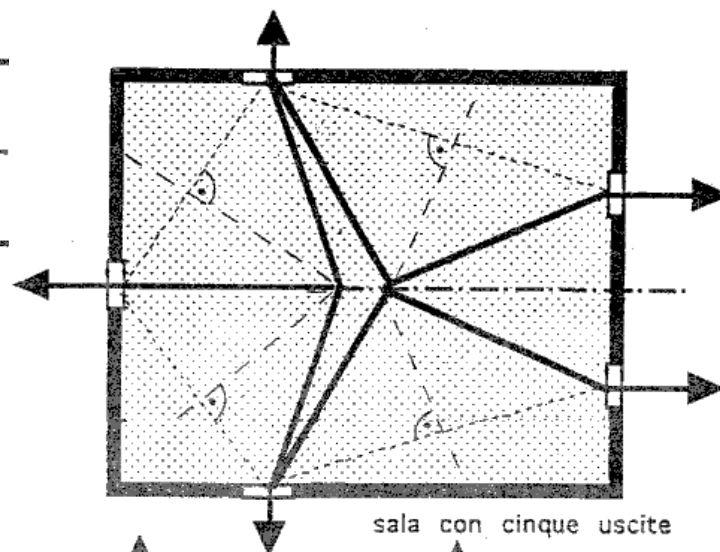
sala con due uscite



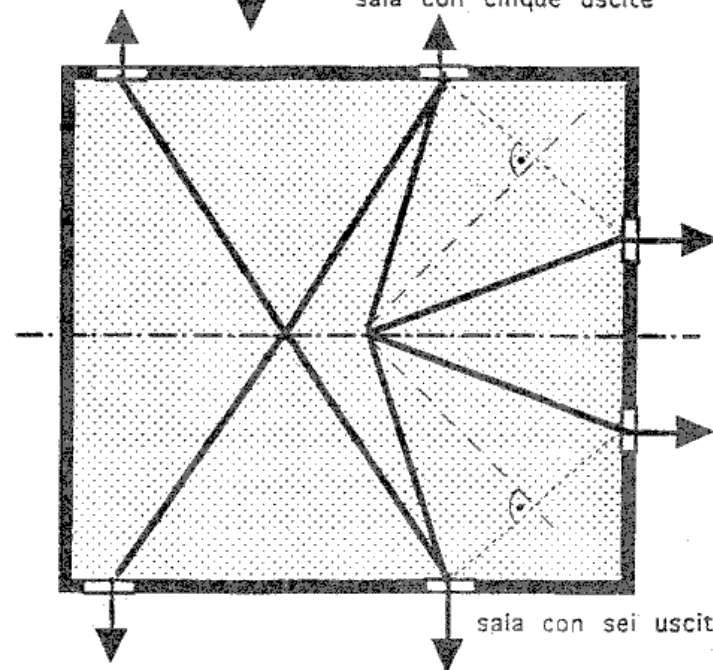
sala con tre uscite



sala con quattro uscite



sala con cinque uscite



sala con sei uscite

*Tavole allegate al DM 19/8/96
(distribuzione delle uscite con
criteri di uniformità e simmetria)*

D.LGS 9/4/2008, N. 81 - ALL. IV - ART. 1.6 PORTE E PORTONI

Locali con pericolo d'esplosione o specifici rischi d'incendio > 5 lavoratori

1 porta da 1,20 mt ogni 5 lavoratori che si apra nel verso dell'esodo

Locali in genere

< 25 lavoratori 1 porta da 0,80 mt

26 ÷ 50 lavoratori 1 porta da 1,20 mt *apertura nel verso dell'esodo*

51 ÷ 100 lavoratori 1 porta da 0,80 mt *apertura entrambe nel*
 1 porta da 1,20 mt *verso dell'esodo*

> 100 lavoratori in aggiunta alle porte previste, **una porta** che si apra nel verso dell'esodo **da 1,20 mt ogni 50 lavoratori** o fraz. compresa tra 10 e 50 da calcolarsi limitatamente all'eccedenza rispetto a 100. In tal caso il numero complessivo delle porte può anche essere minore, purché la loro larghezza complessiva non risulti inferiore.

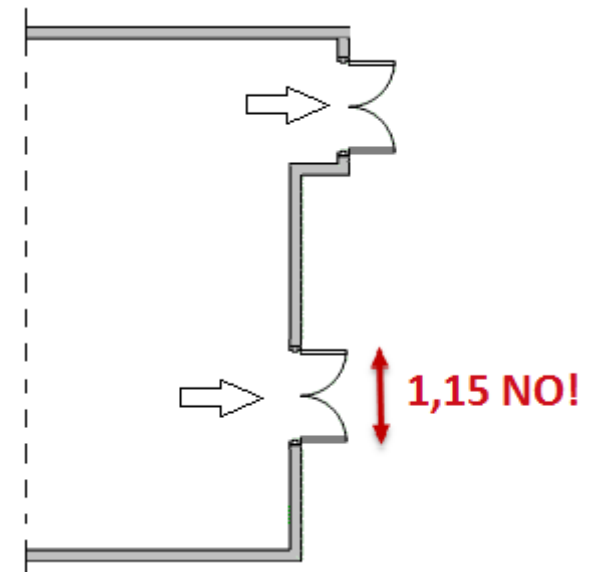
Tolleranze sulla larghezza delle porte

La **tolleranza** ammessa è:

- ✓ **5%** in meno per le porte per le quali è prevista una larghezza minima di **1,20 m** (*in fase di misura ammesso fino a 1,14 m*);
- ✓ **2%** in meno per le porte per le quali è prevista una larghezza minima di **0,80 m** (*in fase di misura ammesso fino a 0,78 m*).

Errore ricorrente in fase di esame progetto:

La tolleranza non deve essere confusa con la precisione dello strumento impiegato per la misura. La tolleranza **non può essere già impiegata in fase progettuale**.



Problema della tolleranza sulle altezze

L'**altezza** delle uscite di emergenza deve essere $\geq 2,00$ m.

Non è consentita alcuna tolleranza su altezze uscite d'emergenza.

Si cita un quesito che può consentire, in alcuni casi, di risolvere il problema:

*Il DM 30/11/1983 ammette che sull'**altezza dell'uscita** (2,00 m) possa applicarsi una **tolleranza del 5%**, mentre il D.Lgs 626/94, che ha recepito la direttiva 89/654/CE, non consente altezze inferiori a 2,00 m.*

*Poiché tale direttiva è divenuta cogente dal 10/1/1993, si ritiene che la **tolleranza del 5%** dell'altezza minima di 2,00 m possa **applicarsi a uscite di emergenza preesistenti al 11/1/1993**.*

PORTE INSTALLATE LUNGO LE VIE DI USCITA

Le **porte lungo le vie di uscita** e sulle uscite di piano devono **aprirsi nel verso dell'esodo**.



L'apertura nel verso dell'esodo **non è richiesta** se può determinare pericoli per passaggio di mezzi o altre cause, con l'adozione di **accorgimenti** di **sicurezza equivalente**.

In ogni caso l'**apertura nel verso dell'esodo è obbligatoria** se:

- l'area servita ha un **affollamento > 50 persone**;
- la **porta** è situata al piede o vicino **al piede di una scala**;
- la porta serve un'area ad **elevato rischio di incendio**.

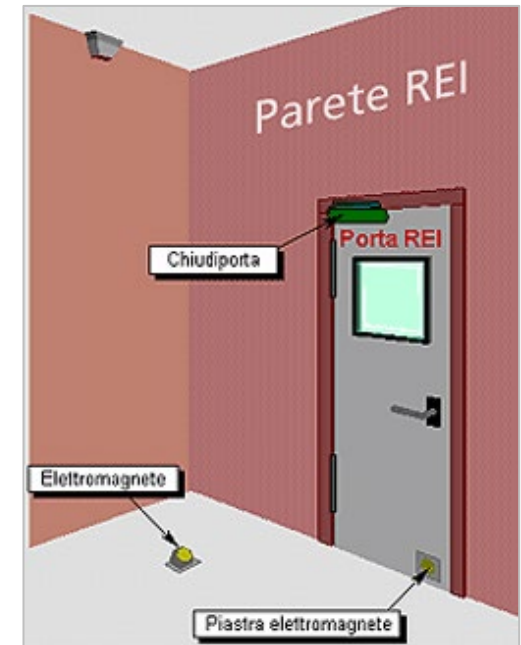


Le **porte REI** devono essere munite di **dispositivo di autochiusura**.

Le porte di locali **depositi** possono essere **non dotate di autochiusura**, se tenute **chiuse a chiave**.

Le porte **possono essere tenute in posizione aperta** con **dispositivi elettromagnetici** che ne consentano il rilascio a seguito di:

- *attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;*
- *attivazione di un sistema di allarme incendio;*
- *manca alimentazione elettrica del sistema allarme incendio;*
- *comando manuale.*



SISTEMI DI APERTURA DELLE PORTE

A inizio giornata **assicurarsi** che le porte di uscite di piano e lungo le vie di esodo **non siano chiuse a chiave** o, in caso di accorgimenti **antintrusione**, si possano aprire facilmente dall'interno senza chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Se sono adottati **accorgimenti antintrusione**, si possono prevedere idonei sistemi di apertura **alternativi**. Tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura e capaci di utilizzarlo.

PORTE SCORREVOLI E PORTE GIREVOLI

Una **porta scorrevole** può essere utilizzata come uscita di piano se a azionamento automatico e **può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta** con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione.



Una **porta girevole** su asse verticale **non può essere utilizzata** in corrispondenza di una **uscita di piano**.

Porte scorrevoli orizzontalmente - Chiarimenti

Le porte scorrevoli orizzontalmente, munite di dispositivi automatici di apertura a sicurezza «ridondante», pur se muniti di certificati di prova, sono validi dove le normative non impongano espressamente l'obbligo di apertura nel verso dell'esodo.

La conformità a specifiche tecniche, come per le porte automatiche «a sicura apertura ridondante», può consentire che il sistema di chiusura garantisca condizioni di sicurezza equivalente, conformi al p.to 3.9 co. 2, dell'all. III al DM 10/3/1998.

Se è richiesta esplicitamente l'apertura a spinta nel verso dell'esodo, le porte scorrevoli orizzontalmente, pur con dispositivi «ridondanti», non è consentita se non apribili anche «a spinta».

SEGNALETICA E ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI USCITA

Vie di uscita e uscite di piano devono essere chiaramente indicate con **segnaletica** conforme alla vigente normativa.



Tutte le vie di uscita, inclusi i percorsi esterni, devono essere **adeguatamente illuminate** per consentire la loro percorribilità in sicurezza fino all'uscita su luogo sicuro.

Nelle aree prive di illuminazione naturale o utilizzate in assenza di illuminazione naturale, deve essere previsto un sistema di **illuminazione di sicurezza** con inserimento automatico in caso di interruzione dell'alimentazione di rete.

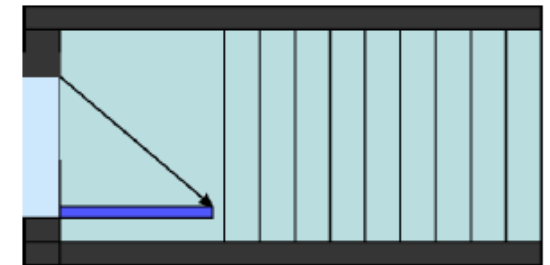
PORTE LUNGO LE VIE D'ESODO

Le **porte** delle uscite di sicurezza devono essere **facilmente** identificabili e **apribili da parte di tutti** gli occupanti.



L'apertura delle porte **non deve ostacolare il deflusso** degli occupanti lungo le vie d'esodo.

Le porte **devono aprirsi su aree** di profondità almeno pari alla larghezza complessiva del varco.



Caratteristiche delle porte lungo le vie d'esodo

Ambito servito	Caratteristiche della porta		
	Occupanti serviti	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Ambiti dell'attività non aperti al pubblico	n > 50 occupanti	Nel senso dell'esodo	UNI EN 1125
Ambiti dell'attività aperti al pubblico	n > 25 occupanti		
Aree a rischio specifico	n > 10 occupanti		
	n > 5 occupanti		UNI EN 179
Altri casi		Secondo risultanze della valutazione del rischio	



UNI EN 179

Dispositivo di emergenza per porte su uscite di emergenza che richiedono una conoscenza del dispositivo installato per l'apertura.

Dispositivo antipánico per porte la cui apertura a semplice spinta nel verso dell'esodo avviene con sforzo minimo e senza una conoscenza preventiva del dispositivo installato.



Dispositivi per l'apertura delle porte

Come previsto dal [D.M. 3/11/2004](#), i dispositivi delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo VVF devono essere conformi alle norme **UNI EN 179 o UNI EN 1125**, le quali definiscono 2 tipi di uscite in relazione a tipologia e numero di occupanti:

Uscite di emergenza: abitualmente utilizzate da persone addestrate nell'utilizzo delle uscite e dei dispositivi installati sull'uscita nelle quali si ritiene che **non si verifichino fenomeni di panico**.

Uscite antipanico: dove possono verificarsi situazioni di panico e frequentati da un **numero di persone più alto** che non conoscono i luoghi e i dispositivi installati sulle porte.

Sono **ammesse** porte apribili nel verso dell'esodo **non conformi UNI EN 1125 o UNI EN 179**, a condizione che l'apertura avvenga a semplice spinta sull'intera superficie della porta.

Per esigenze di **sicurezza antintrusione** sono consentiti sistemi di controllo ed apertura delle porte, con modalità certe, indicate nella gestione della sicurezza antincendio.

Sono **ammesse porte ad azionamento automatico**, con apertura senza intralcio, anche in assenza di alimentazione elettrica.

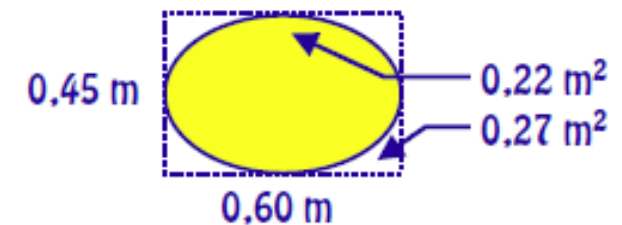


È **consentito installare tornelli** per il controllo degli accessi lungo le vie d'esodo a varie condizioni.

Vie d'uscita - esempio

Affollamento: 0,4 pers/m²;

Capacità di deflusso: 50 per locali a quota compresa tra ± 1 m rispetto al piano di riferimento (*n. persone che possono uscire attraverso un modulo di 60 cm*);



Modulo 1 = 60 cm

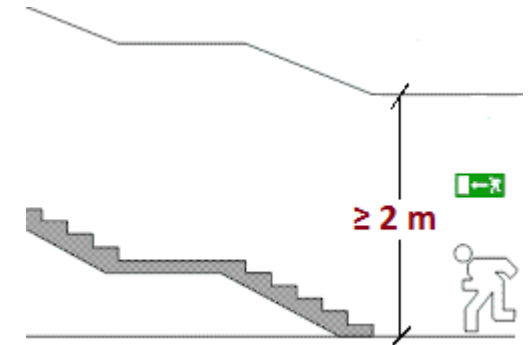
Larghezza almeno 2 moduli (1,20 m);

Es. per un locale di Superficie = 800 m² $\Rightarrow$ 320 persone $\Rightarrow$ occorrono 7 moduli (*es. 2 uscite da 1,20 m e una da 1,80 m*).

Riepilogo principali criteri

Altezza ≥ 2 m.

Non ammessi: scale portatili e alla marinara; ascensori; rampe $> 8\%$.

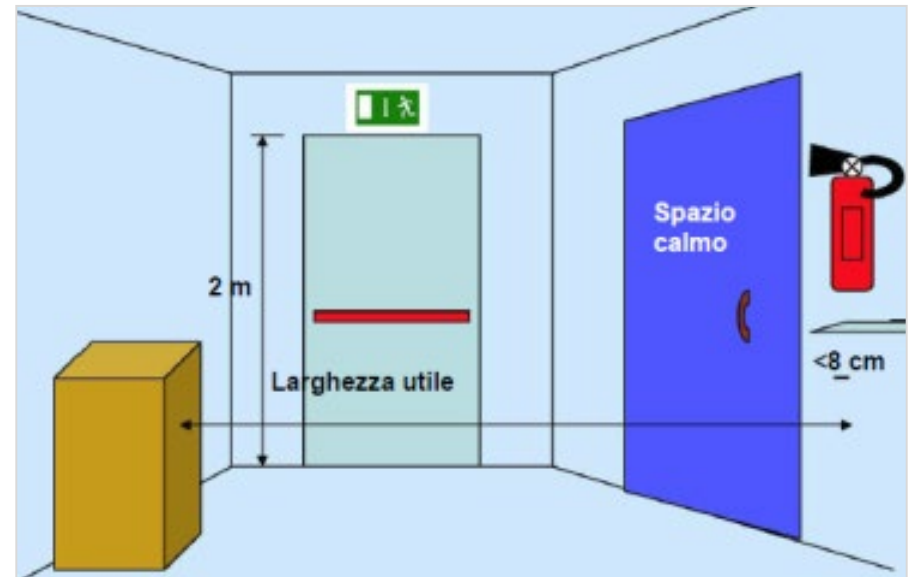


Ammesse altezze inferiori per brevi tratti e **scale alla marinara** per locali con presenza breve e occasionale di addetti (es. locali impianti).

Larghezza misurata nel **punto più stretto**, deducendo l'ingombro di elementi sporgenti (esclusi estintori, quelli a altezza > 2 m, corrimano con sporgenza ≤ 8 cm);

Almeno **2 uscite** per piano in **posizione** ragionevolmente **contrapposta**;

Larghezza totale delle vie d'uscita all'aperto calcolata sommando il **massimo affollamento di 2 piani consecutivi** con maggiore affollamento;



Almeno uno **spazio calmo** ove hanno accesso **disabili**;

Superfici **non sdrucciolevoli**;

Vietati specchi lungo vie d'esodo, segnalare superfici trasparenti.

Eventuale **pendenza del pavimento** deve **interrompersi** a una distanza almeno pari alla larghezza della scala.



Dotate di **corrimano laterale**. Per larghezza $> 2,4$ m dovrebbero essere dotate di corrimano centrale.

Consentire l'esodo senza inciampo degli occupanti. A tal fine:

- i gradini devono avere **alzata e pedata costanti**;
- devono essere interrotte da **pianerottoli di sosta**.

ESODO IN PRESENZA DI DISABILITÀ

In tutti i piani dell'attività nei quali vi può essere presenza di **occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali**, devono essere previsti alternativamente:

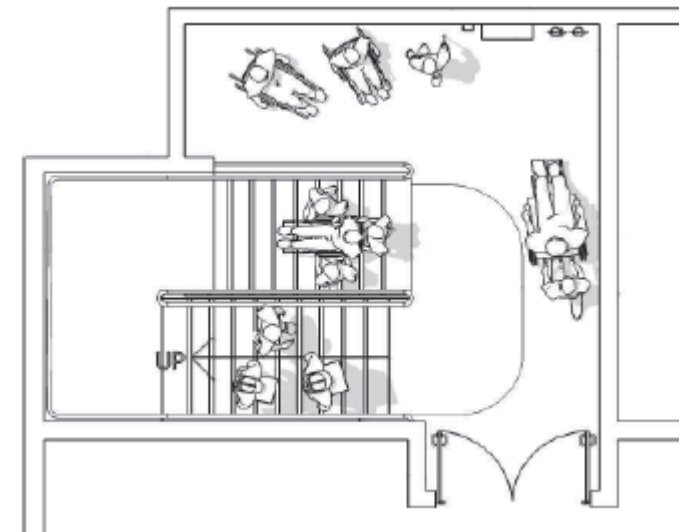
- **spazi calmi;**
- **esodo orizzontale progressivo.**



SPAZIO CALMO⁴⁵

Luogo sicuro temporaneo ove **gli occupanti possono attendere assistenza** per completare l'esodo verso luogo sicuro;

Se lo spazio calmo è **contiguo** e **comunicante** con una via d'esodo, **non deve costituire intralcio** alla fruibilità delle vie di esodo e deve garantire la permanenza in sicurezza degli occupanti in attesa dei soccorsi.



⁴⁵ Già presente nelle regole tecniche: DM 9/4/1994 «**alberghi**»; DM 19/8/1996 «**locali di pubblico spettacolo**»; DM 18/3/1996 «**impianti sportivi**»; DM 22/2/2006 «**uffici**»; DM 16/7/2014 «**asili nido**».

ESODO ORIZZONTALE PROGRESSIVO

È una modalità prevista ad es. nelle regole tecniche di:

OSPEDALI: *spostamento* dei degenti **in un compartimento adiacente** capace di contenerli e proteggerli fino a quando l'incendio non sia stato domato o fino a che non diventi necessario procedere a una successiva evacuazione verso luogo sicuro.



ASILI NIDO: *ciascun piano è suddiviso in almeno due compartimenti idonei a contenere*, in emergenza, oltre ai normali occupanti, **il numero di bambini previsti per il compartimento adiacente con capienza più alta.**



ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

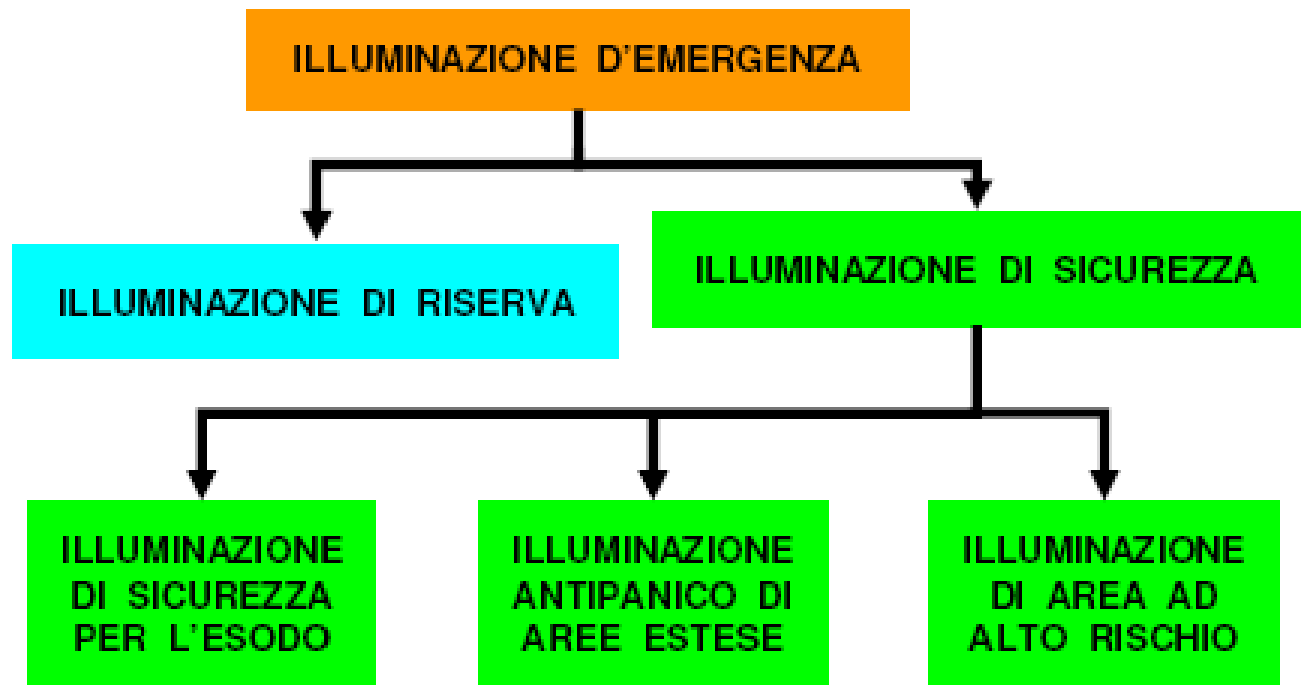
Deve essere installato impianto di illuminazione di sicurezza **lungo tutto il sistema di vie d'esodo fino a luogo sicuro qualora l'illuminazione** possa risultare anche occasionalmente **insufficiente** a garantire l'esodo (*es. attività esercitate in orari pomeridiani e notturni, locali con scarsa illuminazione naturale, ...*).



L'impianto deve assicurare un livello di illuminamento sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti, conformemente alla **norma UNI EN 1838**.

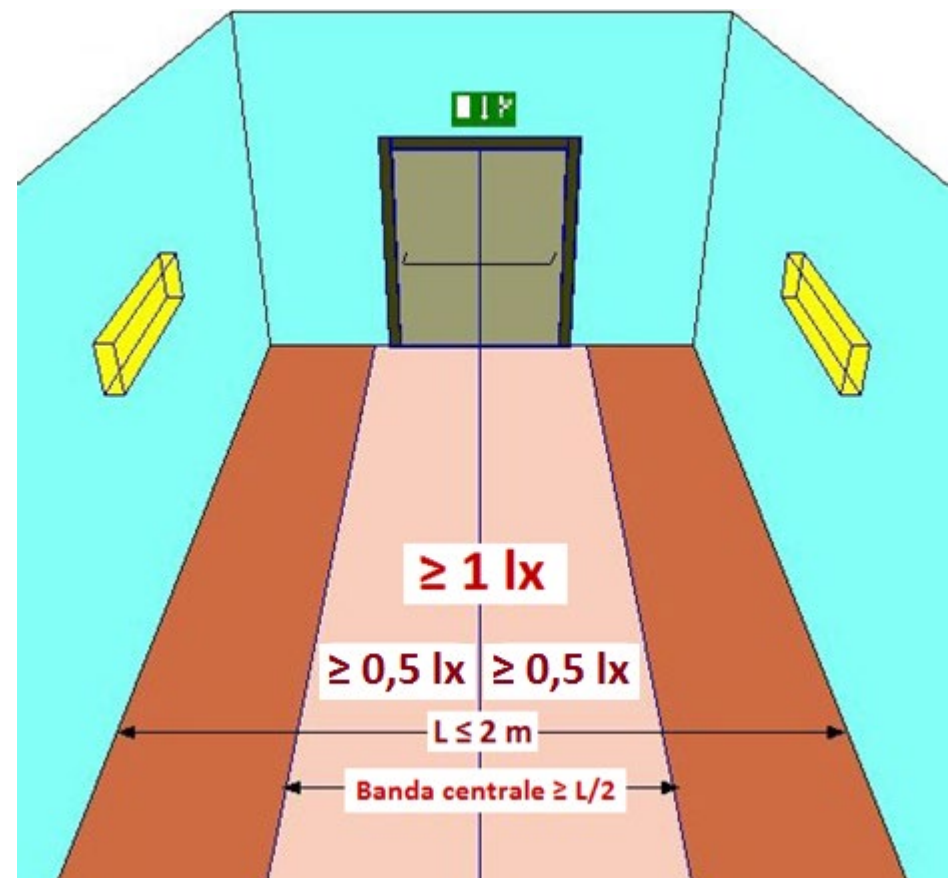
L'illuminazione di sicurezza, secondo la **Norma UNI EN 1838**, fa parte del sistema più generale dell'illuminazione di emergenza.

Mentre l'illuminazione di riserva ha la funzione di consentire il proseguimento dell'attività, l'**illuminazione di sicurezza** deve consentire l'esodo sicuro in caso di mancanza della normale alimentazione.



Il **codice** si limita a indicare che l'impianto di illuminazione di sicurezza deve assicurare un livello di illuminamento sufficiente a garantire l'esodo degli occupanti **conformemente** alla **UNI EN 1838**.

Illuminazione di sicurezza per l'esodo: Per vie di esodo ≤ 2 m, l'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale deve essere ≥ 1 lx e la banda centrale, di larghezza pari a almeno la metà di quella della via di esodo, deve avere un illuminamento $\geq 50\%$ del precedente valore.



Le **regole tecniche italiane** prevedono, di norma, un livello d'illuminamento $\geq 5 \text{ lx}$ misurato a **1 m dal suolo**, lungo le vie d'uscita, e $\geq 2 \text{ lx}$ negli altri ambienti accessibili al pubblico.

Sono ammesse singole lampade autoalimentate purché assicurino il funzionamento per almeno **1 ora**.



L'alimentazione di sicurezza deve essere automatica a **interruzione** breve ($\leq 0,5 \text{ s}$) per gli impianti di rivelazione, allarme e illuminazione; ad interruzione media ($\leq 15 \text{ s}$) per ascensori antincendio e impianti idrici antincendio.

MISURE DI PROTEZIONE ATTIVA

La protezione **antincendio** di un'attività può essere definita:

- di base;
- finalizzata al controllo dell'incendio;
- finalizzata alla completa estinzione.

Si attua attraverso i **presidi antincendio**:

- ✓ **Estintori**;
- ✓ **Idranti**;
- ✓ **Impianti manuali o automatici di controllo o estinzione.**



ESTINTORI

Mezzi di primo intervento impiegati per i **principi d'incendio**. **Non efficaci** per incendi in **fase più avanzata**.



Sono suddivisi, in relazione al peso, in:

Estintori portatili



ad esempio da 6 - 9 - 12 kg

Estintori carrellati

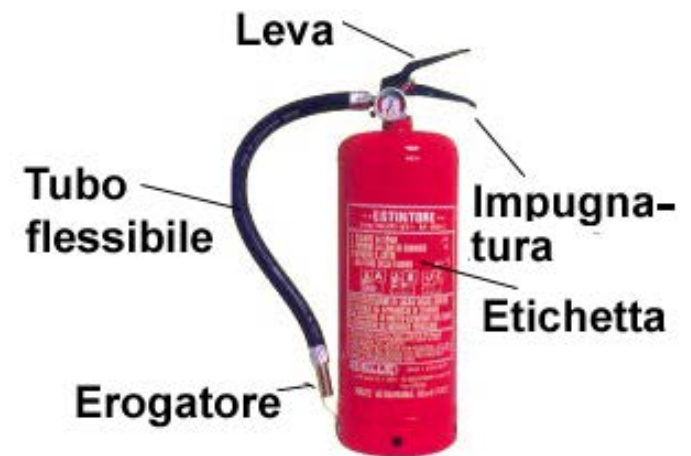


ad esempio da 30 - 50 - 150 kg

ESTINTORI PORTATILI

Presidio elementare per **principi d'incendio**, **complementare** a altre misure di **protezione attiva**.

La **capacità estinguente** è considerata solo come **grado di maggiore affidabilità** legata alla semplicità d'uso, non in funzione del focolare reale.



Prevedere estintori più maneggevoli (*carica* $\leq$ **6 kg / litri**) in **ambienti** con **pubblico**, poiché l'**utilizzo** è effettuato dagli **occupanti** e non solo da «addetti antincendio».

Estintori carrellati a protezione di **aree ampie** e **senza ostacoli** alla movimentazione, con almeno **2 operatori addestrati**.

La **protezione di base**, sui **principi d'incendio**, si attua con gli **estintori**.

La tipologia è selezionata in base alle **classi d'incendio**.

Gli estintori devono essere **disponibili per l'uso immediato**, in posizione facilmente **visibile** e **raggiungibile**, in **prossimità** di uscite di piano, percorsi d'esodo e aree a rischio specifico.



Segnalare gli estintori che richiedono particolari **competenze** per l'impiego solo da parte di **personale specificamente addestrato**.

Minimizzare il numero di **tipi diversi** di estintori.

Estintori portatili - classificazione

Sono classificati in base alla **capacità estinguente**.

Classe A fuochi di solidi con formazione di brace

Classe B fuochi di liquidi

Classe C fuochi di gas

Classe D fuochi di metalli

Classe F fuochi che interessano mezzi di cottura



Sull'estintore è riportata **un'etichetta suddivisa in 5 parti**, con istruzioni e condizioni di utilizzo.

Sono indicate le **classi dei fuochi** ed i **focolai** che è in grado di estinguere (*esempio: 34A 233BC*).

ESTINTORI CARRELLATI

Stesse caratteristiche degli estintori portatili con **maggiore capacità estinguente** ma **minore maneggevolezza**.



Tipologie di estintori in relazione alla **sostanza estinguente**

- ✓ **Acqua**, ormai in disuso
- ✓ **Schiuma**, adatto per liquidi infiammabili
- ✓ **Polvere**, adatto per liquidi infiammabili e apparecchi elettrici
- ✓ **Anidride carbonica** (CO_2), idoneo per apparecchi elettrici
- ✓ **Idrocarburi alogenati**, adatto per motori di macchinari
- ✓ **Agente pulito** (clean agent)



Tipologie di estintori in relazione alle cariche nominali

Estintori portatili		Estintori carrellati	
Tipo	Carica	Tipo	Carica
Polvere	kg: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12	Polvere	kg: 30, 50, 100, 150
CO ₂	kg: 2, 5	CO ₂	kg: 18, 27, 54
Halon	kg: 1, 2, 4, 6	Halon	kg: 30, 50
Acqua	lt: 2, 3, 6, 9	Acqua	lt: 50, 100, 150
Schiuma	lt: 2, 3, 6, 9	Schiuma	lt: 50, 100, 150

ESTINTORI A POLVERE

La polvere antincendio è composta da sostanze chimiche miscelate tra loro con aggiunta di additivi per migliorarne le qualità.

L'azione estinguente è di tipo **chimico** di **soffocamento** e di **raffreddamento**.

L'erogazione della polvere avviene mediante una pressione interna fornita da azoto compresso.

Essendo costituita da particelle solide finissime, **può danneggiare le apparecchiature e macchinari**.

Sono **adatti all'uso su apparecchiature elettriche**.



Utilizzo dell'estintore a polvere (1/2)

*L'azione estinguente delle polveri è prodotta dalla loro decomposizione per effetto delle alte temperature, che dà luogo a effetti chimici sulla fiamma con **azione anticatalitica** e alla produzione di CO₂ e vapore d'acqua. I prodotti della decomposizione delle polveri separano il combustibile dal comburente, raffreddano il combustibile e inibiscono il processo della combustione.*

L'estintore a polvere **può essere utilizzato** su:

- ✓ fuochi di classe A, B, C
- ✓ fuochi di classe D (*solo con polveri speciali*).
- ✓ quadri e apparecchiature elettriche fino a 1000 V;

Utilizzo dell'estintore a polvere (2/2)

Gli estintori a polvere devono riportare l'indicazione dell'idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione:

«adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro»

*L'utilizzo di **estintori a polvere** contro fuochi di **classe F** è considerato **pericoloso**. Pertanto, non devono essere sottoposti a prova secondo la norma europea **UNI EN 3-7:2008** e **non devono essere marcati con il pittogramma di classe «F»**.*

*Spento l'incendio è opportuno **areare il locale**, per evitare di inspirare i prodotti della combustione (CO, CO₂, gas e polveri incombuste) e la stessa polvere estinguente, molto fine.*

ESTINTORE A CO₂ (*anidride carbonica*)

Contiene **CO₂ compresso e liquefatto**.

Costituito da **unico pezzo di spessore adeguato**.

È **senza manometro**.

Il **diffusore di forma tronco-conica**.

Il dispositivo di scarica è composto da un tubo collegato a un **cono diffusore in PVC** con impugnatura per **evitare ustioni da freddo**.

Spegne per **soffocamento e raffreddamento**.

È **utilizzabile su apparecchiature elettriche**.



... segue

La CO_2 in pressione (**55/60 bar a 20° C**), uscendo all'aperto dal cono diffusore, una parte evapora immediatamente con brusco abbassamento di temperatura (**-79 °C**) che solidifica l'altra sotto forma di piccole particelle («**neve carbonica**» o «**ghiaccio secco**»).

Per la forte evaporazione ha una **gittata limitata (non oltre 2 m)**, è necessario avvicinarsi il più possibile al focolaio.

Non è **adatto** sui focolai di **classe A**, in quanto il gas produce solo un abbassamento momentaneo della temperatura senza l'inibizione delle braci.



*L'estintore a CO₂ **può essere utilizzato su:***

- fuochi di classe B, C*
- quadri e apparecchiature elettriche fino a 1000 V;*

*Devono riportare l'indicazione dell'idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione, es.: **«adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 v ad una distanza di un metro».***

*L'utilizzo di **estintori a CO₂** contro fuochi di **classe F** è considerato **pericoloso**. Pertanto non devono essere sottoposti a prova secondo la **UNI EN 3-7:2008** e non devono essere **marcati con il pittogramma di classe «F».***



ESTINTORE A SCHIUMA

La carica è composta da **liquido schiumogeno diluito in acqua** (dal 3% al 10%).

L'estinzione avviene per **soffocamento** e per **raffreddamento** in minima parte.



Impiegate per incendi di **liquidi infiammabili (classe B)**

Non utilizzabile sui fuochi di **classe D**.



Non utilizzabile su apparecchiature elettriche.



Tipo di incendio	Tipo di estintore			
	CO ₂	Polvere	Schiuma	Halon
 A FUOCHI DI SOLIDI	SI <i>(Effetto scarso)</i>	SI	SI <i>(Effetto scarso)</i>	NO
 B FUOCHI DI LIQUIDI	SI	SI	SI	SI
 C FUOCHI DI GAS	SI	SI	NO	SI
 D FUOCHI DI METALLI	NO	SI <i>(Polveri speciali)</i>	NO	NO
 E APPARECCHI ELETTRICI	SI	SI	NO	SI

Numero degli estintori da installare

Il numero risulta determinato solo in alcuni norme specifiche (*scuole, ospedali, alberghi, locali di pubblico spettacolo, autorimesse, ecc.*).

Il [Minicodice](#) stabilisce che, per consentire la pronta estinzione di un principio di incendio, devono essere installati estintori di **capacità estinguente** almeno **13A** e **carica** almeno **6 kg** o **6 litri**, in **numero** tale da garantire una distanza massima di raggiungimento pari a **30 m**.



Estintori di classe A (secondo il Codice di p.i.)

Protezione di base **estesa all'intera attività**.

In base a **R_{vita}** e alla max **distanza di raggiungimento** di ogni piano, soppalco o compartimento:



Profilo di rischio R _{vita}	Max distanza di raggiungimento	Min. capacità estinguente	Min. carica nominale
A1, A2	40 m	13 A	6 litri o 6 kg
A3, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1, E2	30 m	21 A	
A4, B3, C3, E3	20 m	27 A	

Estintori di classe B

Protezione di base limitata ai compartimenti.

In base alla **quantità** di liquidi infiammabili di ogni piano, soppalco o compartimento:



Quantità di liquido infiammabile stoccato o in lavorazione L	Min. capacità estinguente	Numero estintori	Min. carica nominale
$L \leq 50$ litri	70 B	1	4 kg o 3 litri, 5 kg se a CO ₂
$50 < L \leq 100$ litri	89 B	2	
$100 < L \leq 200$ litri	113 B	3	6 kg o 6 litri
	144 B	2	
$L \geq 200$ litri	233 B	≥ 3 [1]	

[1] Il numero deve essere determinato sulla base della valutazione del rischio, tenendo conto della quantità e della tipologia di liquido infiammabile stoccato o in lavorazione, della geometria dei contenitori e della superficie esposta; in queste circostanze è preferibile prevedere anche l'installazione di estintori carrellati.

Posizionamento degli estintori

Devono essere indicati con l'apposita **segnaletica di sicurezza**.

Devono essere **posizionati alle pareti**, mediante **idonei attacchi** con facile sganciamento o **poggiati a terra** con idonei dispositivi (*piantane porta estintore con asta e cartello*).



Identificazione degli estintori portatili

Colore

Il colore del corpo deve essere **rosso RAL 3000**.

Marcatura

È **suddivisa in 5 parti**.

Le parti **1, 2, 3** e **5** devono essere contenute nella stessa etichetta (*o cornice*).

La parte **4** può trovarsi anche in altra posizione.

L'etichetta deve essere in una posizione tale da poter essere letta chiaramente quando l'estintore si trova sul supporto.



Parti della marcatura

- 1. Parola «ESTINTORE», tipo, carica, classe di spegnimento*
- 2. Istruzioni per l'uso, Pittogrammi*
- 3. Pericoli, Avvertenze*
- 4. Istruzioni, Informazioni, Raccomandazioni, Approvazione*
- 5. Dati identificativi del costruttore e/o fornitore*



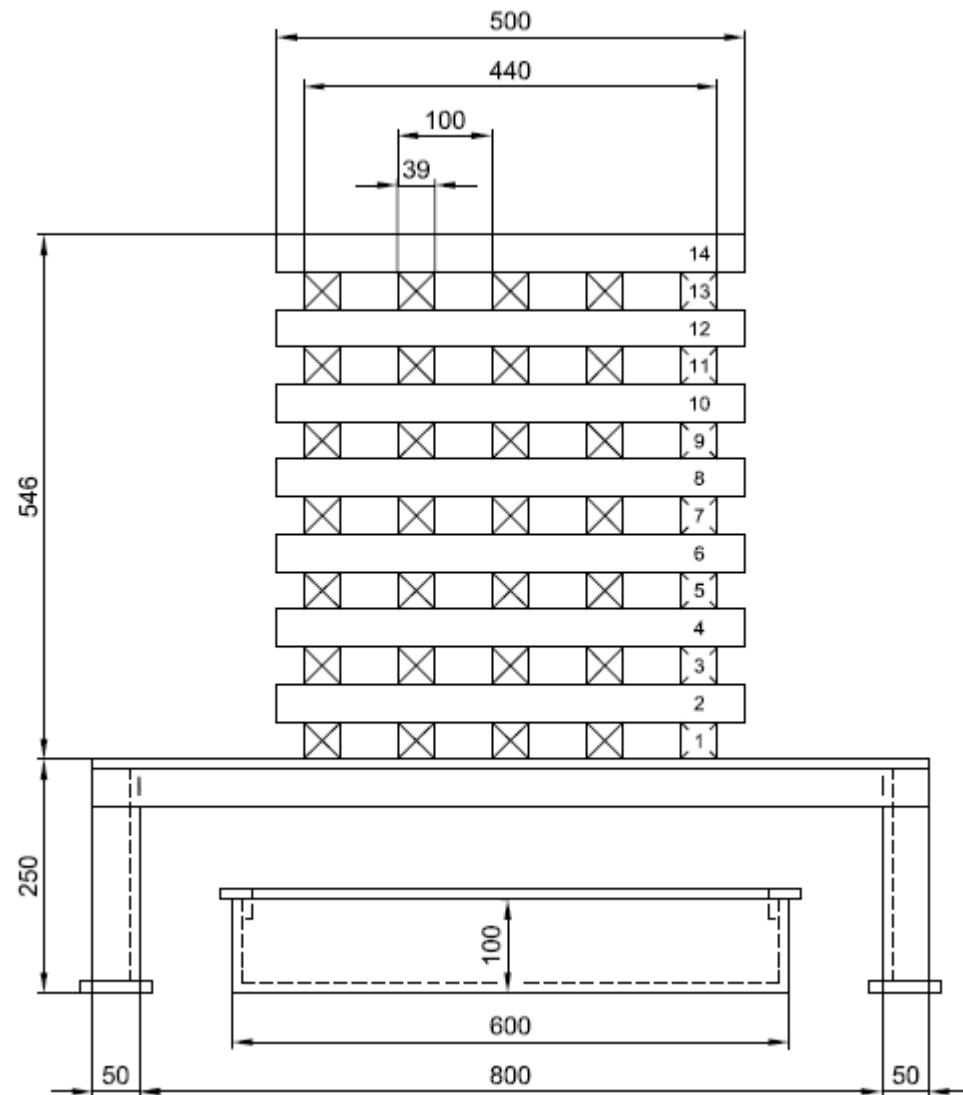
Capacità estinguente

Classe A

*Il focolare tipo è costituito da una catasta di tronchetti a sezione quadrata di lato 39 ± 2 mm, in *Pinus silvestris*, posta su un telaio metallico.*

Dimensioni della catasta:

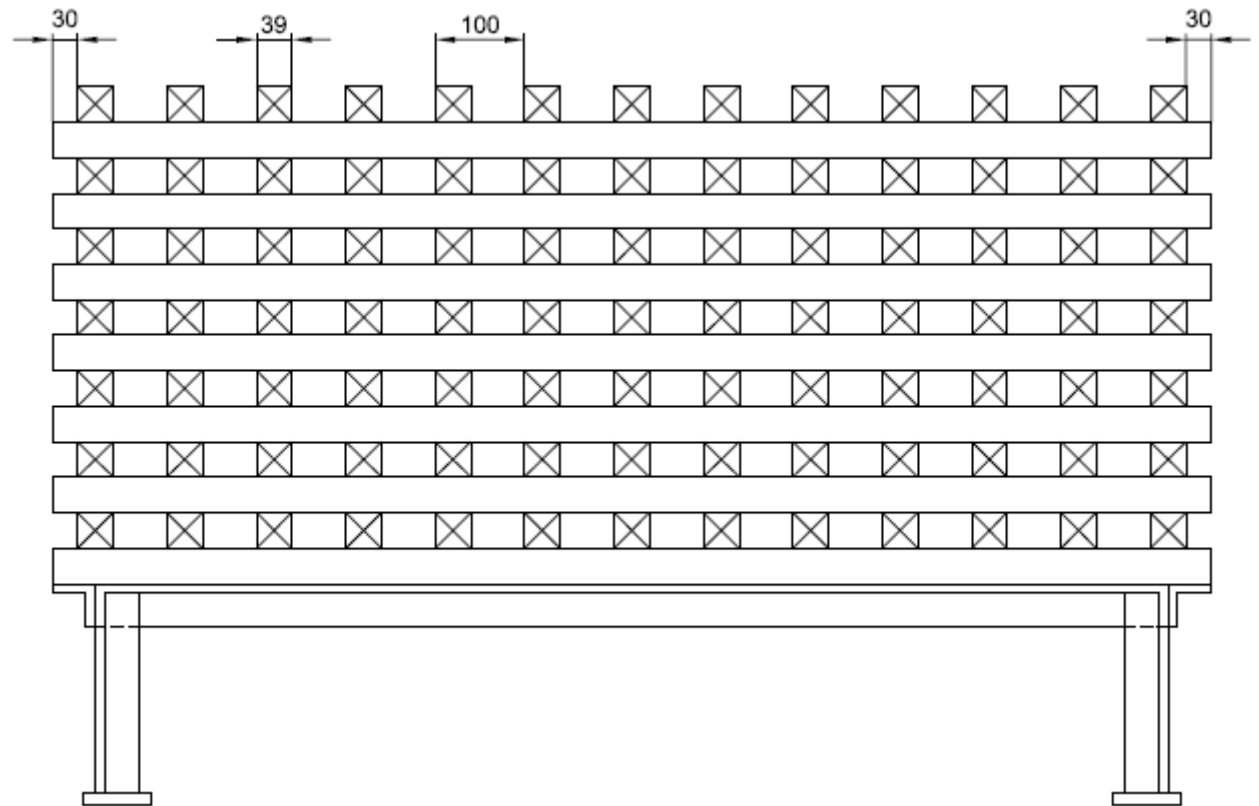
Il fronte ha dimensioni fisse di 440 mm (5 travetti distanti 61 mm) alla base e 546 mm (14 travetti sovrapposti) di altezza.



Vista frontale (identica per tutti i focolari)

... segue

*La lunghezza della catasta è data dalla **lunghezza dei travetti longitudinali** il cui valore in decimetri coincide con il **numero** seguito dalla **lettera A** che indica il focolare (es. 13A).*



*n. travi: **13***

Vista laterale (variabile: es. 13A)

*lunghezza del focolare: **13 dm***

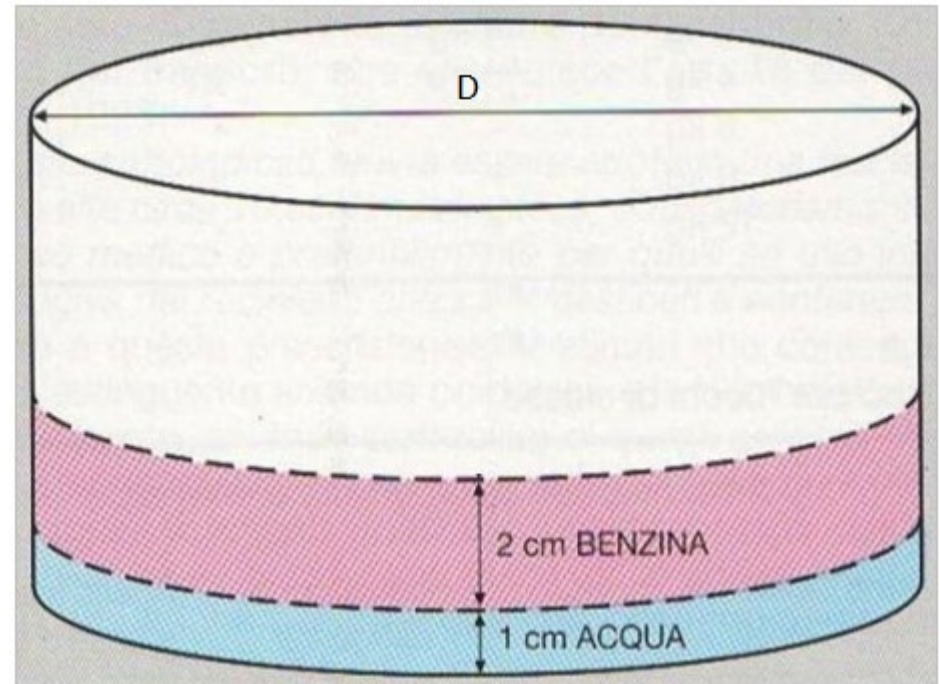


Focolare tipo 55A

Classe B

I focolari tipo sono realizzati da recipienti metallici cilindrici in acciaio, riempiti con un rapporto 1/3 acqua, 2/3 benzina.

La quantità di liquido è tale che l'altezza di acqua è di 1 cm e l'altezza di benzina è di 2 cm.



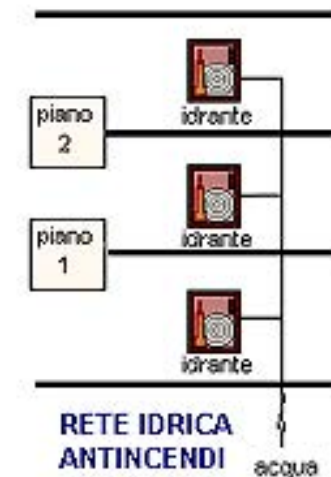
*Ogni focolare è distinto da un **numero**, che rappresenta il **volume del liquido in litri**, seguito dalla **lettera B** (es. 89B).*

IMPIANTI FISSI DI ESTINZIONE DEGLI INCENDI

Gli impianti fissi di estinzione degli incendi si dividono in due categorie:

- **Impianti manuali** (*Rete di idranti e naspi*)
- **Impianti automatici** (*Impianti sprinkler, schiuma, polvere, CO2, Halon o alternativi*)

a seconda se sia o meno necessario l'intervento diretto di un operatore per il loro funzionamento.



IMPIANTI MANUALI DI ESTINZIONE DEGLI INCENDI

Rete idrica antincendio (rete di idranti)

Le reti di idranti, tramite gli apparecchi erogatori ad esse collegati (**idranti** e **naspi**), forniscono acqua in quantità adeguata a combattere gli incendi.



La rete idrica antincendio **può essere collegata** direttamente, o a mezzo di vasca di disgiunzione, all'**acquedotto** cittadino.

Qualora l'**acquedotto non garantisca i requisiti**, le caratteristiche idrauliche (**portata** e **pressione**) per naspi e idranti devono essere assicurate con idonea **riserva idrica** e **gruppo di pompaggio**.

Rete idrica antincendio

La rete idrica antincendio è l'impianto **maggiormente impiegato** per il contrasto degli effetti di un incendio.

Occorre verificare **compatibilità** dell'**acqua** come estinguente in relazione a tipologia d'incendio.

Valutare **compatibilità** anche in relazione all'eventuale protezione dei **beni** o alle caratteristiche degli **occupanti**.

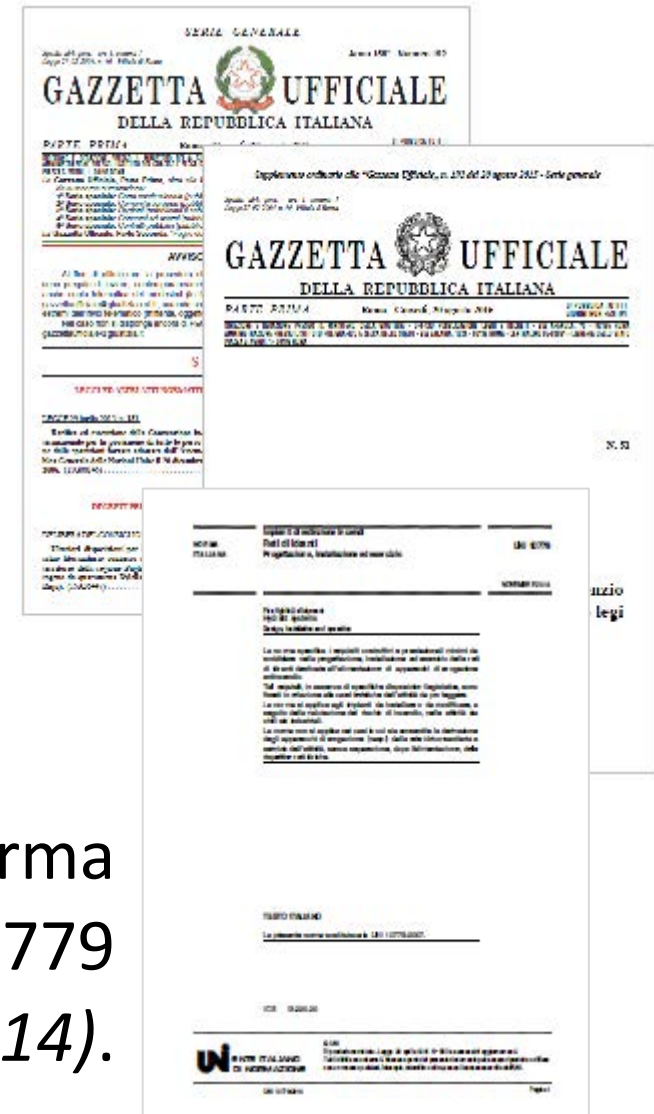
Verificare **prestazioni** di eventuali **altri impianti** a base di acqua (es. sprinkler) anche **in contemporaneità** con reti di idranti.



Criteri progettuali di una rete idrica antincendio

Le **modalità di realizzazione** delle reti di idranti sono **stabilite** dalle specifiche **regole tecniche** di prevenzione incendi, che definiscono i valori di pressione e portata necessari per il calcolo idraulico delle tubazioni e dell'eventuale riserva idrica, o dal [DM 20/12/2012](#) «Impianti di protezione attiva».

Se l'attività non è regolata da specifica norma si può far riferimento alla norma UNI 10779 (**Ed. mar 2021** che ha sostituito l'ed. nov 2014).



Caratteristiche della rete idrica antincendi *(Criteri progettuali a garanzia di affidabilità e funzionalità)*

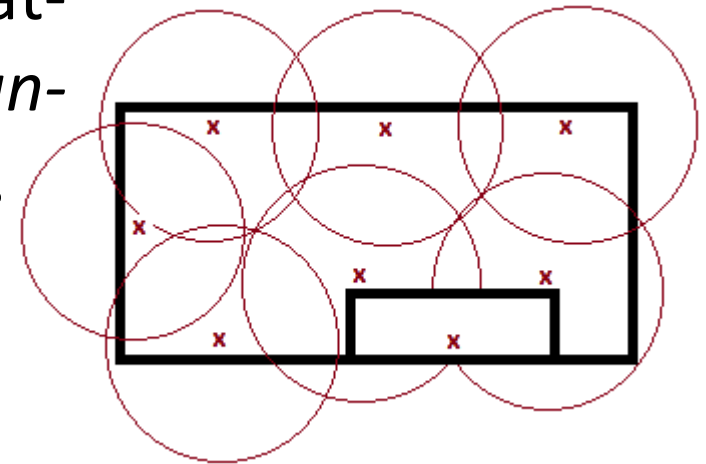
- **Indipendenza** della rete da altre utilizzazioni.
- Dotazione di **valvole di sezionamento**.
- Disponibilità di **riserva idrica, pressione e portata**.
- Ridondanza del **gruppo di pompaggio**.
- Disposizione della **rete** preferibilmente **ad anello**.
- **Protezione** della rete da **gelo, urti, fuoco, corrosione**.
- Idranti/naspi (collegati con tubazioni flessibili a lance erogatrici) disposti in modo da **coprire**, con il getto, l'**intera attività**.



Posizionamento di idranti a muro e naspi

Posizionati in modo che **ogni parte** dell'attività sia **raggiungibile con il getto** (di lunghezza 5 m) di almeno un idrante/naspo.

Posizionati considerando **ogni compartimento indipendente**.



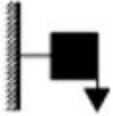
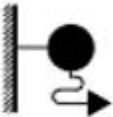
Installati in **posizione** ben **visibile e** facilmente **raggiungibile**.

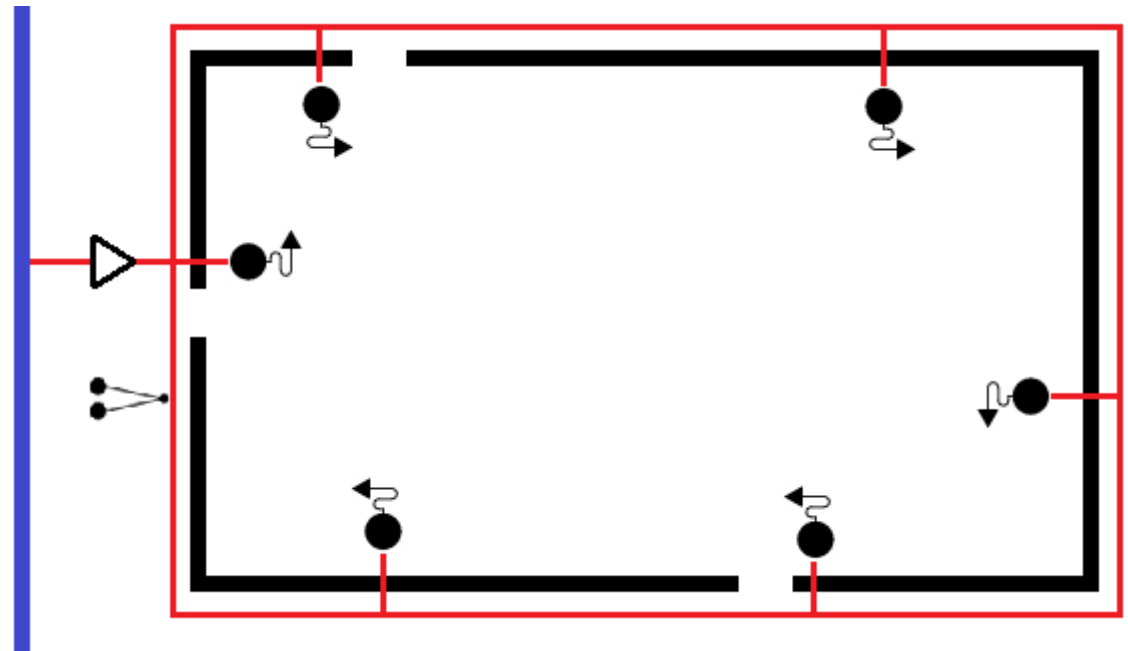
Preferibilmente **posizionati** in **prossimità di uscite** o vie di esodo, in posizione tale da non ostacolare l'esodo.



Le caratteristiche della rete idranti sono stabilite dalla norma UNI 10779.

Simboli grafici

-  Idrante su naspo
-  Idrante a muro
-  Idrante sottosuolo
-  Idrante soprasuolo
-  Attacco autopompa



Apparecchi di erogazione

L'elemento terminale di una rete idrica antincendio può essere costituito da:

- **Naspi**
- **Idranti.**



Gli idranti si distinguono in base alle modalità di installazione in:

- Idranti a **muro**
- Idranti a colonna **soprasuolo**
- Idranti **sottosuolo**

Idranti a muro

Componenti:

- **cassetta**;
- **supporto** della tubazione;
- **valvola** manuale di intercettazione;
- **tubazione flessibile** completa di raccordi;
- **lancia** erogatrice.



Prestazioni tipiche: **portata 120 l/min, pressione 2 bar.**

Naspi

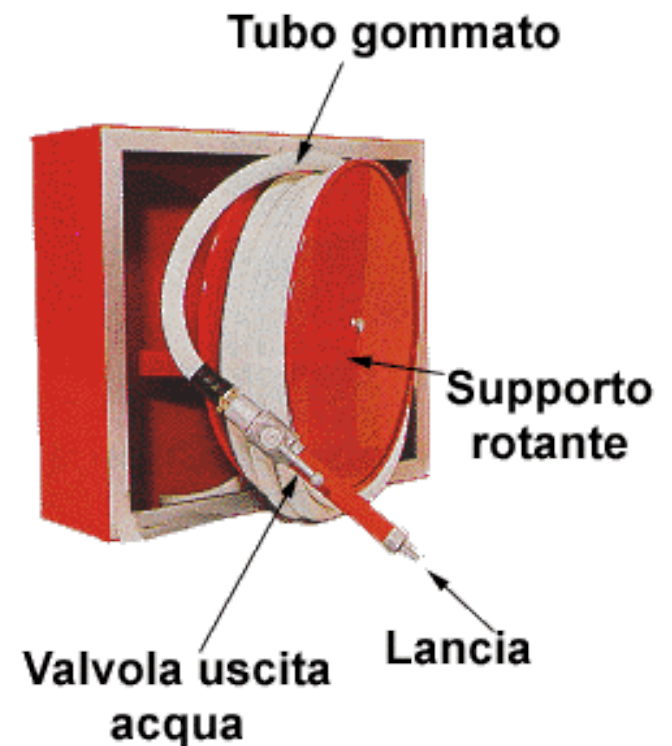
Costituiti da una **bobina mobile** su cui è avvolta una **tubazione semirigida** collegata con una **lancia erogatrice**.

Idonee per **personale non addestrato**.

Hanno prestazioni **inferiori rispetto** agli **idranti**.

Dispongono di **tubazioni semirigide DN 25** mm in gomma avvolte su tamburi girevoli, provvisti di **lance** con getto regolabile (*pieno o frazionato*).

Prestazioni tipiche: **portata 35-60 l/min, pressione 2-3 bar**.



Protezione interna e esterna

Protezione interna: preferibili

- **naspi** in attività civili;
- **idranti** a muro per le altre attività.



Protezione esterna: anche con **rete pubblica**, a condizione che:

- idranti nelle immediate vicinanze (*es. entro 100 m del confine dell'attività*);
- rete in grado di erogare la portata prevista (*attestata da professionista antincendio*).



Continuità dell'alimentazione

Per la **continuità dell'alimentazione idrica e/o elettrica**⁴⁶ la disponibilità può essere **attestata**, con dati **statistici** di anni precedenti, da **Enti erogatori** o **professionisti antincendio**.

Norma UNI 10779: L'assicurazione della portata idrica «in ogni tempo» per gli acquedotti va intesa durante la normale erogazione del servizio. Un'indisponibilità per manutenzione dell'ordine di 60 ore/anno, relativamente all'area interessata dall'impianto, attestabile mediante dati statistici relativi agli anni precedenti, è considerata accettabile almeno per aree di liv. 1 e 2.

MOD. P2004 - 2012/2004/000

PAG. 1

Edil Proxima V.T.E.s.

DICHIARAZIONE DI CORRETTA INSTALLAZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO
(da compilare con campo di applicazione del DL 22 gennaio 2003, n. 27)

Dove/entro la quale			
Descrizione di		Tipologia	
a) natura		b) classe	
c) stato		d) tipo	
e) natura		f) natura	
g) natura		h) natura	
i) natura		j) natura	
k) natura		l) natura	
m) natura		n) natura	
o) natura		p) natura	
q) natura		r) natura	
s) natura		t) natura	
u) natura		v) natura	
w) natura		x) natura	
y) natura		z) natura	
aa) natura		ab) natura	
ac) natura		ad) natura	
ae) natura		af) natura	
ag) natura		ah) natura	
ai) natura		aj) natura	
ak) natura		al) natura	
am) natura		an) natura	
ao) natura		ap) natura	
aq) natura		ar) natura	
as) natura		at) natura	
av) natura		aw) natura	
ax) natura		ay) natura	
az) natura		ba) natura	
bb) natura		bc) natura	
bd) natura		be) natura	
bf) natura		bg) natura	
bh) natura		bi) natura	
bj) natura		bk) natura	
bl) natura		bm) natura	
bn) natura		bo) natura	
bp) natura		bq) natura	
br) natura		bs) natura	
bt) natura		bu) natura	
bv) natura		bw) natura	
bx) natura		by) natura	
bz) natura		ca) natura	
cb) natura		cc) natura	
cd) natura		ce) natura	
cf) natura		cg) natura	
ch) natura		ci) natura	
cj) natura		ck) natura	
cl) natura		cm) natura	
cn) natura		co) natura	
cp) natura		cq) natura	
cr) natura		cs) natura	
ct) natura		cu) natura	
cv) natura		cw) natura	
cx) natura		cy) natura	
cz) natura		da) natura	
db) natura		dc) natura	
dd) natura		de) natura	
df) natura		dg) natura	
dh) natura		di) natura	
dj) natura		dk) natura	
dl) natura		dm) natura	
dn) natura		do) natura	
dp) natura		dq) natura	
dr) natura		ds) natura	
dt) natura		du) natura	
dv) natura		dw) natura	
dx) natura		dy) natura	
dz) natura		ea) natura	
eb) natura		ec) natura	
ed) natura		ee) natura	
ef) natura		eg) natura	
eh) natura		ei) natura	
ej) natura		ek) natura	
el) natura		em) natura	
en) natura		eo) natura	
ep) natura		eq) natura	
er) natura		es) natura	
et) natura		eu) natura	
ev) natura		ew) natura	
ex) natura		ey) natura	
ez) natura		fa) natura	
fb) natura		fc) natura	
fd) natura		fe) natura	
ff) natura		fg) natura	
fh) natura		fi) natura	
fj) natura		fk) natura	
fl) natura		fm) natura	
fn) natura		fo) natura	
fp) natura		fq) natura	
fr) natura		fs) natura	
ft) natura		fu) natura	
fv) natura		fw) natura	
fx) natura		fy) natura	
fz) natura		ga) natura	
gb) natura		gc) natura	
gd) natura		ge) natura	
gf) natura		gg) natura	
gh) natura		gi) natura	
gj) natura		gk) natura	
gl) natura		gm) natura	
gn) natura		go) natura	
gp) natura		gq) natura	
gr) natura		gs) natura	
gt) natura		gu) natura	
gv) natura		gw) natura	
gx) natura		gy) natura	
gz) natura		ha) natura	
hb) natura		hc) natura	
hd) natura		he) natura	
hf) natura		hg) natura	
hh) natura		hi) natura	
hj) natura		hk) natura	
hl) natura		hm) natura	
hn) natura		ho) natura	
hp) natura		hq) natura	
hr) natura		hs) natura	
ht) natura		hu) natura	
hv) natura		hw) natura	
hx) natura		hy) natura	
hz) natura		ia) natura	
ib) natura		ic) natura	
id) natura		ie) natura	
if) natura		ig) natura	
ih) natura		ii) natura	
ij) natura			

⁴⁶ Già col D.M. 20/12/2012 è stato esteso **anche alle reti di distribuzione dell'energia elettrica** il concetto di assicurazione del servizio «in ogni tempo», che deve essere inteso durante la normale erogazione del servizio analogamente a quanto previsto per gli acquedotti nella **norma UNI 10779**. Tale requisito non viene meno per una momentanea interruzione dell'erogazione dovuta a interventi di manutenzione.

NORMA UNI 10779:2021

RETI DI IDRANTI - Progettazione, installazione ed esercizio

Finalità della norma è stabilire le **caratteristiche** che una rete di idranti deve avere e le **modalità** con le quali deve essere realizzata e gestita.

Non è compito della norma stabilire se la rete di idranti deve essere **realizzata** e se essa debba includere la protezione **interna, esterna o entrambe**.

Tale decisione deve essere presa a seguito di **valutazione del rischio** di incendio effettuata dal progettista.



SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La norma specifica **i requisiti costruttivi e prestazionali** minimi che devono soddisfare le reti idriche antincendio.

Si applica nei casi in cui **non è prevista** una **normativa specifica**.

Per le reti di idranti antincendio con **rete a secco**, si applicano le disposizioni integrative della **norma UNI/TS 11559**.

Si applica per l'**installazione** o **modifica** di impianti, a seguito della valutazione del rischio di incendio, nelle attività sia civili sia industriali.



TERMINI E DEFINIZIONI

Le definizioni contrassegnate con () sono tratte dal DM 30 novembre 1983 «Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi»; le integrazioni sono riportate in corsivo.*

Alimentazione idrica dedicata

Alimentazione idrica adibita ad esclusivo uso antincendio.

Alimentazione idrica promiscua

Alimentazione idrica adibita ad uso antincendio e ad altri utilizzi idrico-sanitari dell'edificio.

Attacco di mandata per autopompa (*)

Dispositivo costituito *almeno* da una valvola di intercettazione ed una di non ritorno, dotato di uno o più attacchi unificati per tubazioni flessibili antincendio.

Serve come alimentazione idrica sussidiaria.



Collettore di alimentazione

Tubazione di collegamento fra alimentazione e rete di idranti.

Collettore

Tubazione che alimenta uno o più tubi di diramazione e/o montanti.

Diramazione

Tubazione di alimentazione di uno o più idranti/naspi, a sviluppo per lo più orizzontale

Idrante a colonna soprasuolo

Apparecchio di erogazione costituito da una valvola alloggiata nella porzione interrata dell'apparecchio, manovrata attraverso un albero verticale che ruota nel corpo cilindrico, nel quale sono anche ricavati uno o più attacchi con filettatura unificata.



Idrante a muro

Apparecchio di erogazione composto essenzialmente da:

- Cassetta o portello di protezione
- supporto della tubazione
- valvola manuale di intercettazione
- tubazione flessibile completa di raccordi
- lancia erogatrice.



Idrante sottosuolo

Apparecchio di erogazione costituito da una valvola provvista di un attacco unificato ed alloggiato in una custodia con chiusino installato a piano di calpestio.



Lancia erogatrice

Elemento fissato all'estremità della tubazione flessibile antincendio che permette di regolare e dirigere il getto d'acqua.



Montante

Tubazione di alimentazione di idranti/naspi e/o diramazioni successive, a sviluppo per lo più verticale.

Pompe automatiche

Dispositivi atti a fornire portate e pressioni alla rete prelevando acqua da un serbatoio, da vasca di accumulo o da rete idrica; sono comprese fra queste anche le pompe di surpressione. Tali dispositivi sono disciplinati dalla UNI EN 12845.

Pompe di surpressione

Dispositivi atti ad aumentare la pressione fornita dall'alimentazione idrica qualora questa non sia sufficiente alle richieste. Tali dispositivi sono disciplinati dalla UNI EN 12845.

Pressione residua

Pressione, misurata in un dato punto della rete di idranti mentre viene erogata una certa portata.

Pressione statica

Pressione misurata, in assenza di portata, in un dato punto della rete di idranti.

Rete di idranti (impianto)

Sistema di tubazioni fisse per l'alimentazione idrica di uno o più apparecchi di erogazione. Si distinguono in:

- reti idranti ordinarie: per attività ubicate all'interno di edifici;
- reti idranti all'aperto: per attività ubicate all'aperto.

Tubazione flessibile (*)

Tubo la cui sezione diventa circolare quando viene messo in pressione e che è appiattito in condizioni di riposo.

È possibile installare tubazioni flessibili (per idranti) di lunghezza massima 25 m.



Tubazione semirigida (*)

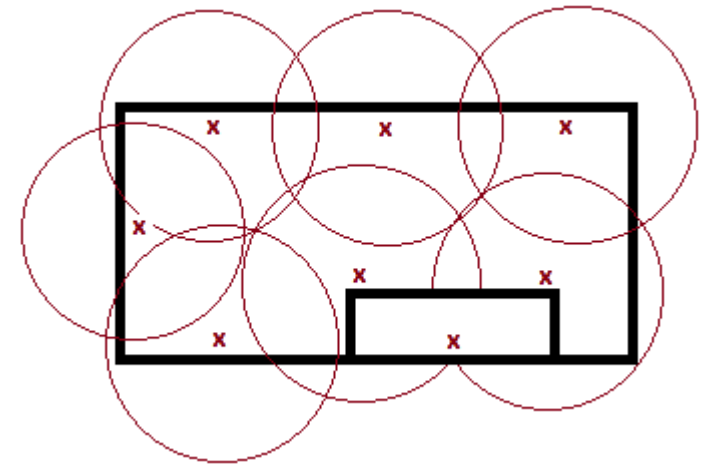
Tubo la cui sezione resta sensibilmente circolare anche se non in pressione.

È possibile installare tubazioni semirigide (per naspi) di lunghezza massima di 30 m (p.to 7.5.1.1).



Area da proteggere

Un fabbricato o area (*al chiuso o all'aperto*), sono considerati protetti se la rete idranti è estesa all'intero fabbricato/area e se ogni parte è **raggiungibile con il getto d'acqua** di **almeno un apparecchio erogatore**, secondo i criteri previsti.



Limitazioni di installazione

Le reti di **idranti non** devono essere **installati** ove siano presenti **controindicazioni** al contatto **con l'acqua**, o condizioni di pericolo. Situazioni particolari devono essere valutate caso per caso.

COMPOSIZIONE DEGLI IMPIANTI

Composizione degli impianti

- ✓ Alimentazione idrica;
- ✓ Rete di tubazioni fisse, preferibilmente chiuse ad anello, ad uso esclusivo antincendio;
- ✓ Attacco/attacchi di mandata per autopompa VF;
- ✓ Valvole;
- ✓ Apparecchi erogatori.

Per i componenti principali delle reti di idranti antincendio con tubazioni a secco vedere la norma UNI/TS 11559.

Alimentazione idrica

Le alimentazioni idriche devono essere in grado di **garantire** la **portata** e la **pressione** richiesta dall'impianto, nonché avere la capacità di assicurare i **tempi** di erogazione previsti (*vedere l'appendice B sui criteri di dimensionamento dell'impianto*).

Le reti di idranti devono avere alimentazioni idriche adibite a loro esclusivo servizio (eccezioni per gli acquedotti e le riserve virtualmente inesauribili).

Nel caso di vasche o serbatoi di accumulo di capacità maggiori del fabbisogno dell'impianto è ammesso l'utilizzo della parte eccedente per altre utenze.

COMPONENTI DEGLI IMPIANTI

TUBAZIONI PER INSTALLAZIONE FUORI TERRA

Nei tratti **fuori terra** si devono utilizzare tubazioni metalliche conformi alla specifica normativa di riferimento, aventi pressione nominale $> 1,2$ MPa.

Le tubazioni di acciaio devono avere spessori minimi conformi a:

- **UNI EN 10255 serie L**, se poste in opera con giunzioni saldate o che non richiedono asportazione di materiale;
- **UNI EN 10255 serie media**, se poste in opera con giunzioni filettate.

TUBAZIONI PER INSTALLAZIONE INTERRATA

Le tubazioni devono essere scelte tenendo conto delle caratteristiche di **resistenza meccanica** e di **corrosione** richieste per assicurare la voluta **affidabilità** dell'impianto.

Le **tubazioni in acciaio** devono essere conformi alla UNI EN 10224 e devono essere esternamente protette contro la corrosione mediante rivestimento (es. di tipo bituminoso).

Le **tubazioni in plastica** devono avere una pressione nominale non minore della massima pressione di esercizio e comunque non minore di 1,2 MPa.

VALVOLE DI INTERCETTAZIONE

Le valvole di intercettazione devono essere **conformi alle norme UNI 11443.**



IDRANTI A COLONNA SOPRASUOLO

Devono essere **conformi** alla **UNI EN 14384**.

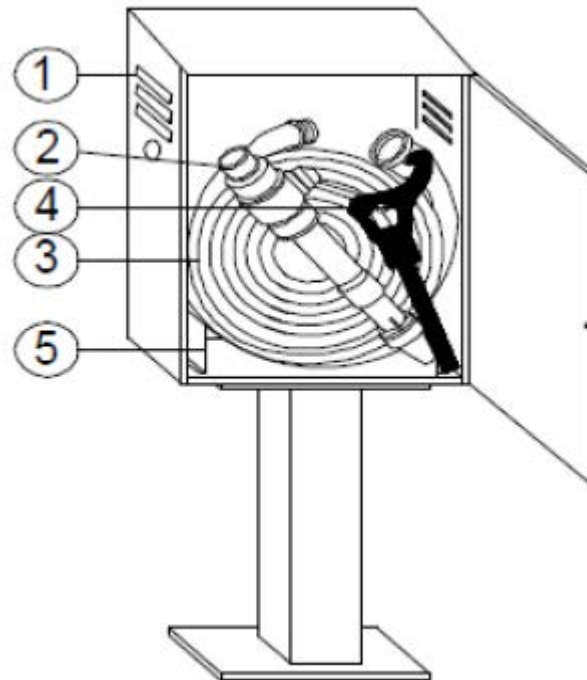
Per ogni idrante deve essere prevista una o più **tubazione** flessibile **DN 70 conformi** alle **UNI 9487**, completa di **raccordi** e **lancia** di erogazione.

Tali **dotazioni** devono essere **ubicate** in prossimità degli idranti, in apposite **cassette** con sella di sostegno, o conservate in postazioni accessibili in sicurezza individuate da apposita **segnaletica**.

L'idrante può essere dotato di **carenatura di sicurezza antivandalismo** conforme alla **UNI EN 14384**.



Cassetta UNI 10779 per idrante sopra suolo



COMPONENTI OBBLIGATORI

- 1. CASSETTA CONTENIMENTO
- 2. LANCIA EROGATRICE
- 3. TUBAZIONE DOTATA DI RACCORDI UNIFICATI

COMPONENTI CONSIGLIATI

- 4. CHIAVE DI MANOVRA
- 5. SOSTEGNO TUBAZIONE

IDRANTI SOTTOSUOLO

Devono essere **conformi** alla **UNI EN 14339**.

La **posizione** deve essere adeguatamente **indicata**.

Porre in atto **misure** per **non ostacolare l'utilizzo**.



Dotazioni in cassetta di contenimento individuate da idonea **segnaletica**.



Attacco UNI



Attacco a baionetta

Componenti degli idranti sottosuolo



Collo di cigno



Chiave di apertura



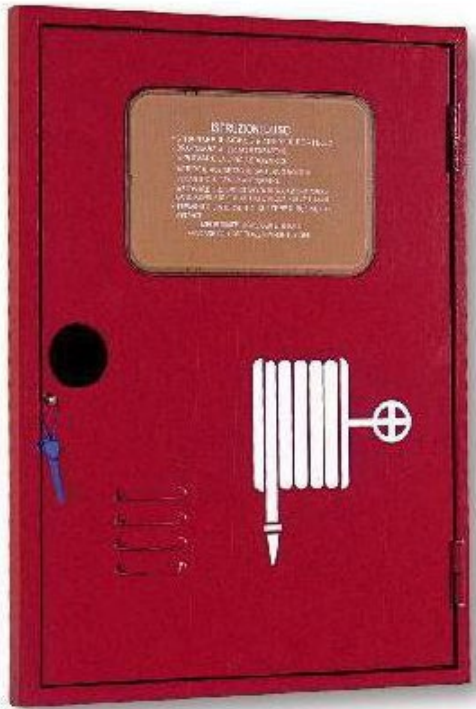
Chiusino

IDRANTI A MURO (UNI EN 671-2)

Gli idranti a muro devono essere conformi alla **UNI EN 671-2:2012** e le **attrezzature** devono essere **permanentemente collegate alla valvola di intercettazione**.



Tipi di installazione



Forma A: in nicchia con portello di protezione

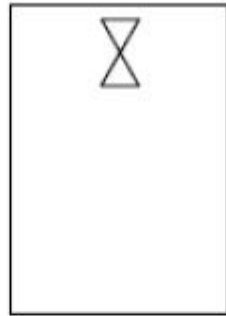
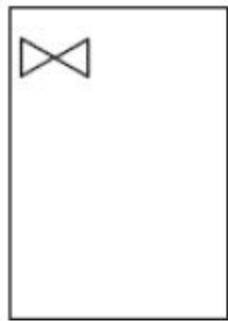


Forma B: in cassetta incassata

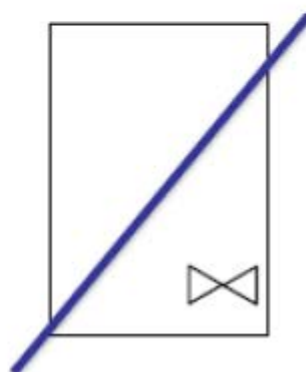
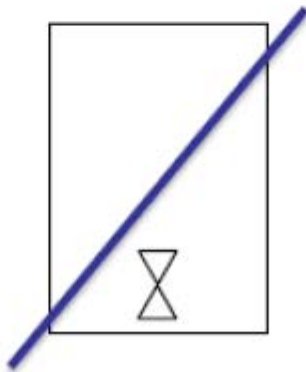
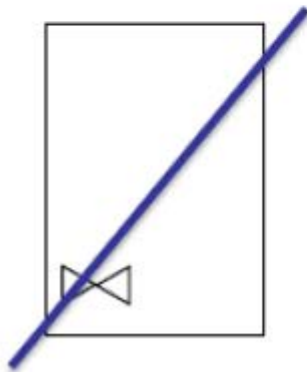


Forma C: in cassetta per montaggio a parete

Posizionamento della valvola nella cassetta



Corretto posizionamento



Errato posizionamento

NASPI ANTINCENDIO (UNI EN 671-1)

I naspi devono essere **conformi** alla **UNI EN 671-1:2012**.

I naspi hanno **prestazioni inferiori** rispetto agli idranti e in alcune attività a basso rischio possono essere collegati direttamente alla rete idrica sanitaria.



TUBAZIONI ANTINCENDIO PER IDRANTI E NASPI



Le tubazioni **flessibili DN 45** devono essere conformi alla **UNI EN 14540**.

Le tubazioni **flessibili DN 70** devono essere conformi alla **UNI 9487**.



Le tubazioni **semirigide DN 25** devono essere conformi alla **UNI EN 694**.

ATTACCHI DI MANDATA PER AUTOPOMPA

Dispositivo collegato alla rete idranti, con cui può essere **immessa acqua** nella rete di idranti **in condizioni di emergenza**.

Generalmente ha un diametro **DN 70**.



Attacchi DN 70 richiesti:

N. 1 per reti con solo idranti o naspi

N. 2 innestati su tubazione DN 80 per reti di idranti con protezione esterna o di grande capacità (600-1.200 l/min)

N. 3 innestati su tubazione DN100 per reti di idranti con protezione esterna dimensionata per 1.800 l/min



... segue

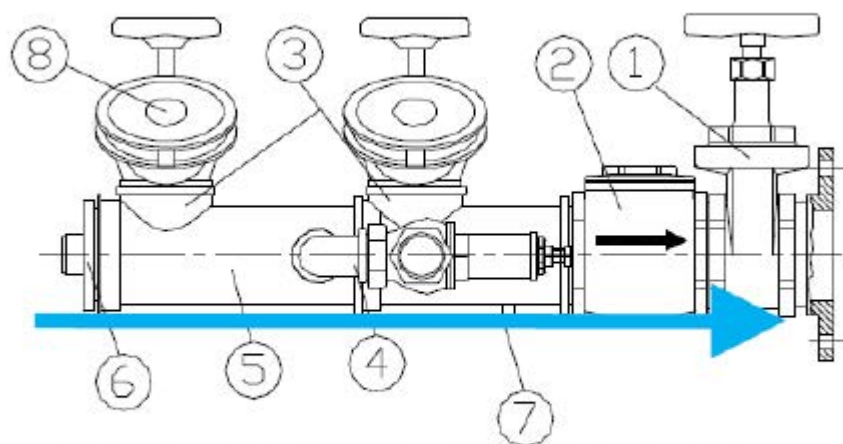
Comprendono almeno:

- Valvola di sicurezza tarata a 1,2 MPa.
- Valvola di non ritorno.
- Valvola di intercettazione a norma UNI 11443 con indicazione di posizione e lucchettabile.
- Dispositivo di drenaggio automatico in caso di possibilità di gelo.
- Uno o più attacchi di immissione DN 70.



... segue

ATTENZIONE: l'attacco di mandata serve solo per l'immissione di acqua da parte dell'autopompa e mai per prelievo.

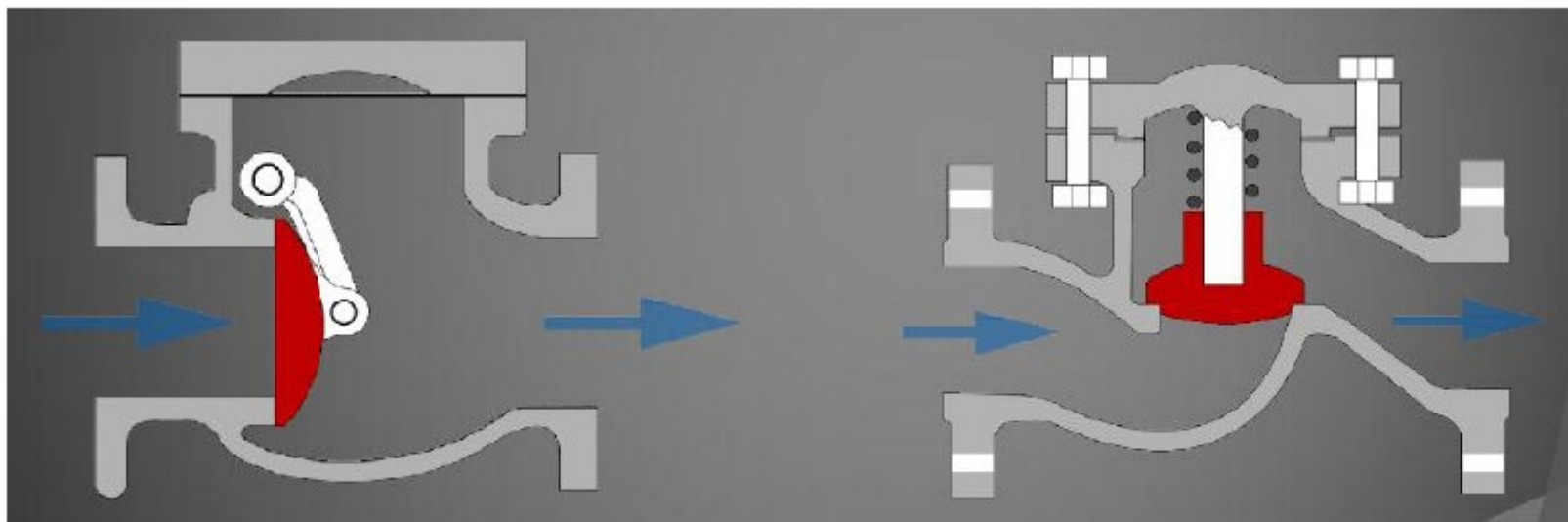


DIREZIONE DELL'ACQUA

N	DESCRIZIONE
1	Valvola saracinesca
2	Valvola Clapet
3	Attacco VV.F.
4	Valvola di sicurezza
5	Corpo
6	Tappo
7	Attacco valvola drenaggio
8	Tappo di protezione

... segue

Attacchi di mandata per autopompa -
valvole di non ritorno (tipo clapet).



VALVOLA TIPO A BATTENTE

VALVOLA TIPO CON GUIDA

... segue



GRUPPO FILETTATO



GRUPPO FLANGIATO

INSTALLAZIONE

Installazione delle tubazioni

Le tubazioni devono essere installate tenendo conto dell'**affidabilità** richiesta all'impianto **anche in** caso di **manutenzione**.

Per impianti con numero di **idranti/naspi** > 4 , lo schema distributivo e le **valvole di intercettazione** devono essere progettati in modo da **limitare** il numero di apparecchi messi simultaneamente in **disservizio**.

Per le **tubazioni fuori terra** devono essere prevista **protezione meccanica** e dal **gelo**.

... segue

In caso di **attraversamento** di **aree** con pericolo d'incendio devono essere **protette** in relazione al **carico d'incendio** del locale.

Nell'attraversamento di pareti e solai devono essere **evitate deformazione** delle tubazioni o il danneggiamento degli elementi costruttivi derivanti da dilatazioni o cedimenti strutturali.

Negli **attraversamenti** di **compartimentazioni** deve essere **mantenuta la caratteristica REI** del compartimento.

Per le **tubazioni interrate**, oltre a quanto sopra, deve essere posta particolare cura nei riguardi della **protezione** contro la **corrosione**.

Sostegni delle tubazioni

Deve essere **assicurata la stabilità** dell'impianto nelle condizioni più gravose di esercizio ragionevolmente prevedibili.

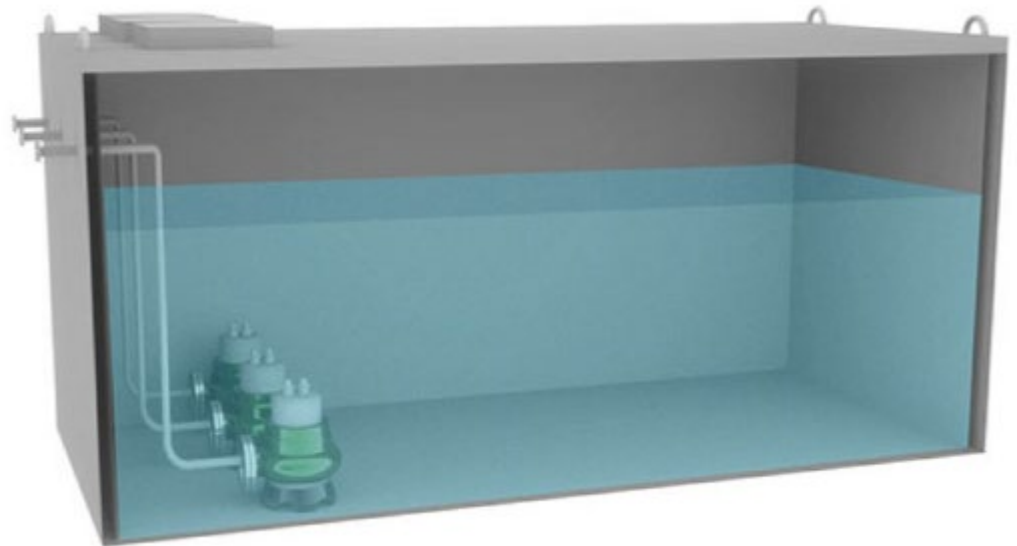


Il singolo sostegno deve essere **verificato** per un **carico pari a 5 volte** il **peso** delle tubazioni ad esso ancorata, piena d'acqua, a cui deve essere sommato un carico accidentale di 120 Kg.

Collegamenti di alimentazione

Una rete di idranti può avere **una o più alimentazioni**.

La rete di idranti deve essere dotata di almeno un **attacco di mandata per autopompa VV.F.** per l'immissione di acqua in condizioni di emergenza, ed essere dotata di un **dispositivo di ritegno** su tutti i collegamenti con altre derivazioni, che consenta tale **pressurizzazione**.



Valvole di intercettazione

Devono essere installate in **posizione** facilmente **accessibile** e **segnalata**.

La **distribuzione** delle valvole di intercettazione deve **consentire** l'**esclusione** di **parti d'impianto**, per manutenzione o modifica, **senza** dover mettere **fuori servizio** l'intero impianto.

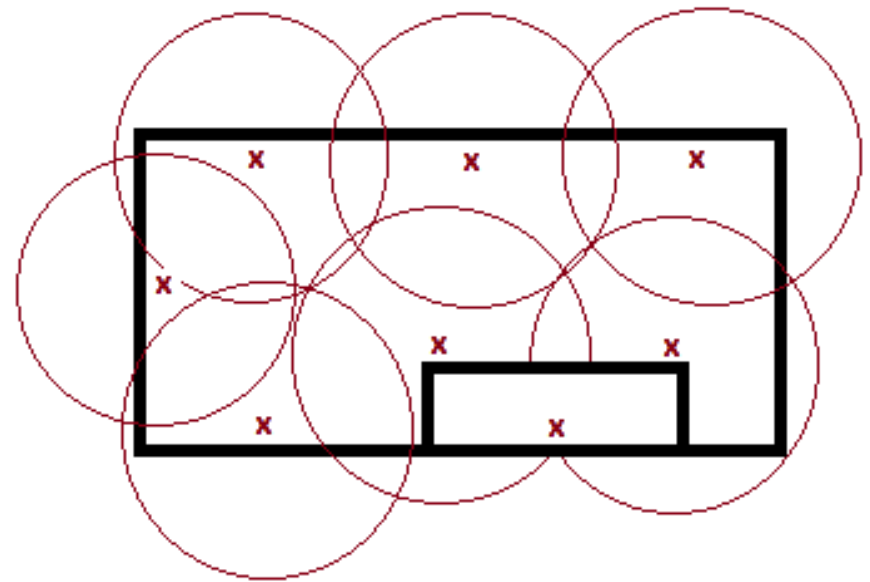


In generale si considera accettabile l'esclusione di non più del 50% degli idranti/naspi al servizio di ciascun compartimento e di non più di 5 idranti esterni, ove presenti.

Posizionamento di idranti a muro e naspi

Gli **idranti a muro e naspi** devono essere posizionati in modo da soddisfare i seguenti requisiti:

- ogni punto dell'area protetta disti meno di **20 m** (dist. geom.)
- nei fabbricati a più piani devono essere **installati a tutti i piani**.



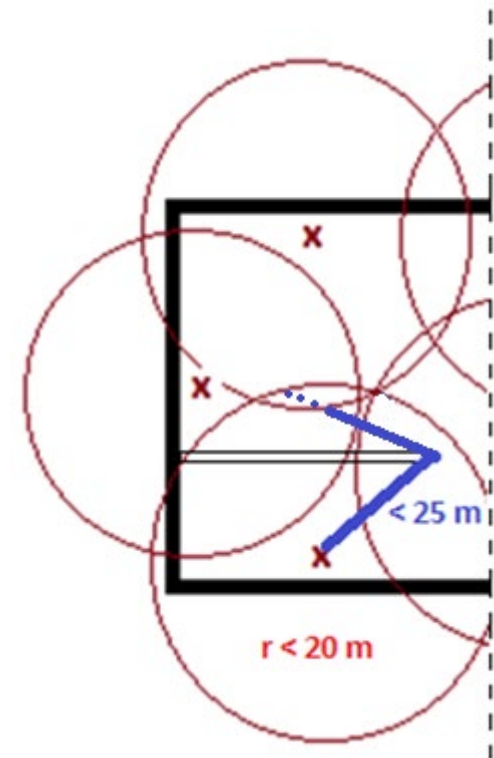
Il **posizionamento** degli idranti a muro/naspi deve essere eseguito considerando **ogni compartimento in modo indipendente**.

Devono essere installati in **posizione ben visibile e raggiungibile**.

... segue

Criteri di ubicazione di **idranti/naspi** all'interno dei fabbricati:

La raggiungibilità con il getto d'acqua di ogni punto dell'area protetta dovrà essere ottenuta considerando il **reale stendimento della tubazione** in funzione degli ostacoli fissi presenti nell'area (**regola del filo teso**).



Lunghezza massima delle tubazioni:

- **25 m** per tubazioni **Ø 45 mm** (*idranti a muro*).
- **30 m** per tubazioni **Ø 25 mm** (*naspi*).

... segue

Gli **idranti/naspi** devono essere **posizionati** soprattutto **in prossimità di uscite** di emergenza o vie di esodo, in modo da non ostacolare l'esodo.

Possono essere installati in prossimità di:

- **porte resistenti al fuoco**
- **filtri a prova di fumo**
- **vani scala**



... segue

In prossimità di **filtri a prova di fumo**:

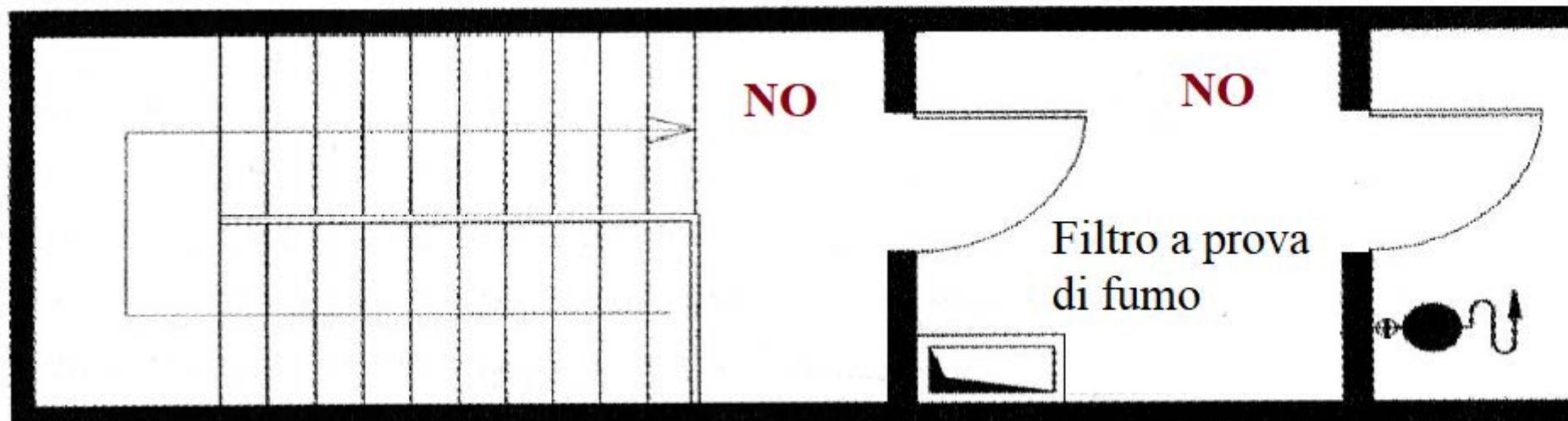
In **entrambi i compartimenti** collegati attraverso il filtro.



... segue

In prossimità di **vani scala** costituenti **compartimento**:

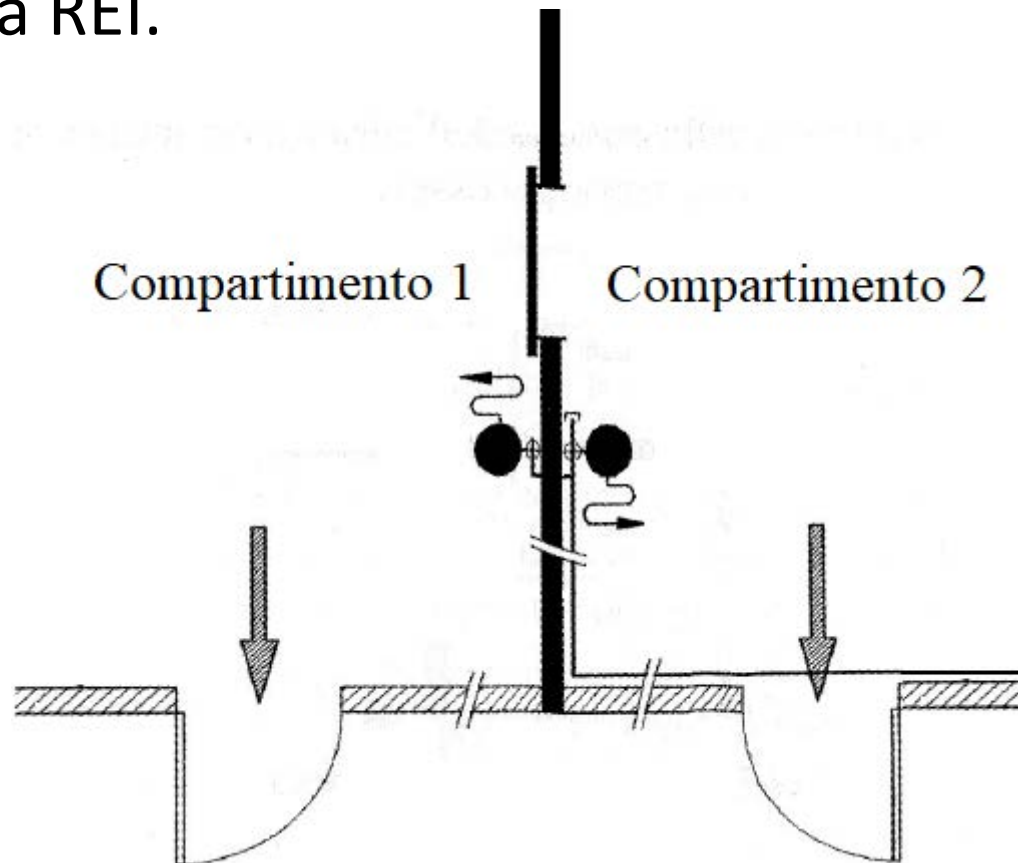
Nel **compartimento** (e non nel filtro o nel vano scale).



... segue

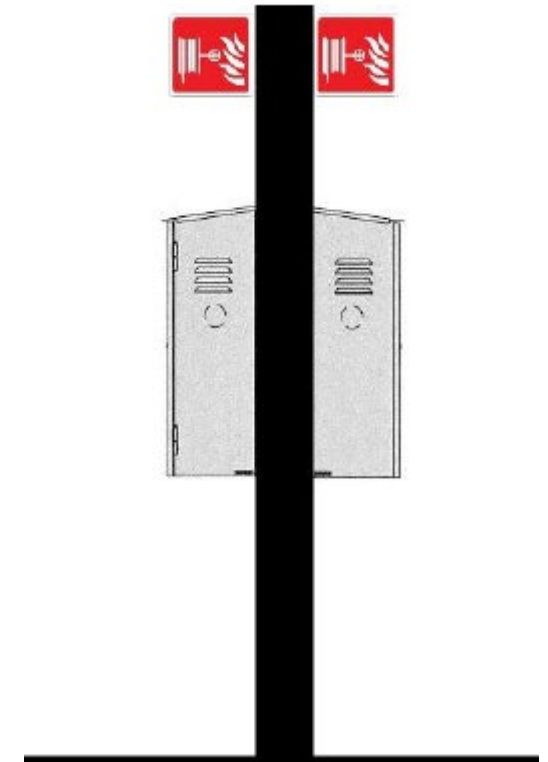
In prossimità di **porte resistenti al fuoco**:

Su **entrambe le facce** della parete del **compartimento** su cui è inserita la porta REI.



... segue

Qualora si debbano installare **2 idranti/naspi** fra loro **adiacenti, anche** se **in compartimenti diversi**, la connessione può essere derivata dalla **stessa tubazione**, che può essere **dimensionata** per **un solo idrante/naspo** ai fini del calcolo idraulico e della contemporaneità.



Posizionamento di idranti soprasuolo a colonna e sottosuolo

Devono essere installati tra loro a una **distanza ≤ 60 m.**

All'**esterno** di edifici si raccomanda **idranti a colonna soprasuolo.**

Possibilmente installati in corrispondenza di **ingressi al fabbricato** ma in posizione sicura anche durante un incendio.

Deve essere previsto uno **spazio libero tra fabbricato e idranti** soprasuolo e sottosuolo senza ingombri (*es. parcheggi auto-mezzi e deposito, anche temporaneo, di materiali*).

Devono essere **distanziati da pareti** perimetrali **dei fabbricati** in relazione all'altezza (*raccomandata una distanza tra 5 e 10 m*).

Posizionamento di reti di idranti all'aperto

Gli **idranti a colonna soprasuolo** o idranti **sottosuolo** devono essere collocati in modo che ogni apparecchio sia **raggiungibile** da ogni punto dell'attività interessata dal pericolo di incendio con **percorsi reali ≤ 45 m.**

Gli **idranti a muro/naspi** devono essere collocati in modo che ogni apparecchio sia **raggiungibile** da ogni punto dell'attività interessata dal pericolo di incendio con **percorsi reali ≤ 30 m.**

Segnaletica

La rete di idranti e relativi componenti devono essere provvisti di **segnaletica di sicurezza** in **conformità** alle **norme UNI** applicabili ed alle disposizioni legislative vigenti.



Manometri di prova

In prossimità dell'ultimo apparecchio di erogazione di ogni diramazione aperta su cui siano installati 2 o più apparecchi di erogazione si deve installare un attacco per manometro, completo di valvola porta manometro, per poter **misurare la pressione** residua **durante la prova** dell'idrante/naspo.



Attacchi di mandata per autopompa

Devono garantire le seguenti caratteristiche:

- bocca di immissione accessibile alle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio; se sottosuolo, il pozzetto deve essere apribile senza difficoltà e il collegamento agevole;
- protezione da urti o altri danni meccanici e dal gelo;
- ancoraggio stabile al suolo o ai fabbricati.



Gli attacchi **devono essere contrassegnati** in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimentano.

Appendice A – Alimentazioni Idriche

L'**Appendice A (normativa)** stabilisce i requisiti che devono possedere le alimentazioni idriche.

Alimentazione dedicata

Per la realizzazione delle alimentazioni idriche si deve applicare la **UNI 12845**, rispetto alla quale sono **consentite alcune varianti**.

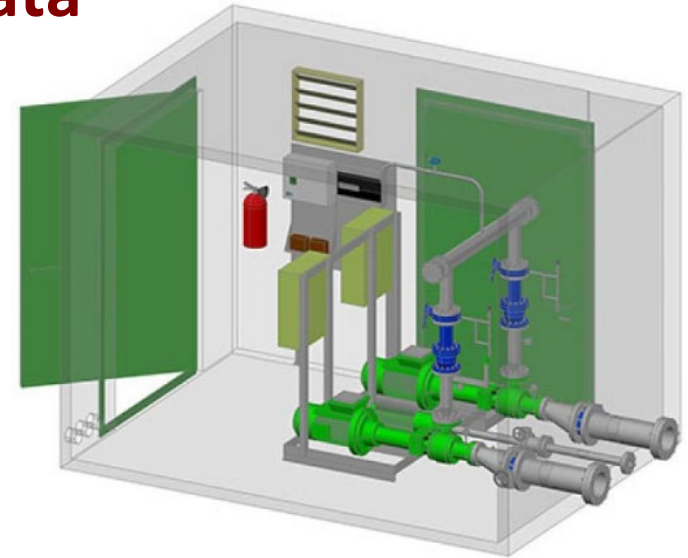
Alimentazione promiscua

Quando l'impianto prevede la **sola protezione interna**, l'alimentazione **può** essere realizzata anche come **derivazione** dal sistema di **alimentazione idrico generale dell'edificio**, purché siano garantiti alcuni requisiti.

Alimentazione dedicata

Locale pompe

Per i **locali** che ospitano l'alimentazione delle reti idranti si applicano i **requisiti** minimi fissati nella **UNI 11292**.



Se non è possibile l'ubicazione in locali esclusivi è **ammesso** posizionare le **pompe antincendio** (limitatamente alle unità elettriche) in **locali comuni a altri impianti** tecnologici purché con rischio d'incendio molto basso ($q_f < 100 \text{ MJ/m}^2$), **accessibili dall'esterno** e **separati** da locali adiacenti con strutture almeno **REI 60**.

La **temperatura** nel locale deve essere **compatibile** con le **pompe** e comunque tale da garantire condizioni di **non gelo** ($t > 4^\circ\text{C}$).

Avviamento e fermata

Le pompe di alimentazione della rete idranti devono essere a **avviamento automatico** e **fermata manuale** come previsto da **UNI EN 12845**.

È **ammesso** (*ove ritenuto necessario, per attività non costantemente presidiate*) l'**arresto automatico**, sempre che il sistema di pompaggio sia ad esclusivo utilizzo della rete di idranti.

In tal caso l'**arresto automatico** può avvenire dopo che la **pressione** si sia **mantenuta** costantemente al di **sopra della pressione** di avviamento della pompa stessa per almeno **20 min**.



Continuità dell'alimentazione

L'assicurazione della **continuità** per gli acquedotti va **intesa** durante la **normale erogazione** del servizio.

Un'**indisponibilità** per **manutenzione** dell'ordine di **60 ore/anno**, relativa all'area interessata dall'impianto e **attestabile** mediante **dati statistici** rilevati negli **anni precedenti**, è considerata **accettabile** almeno per le aree di **livello** di pericolosità **1** e **2**.

Analogo criterio si può applicare per la continuità dell'alimentazione elettrica.

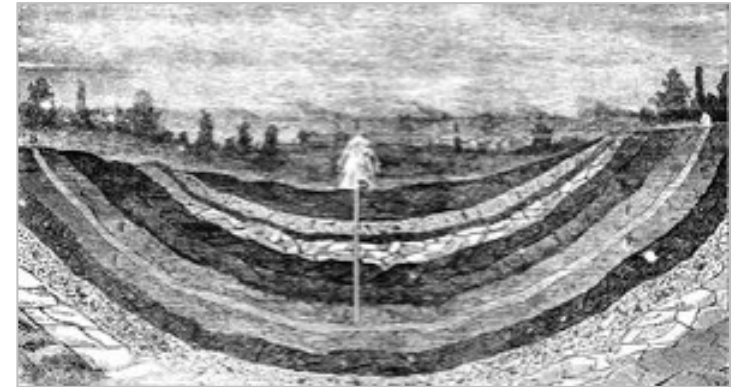
Alimentazione promiscua

Ammessa per la sola **protezione interna**, con i seguenti requisiti:

- **portata** e **pressione** minima come **richieste**, in **contemporanea** alla domanda nominale del **sistema idrico** dell'edificio;
- **durata** alimentazione come **richiesta**, con **contemporaneità** di funzionamento del **sistema idrico** alla portata nominale;
- **indipendenza** completa dell'**impianto antincendio** a partire dal punto di alimentazione;
- inserimento di **valvola di non ritorno**, o altro dispositivo, per **evitare** il **ritorno** dell'acqua **verso la rete idrica** dell'edificio;
- Installazione di **dispositivo** per provare **portata** e **pressione**.

Alimentazioni da pozzo non prevista

Chiarimento: Ammissibilità delle alimentazioni da pozzo di cui alla Norma UNI 12845 (Nota prot. n° P320/4101 sott. 72/C.1(17) del 16/7/2008).



In merito all'idoneità dell'impianto idrico antincendio, **alimentato tramite pozzo** e supportato da apposita relazione geologica, si ritiene che non sia casuale il fatto che la **Norma UNI 12845**, che ha sostituito la UNI 9490, **non preveda** detta alimentazione.

Pertanto, si è del parere che l'**alimentazione** degli impianti idrici antincendio **non possa avvenire tramite pozzo** ma in tal caso sia necessario anche un'idonea riserva idrica antincendio.

Appendice B – Dimensionamento degli impianti

L'**Appendice B** (**normativa** dall'ed. 2014) individua **3 livelli di pericolosità** in base al rischio d'incendio.

Per ciascun livello di pericolosità sono indicate **portate, pressioni, contemporaneità** e **durate** di erogazione minime della rete di idranti antincendio.

La **definizione dei livelli** non può essere eseguita semplicemente tramite verifica di parametri prestabiliti, ma **secondo esperienza** e **valutazione oggettiva** delle condizioni specifiche dell'attività.

I **criteri utilizzati** devono essere **esplicitati** nella **relazione** di progetto **affinché siano noti nel tempo** anche al gestore.

Livello di pericolosità 1

Aree nelle quali **quantità** e/o **combustibilità** dei materiali sono **basse** e che presentano comunque **basso rischio d'incendio** in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dalle squadre di emergenza.

Attività di lavorazione di materiali prevalentemente incombustibili ed alcune delle **attività di tipo residenziale**, di **ufficio**, ecc., a **basso carico d'incendio**.

*Si possono assimilare a quelle definite di **classe LH** e **OH 1** dalla UNI EN 12845.*

Livello di pericolosità 2

Aree con presenza **non trascurabile** di materiali **combustibili** e che presentano un **moderato rischio d'incendio** come probabilità d'innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo dalle squadre di emergenza.

Attività di lavorazione in genere che non presentano **accumuli** particolari di **merci combustibili** e nelle quali sia **trascurabile la presenza di sostanze infiammabili**.

*Si possono assimilare a quelle definite di **classe OH 2, 3, 4** dalla UNI EN 12845.*

Livello di pericolosità 3

Aree con **notevole** presenza di **materiali combustibili** e che presentano un **alto rischio d'incendio** in termini di probabilità d'insorgenza, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio dalle squadre di emergenza.

Aree di **magazzinaggio intensivo** come definito dalla UNI EN 12845; aree con presenza di materie plastiche espese, liquidi infiammabili; aree dove si lavorano o depositano merci ad alto pericolo d'incendio quali cascami, prodotti vernicianti, prodotti elastomerici, ecc.

Si possono assimilare a quelle definite di classe HHP e/o HHS dalla UNI EN 12485.

La **classificazione secondo la UNI EN 12845** dipende dal tipo di utilizzo e dal carico d'incendio:

- Rischio lieve **LH (Light Hazard)**
- Rischio ordinario **OH (Ordinary Hazard)**
- Rischio alto **HH (High Hazard)**

Durata delle **alimentazioni** idriche:

- *LH (Light Hazard): 30 min.*
- *OH (Ordinary Hazard) - diviso in OH 1, 2, 3, 4: 60 min.*
- *HHP (High Hazard Process) - diviso in HHP 1, 2, 3, 4: 90 min.*
- *HHS (High Hazard Storage) - diviso in HHS 1, 2, 3, 4: 90 min.*

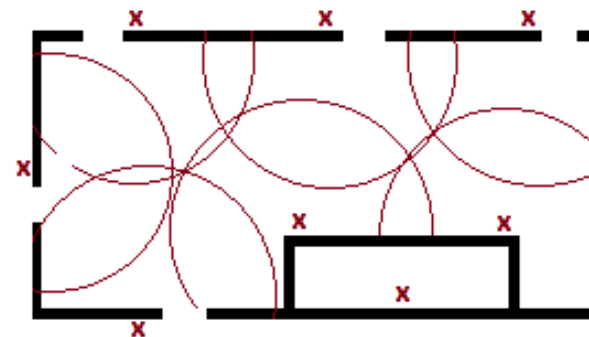
Tipologie di protezione per le reti di idranti ordinarie

Per la rete di idranti ordinarie si distinguono **due tipologie di protezione**:

- Protezione interna
- Protezione esterna



Si intende **referita non all'ubicazione** degli idranti/naspi, ma **al tipo di utilizzo** cui sono destinati.



Protezione interna

Protezione interna

Si ottiene mediante **idranti a muro o naspi**, installati in modo da consentire il primo **intervento** sull'incendio da **distanza ravvicinata**, utilizzabili da persone che operano all'interno dell'attività.



Gli idranti/naspi possono essere anche **posti all'esterno** del fabbricato, se ritenuto più idoneo al conseguimento della finalità.

Deve essere **riferita al singolo compartimento** antincendio cui è asservita.

Protezione esterna

Si ottiene mediante **idranti a colonna soprasuolo e/o sottosuolo** con la relativa attrezzatura di corredo, quando **dimensioni** e **caratteristiche dell'incendio non** consentono di operare da **vicino**, ma richiedono un intervento a distanza e un'azione essenzialmente di contenimento.



È destinata ad essere utilizzata da **personale** specificamente **addestrato**.

È da riferire all'**edificio nel suo complesso**, a **prescindere** da eventuali **compartimenti**.

Tipologie di erogatori e caratteristiche idrauliche minime

Idranti a muro DN 45

Portata $\geq 120 \text{ l/min}$

Pressione residua all'ingresso $\geq 2 \text{ bar}$



Naspi DN 25

Prestazione normale:

Portata $\geq 35 \text{ l/min}$

Pressione residua all'ingresso $\geq 2 \text{ bar}$

Prestazione elevata:

Portata $\geq 60 \text{ l/min}$

Pressione residua all'ingresso $\geq 3 \text{ bar}$



Idranti DN 70 a colonna soprassuolo o sottosuolo **(con attacco a baionetta o unificato)**

Prestazione normale:

Portata $\geq$ **300 l/min**

Pressione residua all'ingresso $\geq$ **3 bar**

Prestazione elevata:

Portata $\geq$ **300 l/min**

Pressione residua all'ingresso $\geq$ **4 bar**



Dimensionamento reti idranti ordinarie

Livello di pericolosità	Protezione interna	Protezione esterna	Durata
1	2 idranti a muro con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa 4 naspi con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥ 30
2	3 idranti a muro con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa 4 naspi con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	4 idranti a muro con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa 6 naspi con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 120 min

Tipologie di protezione per le reti di idranti all'aperto

Si distinguono **due tipologie** di erogazioni:

- protezione con apparecchi erogatori di **grande capacità**
- protezione con apparecchi erogatori di **capacità ordinaria**

La **necessità di installazione**, in funzione delle tipologie di attività e dei livelli di pericolo, della tipologia di erogazione, deve essere **stabilita dal progettista** a seguito dell'analisi di rischio, in modo indipendente dalla norma UNI 10779.

Protezione di capacità ordinaria:

Realizzata con apparecchi erogatori del tipo **idranti a muro** o **naspi** e utilizzata da parte delle **persone** che operano **all'interno** dell'attività.



Protezione di grande capacità:

Realizzata con apparecchi erogatori e attrezzatura di corredo, costituiti da **idranti a colonna** o **sottosuolo** ove indispensabile per la fruibilità dell'area; tale tipologia di protezione deve essere utilizzata da **personale** specificatamente **addestrato**.



Dimensionamento reti idranti all'aperto

Livello di pericolosità	Protezione capacità ordinaria	Protezione grande capacità	Durata
1	2 idranti a muro con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa 3 naspi con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	2 attacchi di uscita DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 30
2	3 idranti a muro con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa 4 naspi con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	3 attacchi di uscita DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	Generalmente non prevista	4 attacchi di uscita DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥ 120 min

Appendice C – Calcolo idraulico delle tubazioni

L'**Appendice C (normativa)** fornisce indicazioni sul calcolo idraulico della rete di tubazioni.

Consente di dimensionare ogni tratto di tubazione in base a:

- Perdite di carico **distribuite**

formula di Hazen Williams

$$p = \frac{6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

- Perdite di carico **localizzate**

è fornito un prospetto ove raccordi, curve, pezzi a T, saracinesche, ecc. sono trasformate in «lunghezza di tubazione equivalente» da aggiungere alla lunghezza reale della tubazione.

PRINCIPALI NORME

- [UNI 10779:2021](#) «Reti di **idranti**»;
- [UNI EN 12845:2020](#) «Sistemi **sprinkler**»;
- [UNI CEN/TS 14816:2009](#) «Sistemi **spray** ad acqua» (a diluvio);
- [UNI EN 14972-1:2021](#) «Sistemi ad **acqua nebulizzata**» (water mist);
- [UNI EN 15004-1:2019](#) «Sistemi a estinguenti **gassosi**»;
- [UNI EN 12416-2:2007](#) «Sistemi a **polvere**»;
- [UNI EN 13565-2:2021](#) «Sistemi a **schiuma**»;
- [UNI 11512:2021](#) «Componenti per impianti di **estinzione a gas**»;
- [UNI EN 15276-1 e 2:2019](#) «Sistemi esting. ad **aerosol** condensato»;
- [UNI EN 16750:2020](#) «Sistemi a **riduzione di ossigeno**».



UNI 10779:2021 «Reti di idranti»

Data entrata in vigore: 25 marzo 2021 – sostituisce UNI 10779:2014

La norma specifica i requisiti costruttivi e prestazionali minimi da soddisfare nella **progettazione, installazione** ed **esercizio** delle reti di idranti destinate all'alimentazione di apparecchi di erogazione antincendio.



Tali requisiti, in assenza di specifiche disposizioni legislative, sono fissati in relazione alle caratteristiche dell'attività da proteggere.

La norma si applica agli impianti da installare o da modificare, a seguito della valutazione del rischio incendio, in attività sia civili sia industriali.

La norma **non si applica** nei casi in cui sia consentita la derivazione degli erogatori (**naspi**) dalla **rete idrico-sanitaria** a servizio dell'attività, senza separazione, dopo l'alimentazione, delle rispettive reti idriche.

UNI EN 12845:2020 «Sistemi sprinkler»

Data entrata in vigore: 27 marzo 2020 – sostituisce UNI EN 12845:2015

La norma specifica i requisiti e fornisce le raccomandazioni per la progettazione, l'installazione e la manutenzione di impianti fissi antincendio sprinkler in edifici e in insediamenti industriali, ed i requisiti particolari per i sistemi sprinkler.



Essa tratta la classificazione dei pericoli, le alimentazioni idriche, i componenti da utilizzare, l'installazione, le prove ed il collaudo del sistema, la manutenzione e l'ampliamento dei sistemi esistenti, ed individua, per gli edifici, le indicazioni costruttive necessarie per garantire una prestazione soddisfacente dei sistemi sprinkler.

UNI CEN/TS 14816:2009 «Sistemi spray ad acqua» (*imp. a diluvio*)

Data entrata in vigore: 19 marzo 2009

Tale specifica tecnica è la versione ufficiale della specifica tecnica europea CEN/TS 14816 (edizione novembre 2008).

La specifica tecnica definisce i requisiti e fornisce le raccomandazioni sulla progettazione, installazione e manutenzione dei sistemi fissi a diluvio ad acqua destinati all'installazione all'interno od all'esterno di edifici civili e industriali.

Possono, in alcuni casi, essere adatti per estinguere gli incendi e in altri per prevenirne la propagazione, e possono essere indipendenti o complementari ad altre forme di protezione contro gli incendi.

Comprendono uno o più impianti a diluvio o a controllo multiplo, installati ove si presuppone una rapida propagazione dell'incendio.

UNI EN 14972-1:2021 «Sistemi ad acqua nebulizzata» (*water mist*)

Data entrata in vigore: 25 febbraio 2021 – sostituisce UNI CEN/TS 14972:2011

La norma specifica i requisiti e fornisce informazioni sulla progettazione, installazione, controlli e manutenzione di tutti i tipi di sistemi ad acqua nebulizzata (*water mist*) fissati a terra.

Si applica ai sistemi *water mist* con ugelli automatici e a diluvio forniti da sistemi autonomi o con gruppo pompa. La norma copre solo le applicazioni e le occupazioni coperte dai protocolli di prova al fuoco della serie EN 14972.

Non si applica agli aspetti dell'acqua nebulizzata associati alla protezione contro le esplosioni e/o all'uso all'interno dei veicoli.

I sistemi water mist

Un sistema water mist utilizza come agente estinguente, acqua nebulizzata a livello molto elevato, con sviluppo di micro-gocce mediante le quali è possibile il controllo, la soppressione e l'estinzione dell'incendio attraverso più meccanismi di azione.

Infatti, la presenza di un livello di nebulizzazione dell'acqua così elevato consente una immediata sottrazione di calore e raffreddamento gas e prodotti della combustione nonché una efficace azione di inertizzazione dell'ossigeno attraverso la rapida evaporazione.

Tale sistema risulta più efficace rispetto a quelli con agenti estinguenti gassosi e ai sistemi sprinkler tradizionali poiché a parità di volume d'acqua, le microgocce hanno una superficie specifica superiore che assicura una maggiore capacità di inertizzazione e raffreddamento.

UNI EN 15004-1:2019 «Sistemi a estinguenti gassosi»

Data entrata in vigore: 6 giugno 2019 – sostituisce UNI EN 15004-1:2008

La norma tratta i **sistemi a saturazione totale** relativi principalmente a edifici, impianti industriali, ecc., che utilizzano agenti estinguenti gassosi elettricamente **non conduttivi** che **non lasciano residui** dopo lo scarico.

La norma non è intesa per indicare l'approvazione degli agenti estinguenti elencati al suo interno da parte delle autorità appropriate, in quanto altri agenti estinguenti possono essere ugualmente accettabili.

La norma si applica agli agenti estinguenti elencati (*es. argon, azoto, trifluorometano, pentafluoroetano, ecc.*). L'anidride carbonica (CO₂) non è inclusa in quanto è trattata da altre norme internazionali.

L'**esecuzione** delle disposizioni contenute deve essere affidata a **persone** adeguatamente **qualificate** ed esperte per quanto riguarda specifiche, progettazione, installazione, collaudo, approvazione, ispezione, funzionamento e manutenzione dei sistemi e delle attrezzature, alle quali è destinato a fornire una guida e dalle quali ci si può attendere che sentano il dovere di **prestare particolare attenzione** affinché **non vengano emessi agenti estinguenti** quando ciò non è necessario.

Gli **agenti** estinguenti **gassosi** sono riconosciuti da molti anni come un mezzo **efficace** per spegnere incendi di **liquidi infiammabili** e degli incendi in presenza di **pericoli elettrici** e pericoli ordinari di **classe A**.

Tuttavia, nella progettazione di schemi completi non si dovrebbe dimenticare che vi possono essere pericoli per cui questi mezzi non sono adatti o che, in certi casi, possono esservi pericoli legati al loro utilizzo che richiedono speciali precauzioni.

UNI EN 12416-2:2007 «Sistemi a polvere»

Data entrata in vigore: 19 dicembre 2007 – sostituisce UNI EN 12416-2:2003

La norma specifica i requisiti e fornisce raccomandazioni sulla progettazione, la costruzione e la manutenzione di sistemi a polvere che contengono componenti di sistemi di estinzione a polvere che scaricano polvere da un contenitore o da contenitori raggruppati.

La norma riguarda sistemi adatti generalmente per l'utilizzo in edifici.

UNI EN 13565-2:2021 «Sistemi a schiuma»

Entrata in vigore: 27 Maggio 2021 – sostituisce UNI EN 13565-2:2019

La norma specifica i requisiti e descrive i metodi per la progettazione, installazione, prova e manutenzione di sistemi di estinzione incendio a schiuma a bassa, media e alta espansione.

Questi sistemi possono essere utilizzati per bloccare il rilascio di vapori tossici, ma ciò non rientra nello scopo e campo di applicazione del documento.

I sistemi a schiuma sono progettati per creare uno strato omogeneo di bolle di concentrato schiumogeno estinguente aerato e acqua sulla superficie di liquidi infiammabili (Classe B) e/o materiali combustibili (Classe A). Lo strato di bolle deve bloccare il rilascio di vapori infiammabili, escludere l'aria e raffreddare il combustibile e le superfici calde.

UNI 11512:2021 «Componenti per impianti di estinzione a gas»

Data entrata in vigore: 18 marzo 2021 – sostituisce UNI/TS 11512:2013

La norma specifica i requisiti e descrive i metodi di prova per la compatibilità tra i componenti dei sistemi di estinzione incendi utilizzando estinguenti gassosi, di cui alla UNI EN 15004-1, progettati ed assemblati con componenti conformi alla parte pertinente della serie UNI EN 12094.

UNI EN 15276-1 e 2:2019 «Sistemi estinguenti ad aerosol condensato»

Data entrata in vigore: 6 giugno 2019 – sostituiscono UNI ISO 15779:2012

Le norme trattano l'utilizzo di sistemi di estinzione ad aerosol condensato per applicazioni a saturazione totale.

Parte 1: specifica i requisiti e i metodi di prova per i componenti del sistema di estinzione ad aerosol condensato.

Parte 2: specifica i requisiti e i metodi di prova per la progettazione, l'installazione e la manutenzione dei sistemi di estinzione ad aerosol condensato e le caratteristiche degli agenti estinguenti e i tipi di fuoco per il quale sono adatti.

UNI EN 16750:2020 «Sistemi a riduzione di ossigeno»

Entrata in vigore: 8 ottobre 2020 – sostituisce UNI EN 16750:2017

La norma specifica i sistemi a riduzione di ossigeno che sono impiegati come sistemi di prevenzioni incendi attraverso la creazione di un'atmosfera in un locale con una più bassa concentrazione di ossigeno permanente rispetto alle condizioni ambientali.

Il livello di riduzione di ossigeno è definito dai rischi individuali di tali aree.

La norma specifica i requisiti minimi e definisce le specifiche per la progettazione, installazione e manutenzione di sistemi fissi a riduzione di ossigeno inseriti in edifici e impianti di produzione industriale.

IMPIANTI DI SPEGNIMENTO AUTOMATICI

Classificati in base all'estinguente utilizzato:

- ✓ Impianti ad **acqua** Sprinkler (*a umido, a secco, alternativi, a preallarme, a diluvio etc.*);
- ✓ Impianti a **schiuma**;
- ✓ Impianti a **anidride carbonica**;
- ✓ Impianti a **halon**;
- ✓ Impianti a **polvere**.



IMPIANTO AUTOMATICO DI ESTINZIONE AD ACQUA

SPRINKLER

Fonte di alimentazione (*acquedotto, serbatoi, vasca, serbatoio in pressione*)

Pompe di mandata

Centralina di controllo e allarme

Condotte montanti principali

Rete di condotte secondarie

Testine erogatrici (*sprinkler*)



Modalità di erogazione dell'acqua

L'erogazione di acqua può essere comandata da:

- ✓ impianto di rilevazione incendi;
- ✓ provocata direttamente dall'apertura delle teste erogatrici:
 - per rottura, a determinate temperature, di un elemento termosensibile a bulbo;
 - per fusione di un elemento metallico.



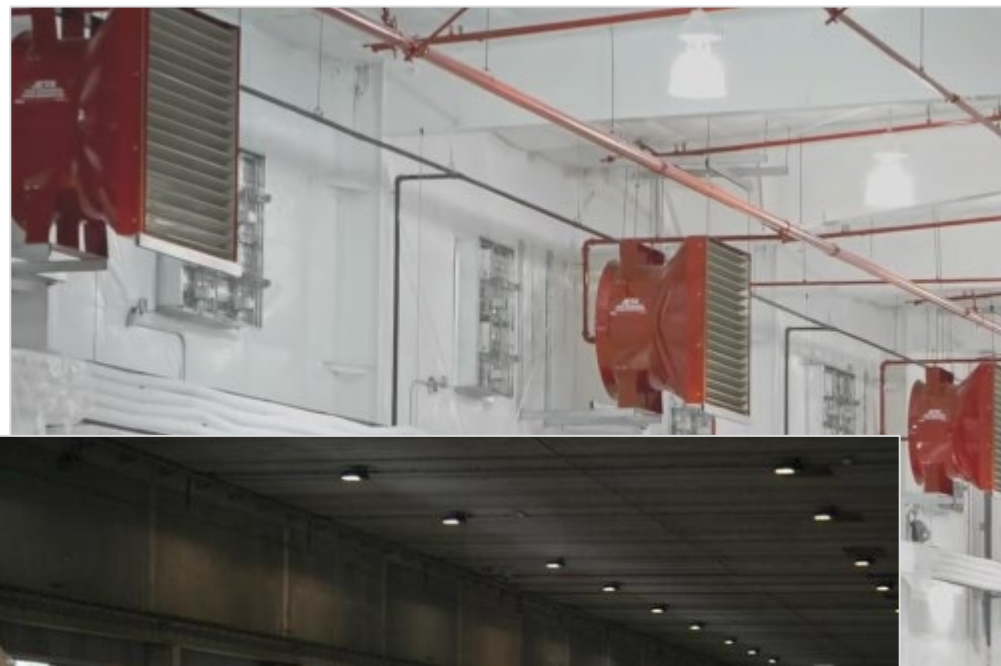
Tipi d'impianto Sprinkler

- A **umido**: tutto l'impianto è **permanentemente riempito d'acqua** in pressione: sistema più rapido e adottabile nei locali ove **non** esiste **rischio di gelo**.
- A **secco**: la **parte** in aree **soggette a gelo** è riempita d'aria in **pressione**: all'intervento una valvola provvede al riempimento.
- **Alternativi**: funzionano come **impianti a secco** in **inverno**, a **umido** in **estate**.
- A **pre-allarme**: con **dispositivo** che differisce la **scarica** per evitare falsi allarmi.
- A **diluvio**: con **sprinklers aperti** alimentati da valvole, per fornire **rapidamente grosse portate**.



IMPIANTI A SCHIUMA

Sono concettualmente simili agli sprinkler a umido e differiscono per la presenza di un **serbatoio di schiumogeno** e di idonei **sistemi di produzione e scarico della schiuma** (versatori).



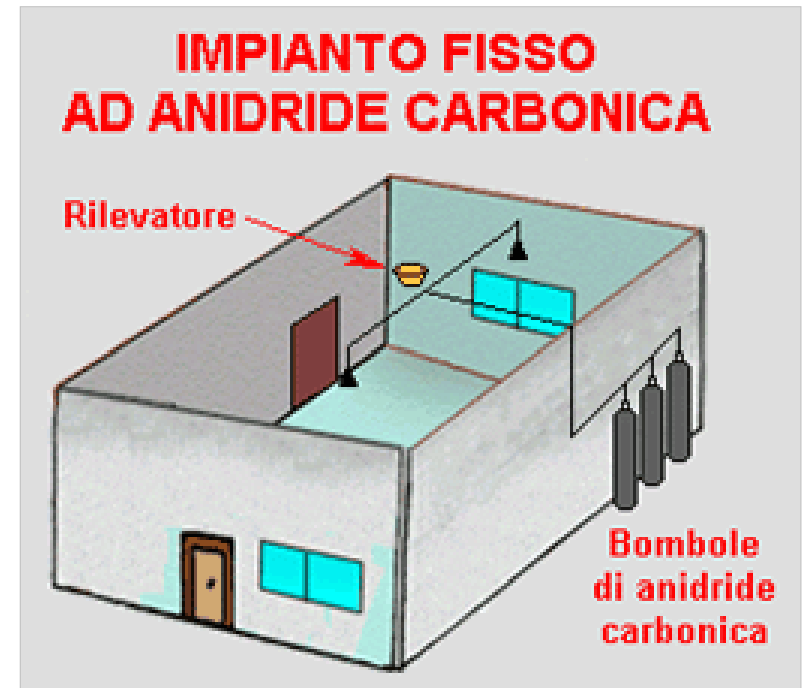
IMPIANTI A ANIDRIDE CARBONICA, HALON, POLVERE

Hanno portata limitata dalla capacità geometrica della riserva (*batteria di bombole, serbatoi*).

Gli impianti a polvere, non essendo l'estinguente un fluido, non sono in genere costituiti da condotte, ma da teste singole autoalimentate da un serbatoio incorporato di modeste capacità.



La pressurizzazione è ottenuta mediante un gas inerte (azoto, anidride carbonica).

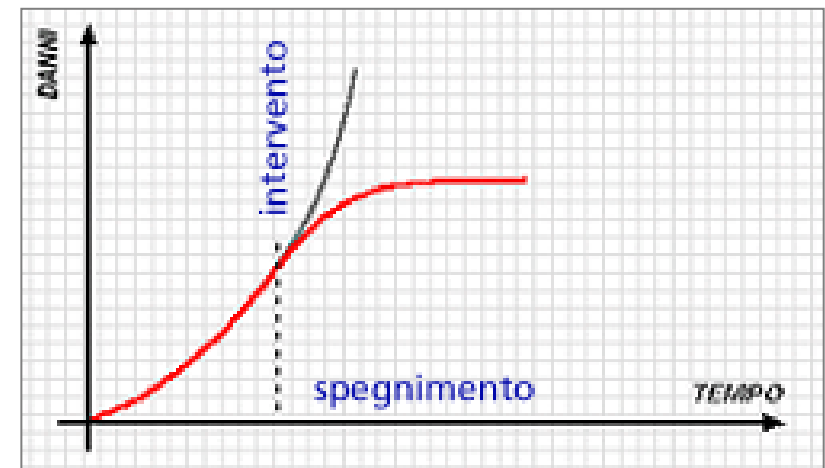
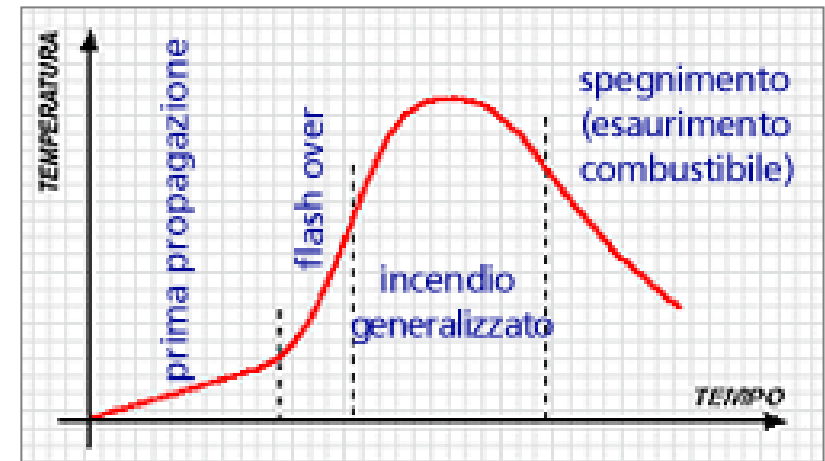


SISTEMI DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDIO

Tali impianti sono **finalizzati alla rivelazione tempestiva** del processo di combustione **prima** che degeneri nella fase di **incendio generalizzato**.

È fondamentale avere un **tempo d'intervento** possibilmente basso, e intervenire prima del «**flash over**».

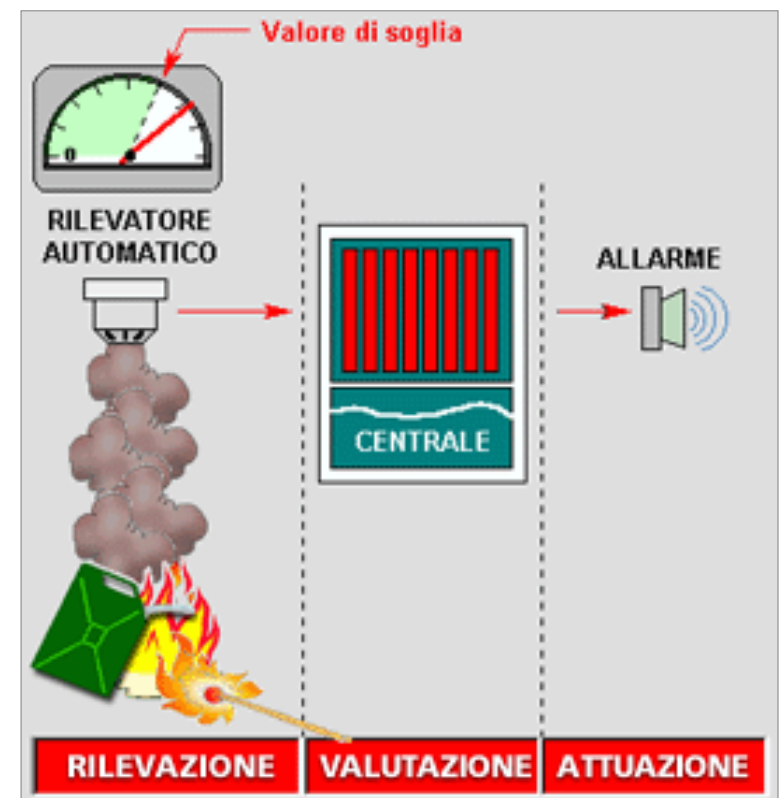
Nelle prime fasi le temperature sono relativamente basse, l'incendio non esteso, danni contenuti e è più facile lo spegnimento.



«**L'impianto di rivelazione**» è un insieme di apparecchiature fisse per rilevare e segnalare un principio d'incendio.

Tali impianti consentono:

- di favorire un **tempestivo esodo delle persone**, degli animali, sgombero dei beni;
- di attivare i **piani di emergenza**;
- di attivare i **sistemi di protezione contro l'incendio** (manuali e/o automatici di spegnimento).



Differenza tra Rilevazione e Rivelazione

Rilevazione: è la misura di una grandezza tipica legata ad un fenomeno fisico provocato da un incendio.

Rivelazione: Avvenuta la rilevazione «la notizia» che si sta sviluppando l'incendio viene comunicata (rivelata) al «sistema» (uomo o dispositivo automatico) demandato ad intervenire.

Si tratta tuttavia di definizioni non ufficiali, in quanto i due vocaboli sono spesso utilizzati in vari testi come sinonimi.

In diverse regole tecniche sono utilizzati i due termini indifferente-mente (es. nei DM 20/5/1992: musei, DM 26/8/1992: scuole, DM 18/3/1996: impianti sportivi, DM 22/2/2006: uffici).

Nelle norme tecniche si fa riferimento al termine «rivelazione», ove riportato il termine «rilevazione» si intenda «rivelazione».

IRAI: Impianto di rivelazione e segnalazione allarme incendi.

Obiettivo: **rivelare** un incendio **prima possibile** e lanciare l'allarme al fine di attivare le misure:

- **protettive** (*impianti automatici di controllo o estinzione, compartimentazione, evacuazione fumi e calore, ...*)
- **gestionali** (*piano e procedure di emergenza e d'esodo, ...*).



Gli impianti devono essere progettati, realizzati e mantenuti **a regola d'arte** (UNI 9795, UNI EN 54-1).

PRINCIPALI NORME

Serie delle norme **UNI EN 54** «*Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio*» (*Fire detection and fire alarm systems*);



- [UNI EN 54-1:2021](#) *Sistemi di **rivelazione e di segnalazione d'incendio** - Parte 1: Introduzione;*
- [UNI 9795:2021](#) *Sistemi fissi automatici di **rivelazione e di segnalazione allarme** d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.*

FUNZIONI PRINCIPALI E SECONDARIE DEGLI IRAI

Funzioni principali

A: rivelazione automatica dell'incendio

B: controllo e segnalazione

C: allarme incendio

D: segnalazione manuale

L: alimentazione

E: trasmissione dell'allarme incendio

F: ricezione dell'allarme incendio

G: comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l'incendio

H: sistema o impianto automatico di protezione contro l'incendio

J: trasmissione dei segnali di guasto

K: ricezione dei segnali di guasto

M: controllo e segnalazione degli allarmi vocali

N: ingresso e uscita ausiliaria

O: gestione ausiliaria (*building management*)

Funzioni secondarie

NORMA UNI EN 54-1 E UNI 9795

La **norma UNI EN 54-1** fissa la configurazione base di un IRAI, stabilendo che sia sempre costituita dagli elementi che assolvono alle **4 funzioni principali**:

- **A**: Rivelazione automatica dell'incendio.
- **B**: Centrale di controllo e segnalazione.
- **D**: Rivelazione manuale dell'incendio.
- **L**: Alimentazione di sicurezza.

La **norma** italiana **UNI 9795** considera tra le funzioni principali anche:

- **C**: Allarme incendio.

Attività semplici

La rivelazione e l'allarme è **demandata agli occupanti**.

Attualmente, in alcune regole tecniche ove non è prescritto un IRAI, sono previsti «**Sistemi di allarme**» con cui si demanda la rivelazione dell'incendio agli occupanti e si prescrive che siano diffusi gli allarmi attraverso segnali codificati.

Es., la regola tecnica di cui al DM 26/8/1992 (*Scuole*) prevede al p.to 8.1 che «*Il sistema di allarme può essere costituito, per le scuole di tipo 0-1-2, dallo stesso impianto a campanelli usato normalmente per la scuola, purché venga convenuto un particolare suono. Per le scuole degli altri tipi deve essere invece previsto anche un impianto di altoparlanti*».

Attività non troppo complesse

*Solo **segnalazione manuale** e **sistema d'allarme**.*

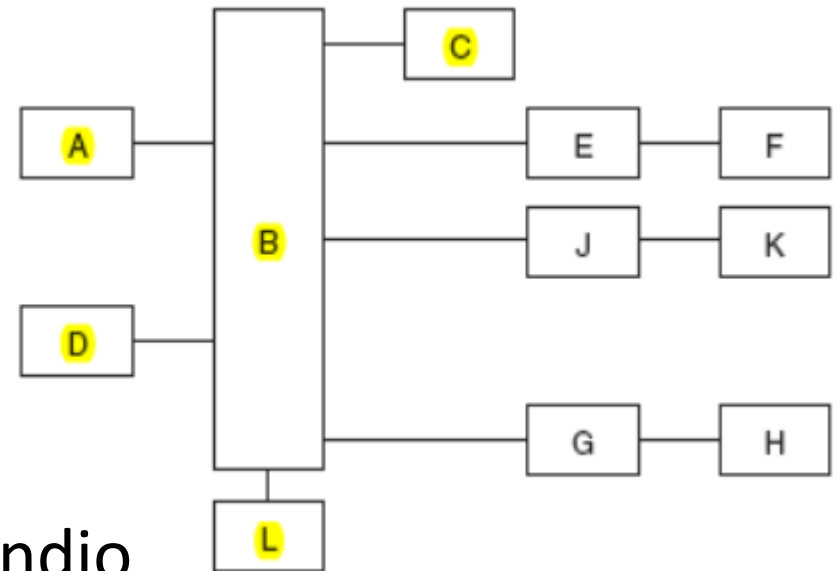
*Occupanti in stato di **veglia** e che **conoscono** l'edificio. Attività **non aperta al pubblico**, **non** molto **affollata**, **non** troppo «**profonda**» né «**alta**», con **poco materiale combustibile** e **senza lavorazioni pericolose**. **Compartimenti limitati** e **carico d'incendio non troppo elevato**.*

Attività più complesse

***Rivelazione automatica** per **porzioni di attività** o **estesa a tutta l'attività** ed è possibile avviare automaticamente i sistemi di protezione attiva.*

COMPOSIZIONE DI UN IRAI (norma UNI 9795)

- A** Rivelatore d'incendio
- B** Centrale controllo e segnalazione
- C** Dispositivi allarme incendio
- D** Segnalazione manuale
- E** Trasmissione allarme incendio
- F** Stazione ricevimento allarme incendio
- G** Comando del sistema automatico antincendio
- H** Sistema automatico antincendio
- J** Dispositivo di trasmissione dei segnali di guasto
- K** Stazione di ricevimento dei segnali di guasto
- L** Apparecchiatura di alimentazione



A - RIVELATORE D'INCENDIO

Contiene un sensore che costantemente o a intervalli frequenti sorveglia un fenomeno fisico/chimico associato all'incendio e fornendo un corrispondente segnale alla centrale di controllo e segnalazione.



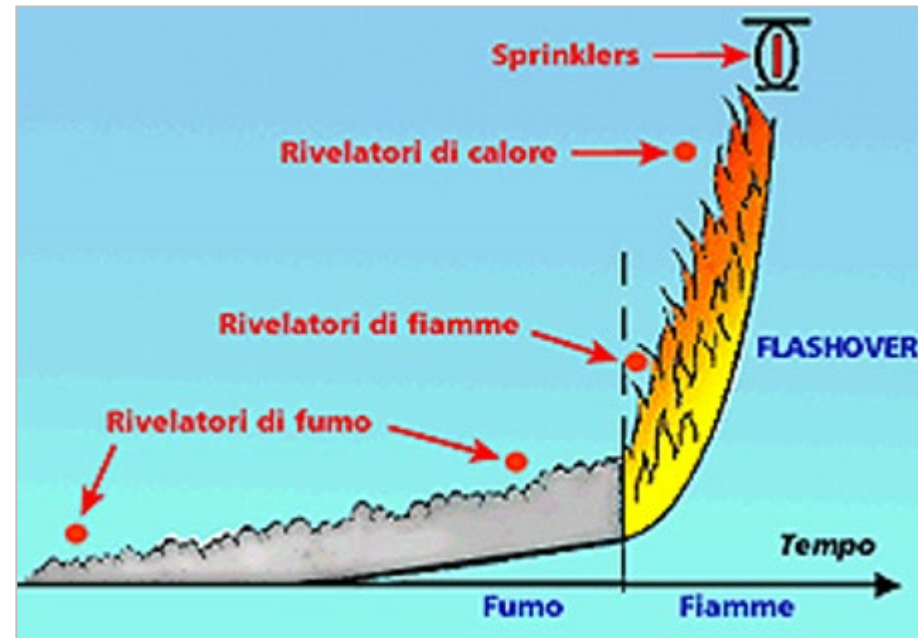
Classificazione dei rivelatori d'incendio

Classificati in base a:

- ✓ **Fenomeno** chimico-fisico sorvegliato,
- ✓ **Modo** in cui il rivelatore risponde al fenomeno sorvegliato,
- ✓ **Configurazione** del rivelatore,
- ✓ **Possibilità di ripristino** del rivelatore,
- ✓ **Possibilità di rimozione** del rivelatore,
- ✓ **Tipo di segnale** trasmesso.

Fenomeno chimico-fisico sorvegliato

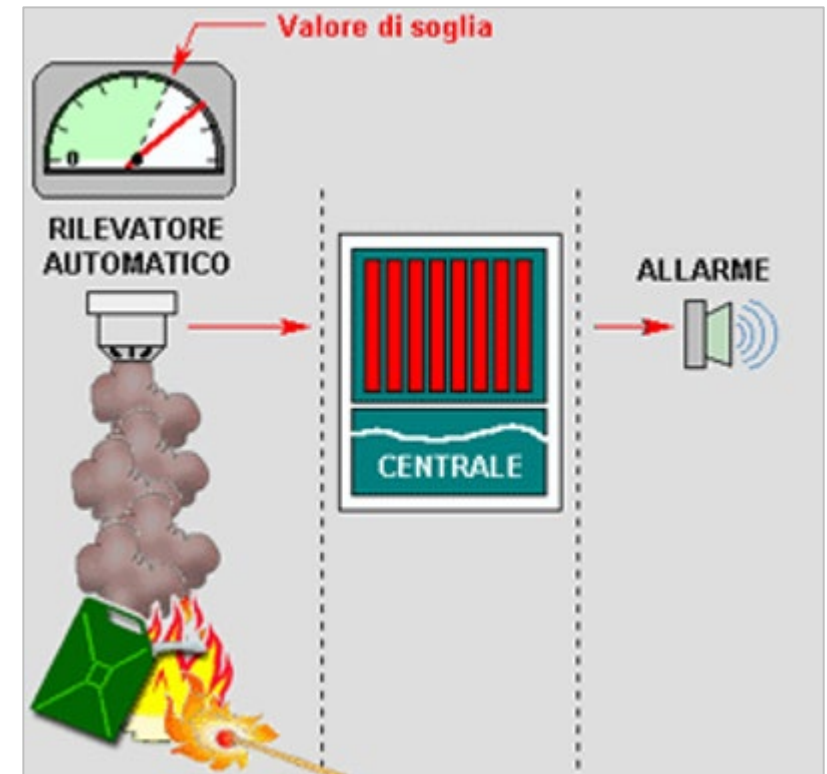
- Rivelatore di **calore**
- Rivelatore di **fumo**
(a ionizzazione o ottici)
- Rivelatore di **gas**
- Rivelatore di **fiamme**
- Rivelatore **multi-criterio** (*sensibile a più fenomeni*)



Metodo di rivelazione

Genera l'allarme quando, per un periodo di tempo determinato, supera un certo valore ...

- **Statico:** ... *l'entità del fenomeno misurato.*
- **Differenziale:** ... *la differenza tra i livelli del fenomeno misurato in 2 o più ambiti spaziali.*
- **Velocimetrico:** ... *la velocità di variazione nel tempo del fenomeno misurato.*



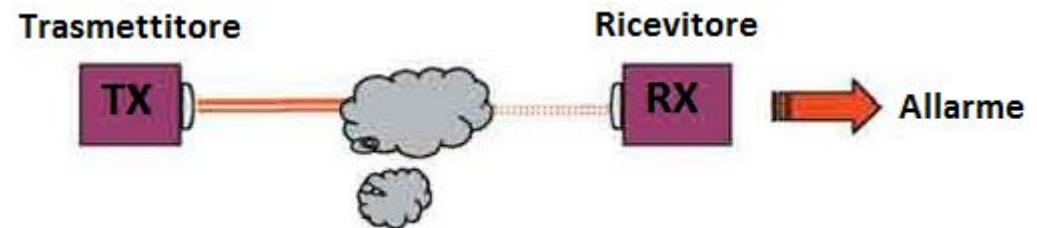
Tipo di configurazione

Rivelatore che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità...

- **Puntiforme**: *di un punto fisso*
- **Lineare**: *di una linea continua*
- **Rivelatore multi-punto**: *di un certo numero di punti fissi*



Puntiforme



Lineare

Possibilità di ripristino

- **Rivelatore ripristinabile** (*auto-ripristinabile, ripristinabile a distanza, ripristinabile localmente*): dopo l'intervento può essere riportato dallo stato di allarme a quello di sorveglianza senza sostituzione di componenti.
- **Rivelatore non ripristinabile (con elementi sostituibili)**: dopo il funzionamento, richiede la sostituzione di uno o più componenti per essere riportato allo stato di sorveglianza.
- **Rivelatore non ripristinabile (senza elementi sostituibili)**: dopo il funzionamento non può essere riportato allo stato di sorveglianza.

Possibilità di rimozione

- **Rivelatore rimovibile**: Rivelatore progettato per permetterne la facile rimozione dalla posizione di normale impiego per esigenze di pulizia e manutenzione.
- **Rivelatore non rimovibile**: Rivelatore le cui modalità di installazione non ne consentono la facile rimozione per esigenze di pulizia e manutenzione.

Tipo di segnale trasmesso

- **Rivelatore a due stati**: Rivelatore che indica uno dei 2 stati relativi alle condizioni di «normalità» o di «allarme incendio».
- **Rivelatore multistato**: Rivelatore che fornisce in uscita un limitato numero (maggiore di due) di stati relativi alle condizioni di «normalità», di «allarme incendio» o altre condizioni anomale.
- **Rivelatore analogico**: Rivelatore che emette un segnale (*analogico o l'equivalente numerico ad esso corrispondente*) di uscita rappresentante il valore del fenomeno sorvegliato.

B - CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE

- **Riceve i segnali** dai rivelatori determinando se corrispondono alla condizione di **allarme** incendio, **localizzando** *(per alcuni tipi di impianti)* la zona di pericolo.
- **Sorveglia** il corretto funzionamento del sistema e segnala con mezzi ottici e acustici eventuali anomalie.
- **Inoltra** il segnale di **allarme** ai **dispositivi** di allarme, alla stazione di ricevimento dell'allarme incendio e al sistema automatico antincendio.



C - DISPOSITIVI DI ALLARME INCENDIO

Installati all'esterno della centrale di controllo, forniscono un allarme incendio, es. **sirene**, **campane**, **indicatori visivi**, **pannelli ottico-acustici**, ecc.

*Le segnalazioni acustiche e luminose devono essere **distinguibili in modo chiaro**, rispetto ad altri tipi di segnalazioni e devono essere pensati e concepiti per evitare situazioni di panico.*



D - PUNTO DI SEGNALAZIONE MANUALE

L'azionamento del punto di segnalazione richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, facente parte della superficie frontale.



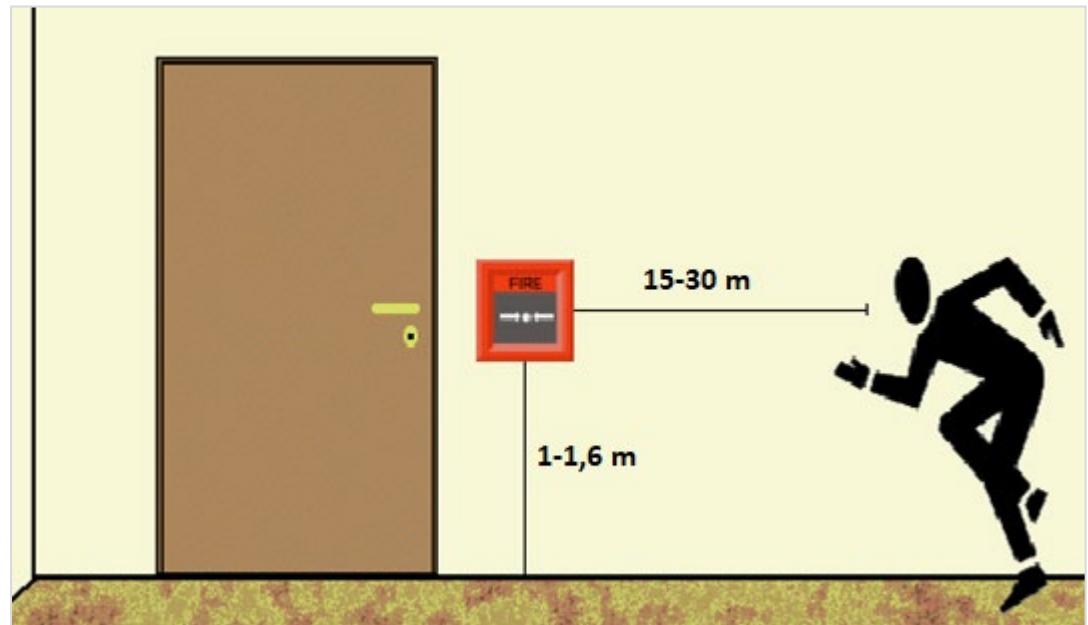
I punti di segnalazione manuale possono essere:

- di **tipo A** ad azionamento diretto (*l'allarme è automatico quando si rompe o si sposta l'elemento frangibile*)
- di **tipo B** ad azionamento indiretto (*l'allarme richiede un azionamento manuale dopo aver rotto o spostato l'elemento frangibile*).



Installazione dei sistemi fissi (UNI 9795)

Un sistema fisso di segnalazione manuale d'incendio prevede una suddivisione in zone dell'ambiente da sorvegliare, di superficie $\leq 1600 \text{ m}^2$.



In ciascuna zona i **punti di segnalazione manuale** devono essere raggiungibili con **percorsi ≤ 30** (rischio basso o medio) o **15 m** (rischio alto).

Devono essere almeno **2 per zona**, installati in posizione ben visibile e facilmente accessibile, a un'**altezza tra 1 m e 1,6 m**.

L - APPARECCHIATURA DI ALIMENTAZIONE

Fornisce l'alimentazione per la centrale di controllo e segnalazione e i componenti alimentati.

*L'impianto di rivelazione deve essere dotato di una doppia alimentazione (norma UNI EN 54-4): **principale** e di **riserva**.*

Alimentazione primaria: derivata da rete pubblica tramite linea riservata, dotata di organi di sezionamento, manovra e protezione.

Alimentazione di riserva: può essere costituita da batteria di accumulatori o derivata da rete elettrica di sicurezza indipendente dalla principale.



COMPONENTI AGGIUNTIVI DI UN IRAI

E - Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio:

Apparecchiatura intermedia (*ad esempio combinatore telefonico o modem*) che trasmette il segnale di allarme dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento dell'allarme stesso.



F - STAZIONE DI RICEVIMENTO DELL'ALLARME INCENDIO

Centro dal quale possono essere avviate in qualsiasi momento le necessarie misure di protezione o di lotta all'incendio.



G - COMANDO DEL SISTEMA AUTOMATICO ANTINCENDIO

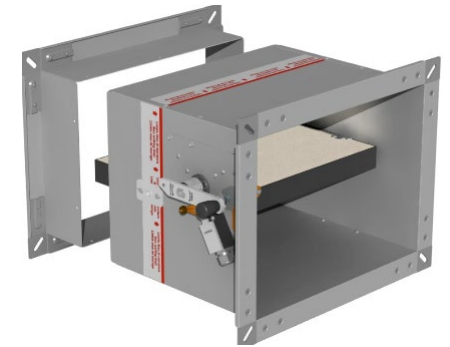
Dispositivo automatico utilizzato per attivare il sistema automatico di lotta contro l'incendio, dopo il ricevimento di un segnale emesso dalla centrale di controllo e segnalazione.



H - SISTEMA AUTOMATICO ANTINCENDIO

Apparecchiature di lotta contro l'incendio, es.:

- **impianto fisso** di spegnimento,
- **fermi elettromagnetici** di porte e **serrande tagliafuoco**,
- attivazione sistemi **EFC**,
- **disattivazione impianti** tecnici,
- azionamento **illuminazione di emergenza**,
- ecc.



J - DISPOSITIVO DI TRASMISSIONE DEL SEGNALE DI GUASTO

Apparecchiatura intermedia che trasmette un segnale di guasto dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento del segnale di guasto.

K - STAZIONE DI RICEVIMENTO DEL SEGNALE DI GUASTO

Stazione dalla quale possono essere prese le necessarie misure correttive.

CONTROLLO DI FUMO E DI CALORE

Scopo: individuazione dei presidi antincendio per controllo, evacuazione o smaltimento dei prodotti della combustione con:

- **Smaltimento fumo e calore d'emergenza (SFC):** Non ha funzione di creare strato libero di fumi, ma solo di **facilitare l'opera dei soccorritori** (es. finestre, lucernari, porte, ...).
- **Sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC):** Mantengono **strato d'aria nella parte bassa**. Vie d'esodo libere da fumo, agevolano operazioni, ritardano/prevengono flashover, limitano danni, riducono effetti termici.



PRINCIPALI NORME

Serie delle norme **UNI 9494** «*Sistemi per il controllo di fumi e calore*» (*Smoke and heat control systems*);



- [UNI 9494-1:2017](#) *Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale Fumo e Calore (SENFC).*
- [UNI 9494-2:2017](#) *Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei sistemi di Evacuazione forzata fumo e calore (SEFFC).*
- [UNI 9494-3:2014](#) *Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore.*

FUMI E GAS DI COMBUSTIONE

In caso di incendio, i prodotti della combustione costituiti da **fumi** e **gas** rappresentano il **pericolo maggiore** per gli occupanti.

I fumi sono formati da piccolissime **particelle solide** (*sostanze incombuste e ceneri*), **liquide** (*vapori condensati*) e **gas tossici** che possono comportare l'**incapacitazione** degli occupanti che possono arrivare allo stato di incoscienza e successivamente alla morte.

Rendono più **complicato l'esodo**, con maggiori difficoltà per l'identificazione di vie e percorsi d'esodo.



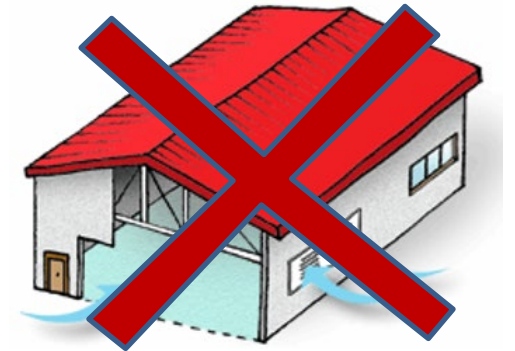
ATTIVITÀ OVE NON È RICHIESTO NESSUN REQUISITO

Non è richiesto **nessun requisito**, In base alla valutazione del rischio, in **attività** più **semplici** con le seguenti caratteristiche:

Assenza di occupanti, o con presenza occasionale e di breve durata di addetti.

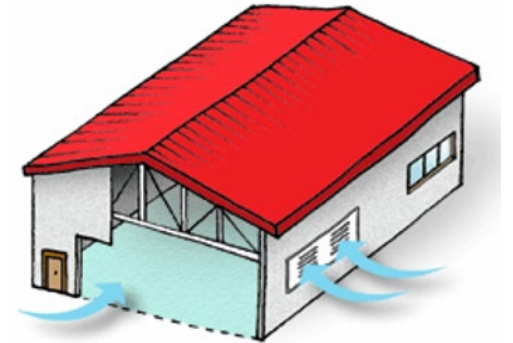
Poco materiale combustibile e **senza lavorazioni pericolose**.

Compartimenti molto piccoli e **carico d'incendio** non troppo elevato.



ATTIVITÀ CON SMALTIMENTO FUMO E CALORE D'EMERGENZA

Per ogni piano/locale deve essere possibile effettuare **smaltimento fumo e calore d'emergenza**.



Non è un sistema progettato secondo una **norma** specifica, **non** assicura la formazione di un adeguato **strato libero dai fumi**, serve solamente all'allontanamento dei fumi con l'obiettivo di **facilitare le operazioni** dei soccorritori, utilizzando **aperture ordinarie**.

Si può **attribuire per esclusione**, per le attività non ricomprese negli altri criteri.

Classificazione delle aperture (*dal codice di p.i.*)

- ✓ **SEa**: Permanentemente aperte.
- ✓ **SEb**: Apribili automaticamente in quanto comandate da IRAI.
- ✓ **SEc**: Apribili manualmente da posizione segnalata e protetta.
- ✓ **SEd**: Apribili manualmente da posizione non protetta.
- ✓ **SEe**: Provviste di elementi di chiusura per i quali sia dimostrata l'apertura per effetti dell'incendio o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

*Una porzione della superficie utile delle aperture dovrebbe essere di tipo **SEa**, **SEb**, **SEc** (**più affidabili**).*

Dimensionamento

La superficie richiesta è una **porzione della superficie** in pianta del **compartimento** (*varia da **1/40** a **1/25**, in funzione di q_f*).

q_f è legato al **calore** che si produrrà (*non ai fumi*).

Per $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$ almeno il **10%** delle aperture devono essere molto **affidabili** (*di tipo SEa, SEb o SEc*).

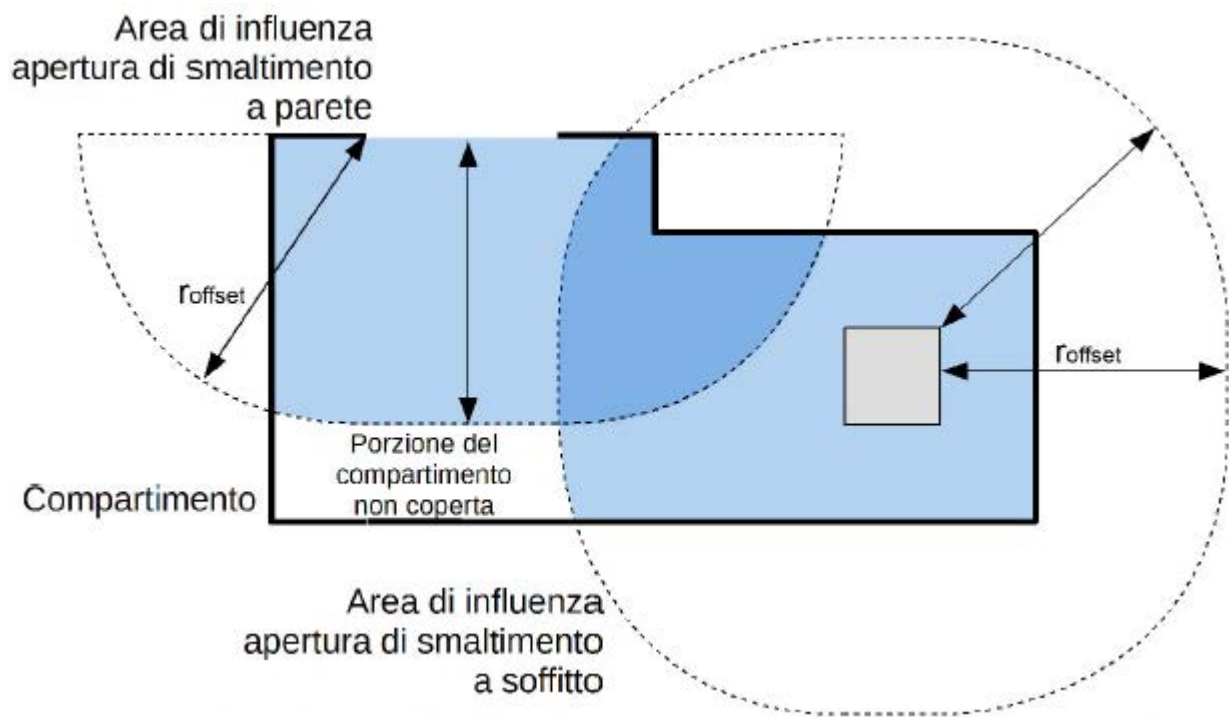
Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	$A / 40$	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$	$A / 25$	10% di SE di tipo SEa o SEb o SEc
[1] Con SE superficie utile delle aperture di smaltimento in m^2 [2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in m^2			

Distribuzione uniforme delle aperture di smaltimento

Si può verificare che ogni locale sia interamente coperto da **aree d'influenza** delle aperture di smaltimento, con un raggio d'influenza **$r_{\text{offset}} = 20 \text{ m}$** o secondo le risultanze dell'analisi del rischio.

*In pianta un lucerna-
rio è rappresentato
come un poligono,
mentre una finestra
come una linea.*

*Da ciascuna proie-
zione in pianta si trac-
cia un'area di offset.*



ATTIVITÀ CON SISTEMA DI EVACUAZIONE DI FUMI E CALORE

Sistema di evacuazione di fumi e calore (SEFC), naturale (**SE NFC**) o forzato (**SE FFC**), conforme alle norme (*es. UNI 9494*).



Determinato con la valutazione del rischio in base a:

- **elevato affollamento**;
- **tipologia occupanti** (*es. presenza disabili, cure mediche, ecc.*);
- **geometria complessa** (*piani molto interrati o a quote elevate*);
- **carico d'incendio** elevato;
- **sostanze pericolose** in quantità significative;
- **lavorazioni pericolose**.



Funzioni degli EFC

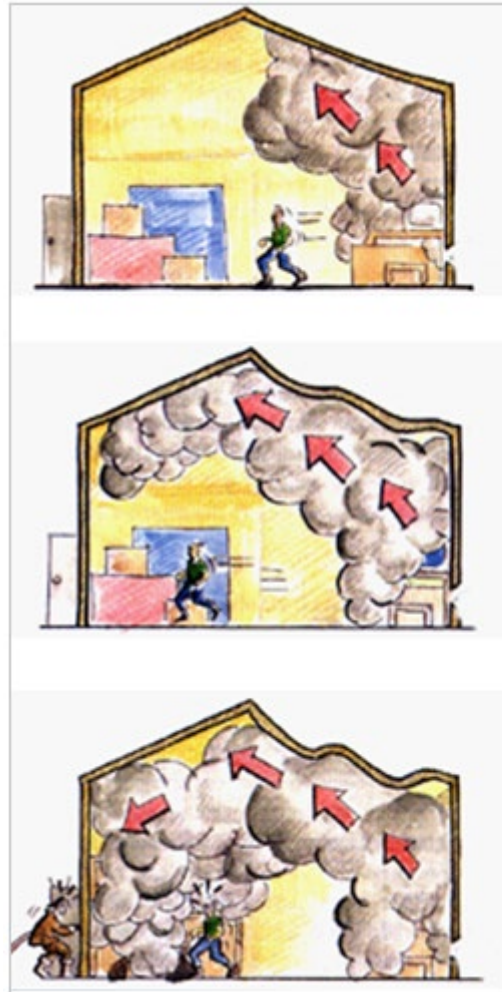
Agevola lo sfollamento mantenendo i locali liberi da fumo per un'altezza.

Agevola l'intervento dei soccorritori.

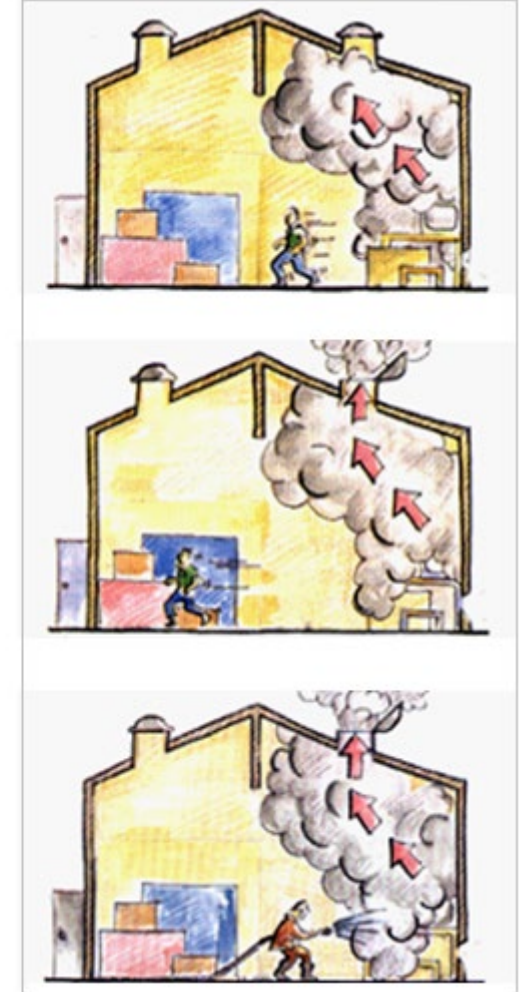
Riduce il rischio di **collasso strutture** per fumo/gas caldi.

Ritarda o evita il **flash over**.

Riduce i danni dei gas di combustione.



Senza EFC



con EFC

INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO⁴⁷

L'**ingegneria della sicurezza antincendio** è una disciplina complessa, che affronta con metodi scientifici il problema della scelta delle misure di sicurezza più adeguate e finalizzate alla protezione delle persone, dei beni e dell'ambiente dagli effetti dell'incendio.



Essa è stata definita per la prima volta in modo ufficiale con il documento **ISO** (*International Standard Organization*) **TR 13387 (Fire Safety Engineering)**.

⁴⁷ Approfondimenti su Malizia M., 2021, L'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio – Capitolo 5 in «Gli adempimenti di prevenzione incendi», Grafill.

SINONIMI

È possibile trovare terminologie diverse nei vari documenti.

- ✓ Approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio
- ✓ Ingegneria della sicurezza antincendio
- ✓ Metodo prestazionale
- ✓ Fire safety engineering – FSE
- ✓ Progettazione antincendio prestazionale
- ✓ Approccio ingegneristico
- ✓ Approccio Performance Based
- ✓ Approccio prestazionale
- ✓ Progettazione prestazionale ... ecc.

DEFINIZIONE

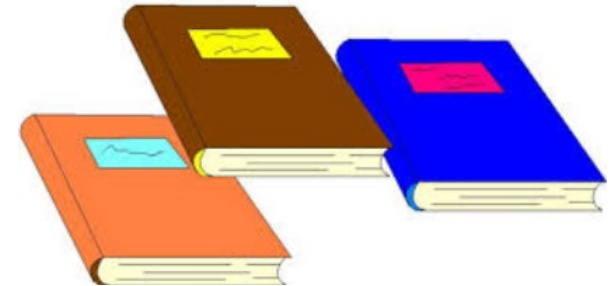
P.to G.1.21 del [Codice](#) – Art. 1 lett. d del [D.M. 7 agosto 2012](#)

Ingegneria della sicurezza antincendio (v. ISO/TR 13387):

***Applicazione di principi ingegneristici**, di regole e di giudizi esperti basati sulla **valutazione scientifica** del fenomeno della combustione, degli **effetti dell'incendio** e del **comportamento umano**, finalizzati alla tutela della vita umana, alla protezione dei beni e dell'ambiente, alla quantificazione dei rischi di incendio e dei relativi effetti ed alla **valutazione analitica** delle misure antincendio ottimali, necessarie a limitare, entro **livelli prestabiliti**, le conseguenze dell'incendio.*

CONFRONTO APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI [1/3]

L'Approccio prestazionale **non si occupa di verificare il rispetto di una norma** o di una probabilità di accadimento.



Si **definisce** lo **scopo** del progetto e l'**obiettivo** da conseguire e **si effettua la verifica** sulla rispondenza dei requisiti stabiliti.

Valutazione quantitativa del livello di sicurezza antincendio:

Gli effetti dell'incendio sono quantificati e il livello di sicurezza antincendio valutato rispetto a **soglie prestazionali** prestabilite (*temperatura, visibilità, altezza dello strato libero da fumo ...*).

CONFRONTO APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI [2/3]

I **codici prescrittivi** sono in genere **più semplici da utilizzare** sia per i progettisti, sia per i verificatori (*organi di controllo*).

In tal caso le **norme impongono il rispetto di requisiti minimi** di sicurezza attraverso l'adozione di misure prescrittive.



Possono avere però, soprattutto per opere complesse, innovative, edifici storici, ecc. **notevoli vincoli e limitazioni**.

Per contro, i **modelli prestazionali** presuppongono il possesso di **maggiori competenze** da parte dei **progettisti** e dei **verificatori**.

CONFRONTO APPROCCI PRESTAZIONALI E PRESCRITTIVI [3/3]

La **F.S.E.** consente di progettare **superando i tradizionali metodi prescrittivi** previsti dalle regole tecniche di prevenzione incendi.

F.S.E.

L'**analisi è più mirata**, consente di ottenere **risultati più aderenti alla realtà** e di commisurare le misure di protezione antincendio alle **reali necessità**.

In tal modo sono possibili **risparmi sui costi degli interventi** di prevenzione incendi, con la possibilità di valutare l'effetto sulla sicurezza complessiva delle singole misure previste.



APPROCCIO PRESCRITTIVO

La **valutazione del rischio** è effettuata dal **legislatore**.

Non consente una **valutazione quantitativa** della sicurezza.

Approccio rigido per situazioni complesse (*edifici complessi, innovativi, storici, ...*), ove spesso non è possibile rispettare prescrizioni.

APPROCCIO PRESTAZIONALE

Consente una **valutazione quantitativa** del livello di sicurezza antincendio rispetto a prestabilite soglie prestazionali e con riferimento a ipotizzati scenari d'incendio ritenuti credibili.

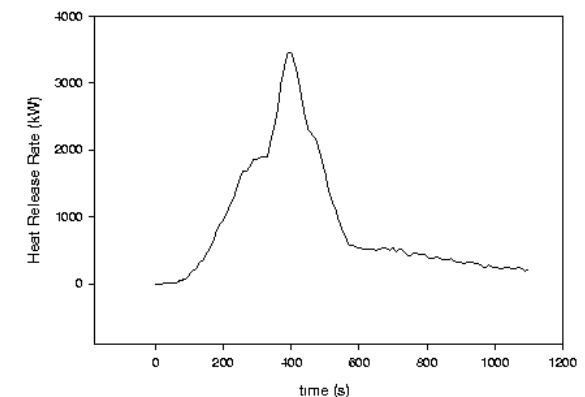
L'**effetto** di ogni misura può essere **quantificato e valutato** con l'uso di modelli di calcolo.

STUDI SCIENTIFICI

Negli ultimi tempi si sono molto **sviluppati studi scientifici sul comportamento del fuoco** e delle **persone** coinvolte.



Ciò presuppone di trattare l'incendio **non solo in modo empirico**, ma anche in **modo predittivo**.



MODELLI MATEMATICI

Con l'approccio prestazionale si individuano soluzioni utilizzando **modelli matematici** per prevedere gli effetti di un determinato evento.



In tali studi sono coinvolte **varie discipline** diverse fra loro, non solamente di tipo **scientifico** come *matematica, fisica, chimica, informatica, architettura, ingegneria ...* ma anche **umanistico** come *psicologia, comportamento umano ...* **medico** come *fisiologia ...* e **finanziario** come *economia, statistica, sistemi di gestione, ecc.*

CODICI DI CALCOLO

L'aspetto scientifico dell'**approccio prestazionale** è legato al fatto che sono svolte **simulazioni dell'incendio con codici di calcolo**.

I risultati delle simulazioni consentono di valutare, ad esempio, l'esodo **delle persone** o **quanto tempo possono resistere le strutture**.

Nell'**approccio tradizionale** tali calcoli sono sostituiti da **valutazioni convenzionali**, che si **adattano** genericamente a varie tipologie di attività senza particolari distinzioni.



INSEDIAMENTI DI TIPO COMPLESSO O DI PARTICOLARE RILEVANZA ARCHITETTONICA

L'approccio prestazionale, più sofisticato e raffinato e quindi più complesso e costoso può essere proficuamente utilizzato in **insediamenti** di **tipo complesso** o a **tecnologia avanzata** e in edifici di **particolare rilevanza architettonica** e/o costruttiva.



Riassumendo ...

A differenza delle norme prescrittive che si basano su un **approccio storico - empirico** (*vantaggi di semplicità ma scarsa flessibilità*), la **F.S.E.** si fonda su un **approccio** di tipo **scientifico - predittivo**.

Si utilizzano **modelli di calcolo** valutando i risultati rispetto a **soglie prestazionali** (*temperatura, visibilità, ...*) per vari scenari.

Per **ogni misura** si può **quantificare l'effetto**, con un maggiore controllo del **rapporto rischi/misure di sicurezza**.

Le **soluzioni sono** fondate su valutazioni **scientifiche** dell'**incendio** e del **comportamento umano**, con riferimento a obiettivi prefissati.

Si può utilizzare sia in fase di **pre-flashover** (*salvaguardia della vita umana*) sia di **post-flashover** (*stabilità strutturale*).

Considerazioni sull'incendio, sulle persone, sull'esodo, ecc.

- *Velocità di crescita dell'incendio*
- *Entità dello sviluppo dei fumi, dei gas tossici ...*
- *Dove può diffondersi l'incendio, il fumo ...*
- *Tempo di attivazione dei rivelatori e che trascorrerà dopo l'allarme*
- *Tempo di arrivo dei soccorritori*
- *Tempo occorrente per uscire*
- *Tempo per raggiungere il flash-over*
- *Tempo per eventuale collasso strutturale*
- *Disposizione degli arredi e lay out*
- *Numero di occupanti, ubicazione, stato di veglia o sonno*
- *Persone in condizioni di disabilità, incapacitate a muoversi, colte da fenomeni di panico, ecc.*

APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA IN ITALIA

In Italia la metodologia prestazionale è stata introdotta con il **D.M. 9 maggio 2007** «*Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio*», in vigore dal 20/8/2007.

Successivamente è stata inserita nella Sezione M del c.d. «Codice di prevenzione incendi» di cui al **D.M. 3 agosto 2015**, in vigore dal 18/11/2015.



STATO ATTUALE DI APPLICAZIONE

A distanza di tempo, tuttavia **l'applicazione di questo approccio** è, ad oggi, ancora **poco diffusa**.

I **motivi** possono essere diversi...

- *Difficoltà della materia,*
- *scarsa conoscenza,*
- *elaborazioni complesse,*
- *tempi di progettazione e calcolo più lunghi,*
- *scarsa applicabilità a attività ordinarie,*
- *obbligo aggiuntivo del SGSA,*
- *altre considerazioni ...*

RIFERIMENTI NORMATIVI

- [D.M. 9/5/2007](#): **Direttive** per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio.
- Lett. Circ. prot. n. 4921 del 17/7/2007: Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico ... - **Primi indirizzi applicativi**.
- Lett. Circ. prot. n. DCPST/427 del 31/3/2008: Approccio ingegneristico ... – Trasmissione **linee guida** per l'approvazione dei progetti e della **scheda rilevamento dati** predisposte dall'Osservatorio.
- [D.M. 3/8/2015](#) (**Codice di prevenzione incendi**): Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs 8/3/2006, n. 139.
Sezione M – Metodi.



METODOLOGIA PER L'INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO

Si distinguono **due fasi**:

✓ **I FASE: Analisi preliminare**

Individuazione delle **condizioni più rappresentative di rischio** dell'attività e i **livelli di prestazione** cui riferirsi in relazione agli **obiettivi** di sicurezza da perseguire.

✓ **II FASE: Analisi quantitativa**

Calcolo degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con i livelli di prestazione individuati.

FASI DELLA METODOLOGIA



DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

La documentazione da presentare deve essere **integrata**:

✓ **I FASE (analisi preliminare):**

Sommario tecnico firmato congiuntamente da progettista e titolare dell'attività, ove è sintetizzato il processo seguito per individuare gli scenari d'incendio di progetto e i livelli di prestazione.



✓ **II FASE (analisi quantitativa):**

- **Relazione tecnica;**
- **Programma per la G.S.A.**



ANALISI PRELIMINARE (I FASE)

Individua le condizioni più rappresentative del rischio e i livelli di prestazione in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire.



Al termine è redatto un **sommario tecnico**, firmato da **progettista** e **responsabile dell'attività**, ove è sintetizzato il processo per individuare **livelli di prestazione** e **scenari di incendio**.

1. [Definizione del progetto](#)
2. [Identificazione degli obiettivi di sicurezza](#)
3. [Definizione delle soglie di prestazione](#)
4. [Individuazione degli scenari di incendio di progetto](#)

DEFINIZIONE DEL PROGETTO

Parte più generale dell'analisi preliminare.

È **definito lo scopo** della progettazione.



Si **descrive** l'edificio, destinazione d'uso, pericoli d'incendio, caratteristiche degli occupanti.

Si **esplicitano** in modo chiaro gli elementi che costituiscono **criticità** ai fini della valutazione.

Si **evidenziano** eventuali **difformità** rispetto a norme specifiche chiarendo le **motivazioni** dell'uso dell'approccio ingegneristico.

Il professionista antincendio identifica e documenta:

- **destinazione d'uso** dell'attività;
- **finalità** della progettazione prestazionale;
- eventuali **vincoli progettuali** derivanti da normative o esigenze peculiari;
- **pericoli di incendio** connessi con la destinazione d'uso;
- **condizioni al contorno** per l'individuazione dei dati per la valutazione degli effetti che si potrebbero produrre;
- **caratteristiche degli occupanti** in relazione all'edificio e alla destinazione d'uso.

IDENTIFICAZIONE OBIETTIVI DI SICUREZZA ANTINCENDIO

Dopo aver stabilito lo scopo del progetto, il **professionista** antincendio **specifica gli obiettivi di sicurezza antincendio**, in relazione alle specifiche esigenze dell'attività.



Con gli obiettivi si specificano qualitativamente, ad esempio:

- Il livello di salvaguardia dell'**incolumità** degli occupanti.
- Il massimo **danno tollerabile** all'attività.
- La **continuità d'esercizio** a seguito di un evento incidentale.

Obiettivi generali e specifici

Servono come riferimento per stabilire i livelli di prestazione.

Esempio:

Finalità: *ammettere una lunghezza delle vie di esodo maggiore di quanto previsto dalle regole tecniche.*

Obiettivo: *gli occupanti devono raggiungere un luogo sicuro.*

Obiettivi generali di «Sicurezza in caso di incendio»

Secondo il **Regolamento (UE) 305/2011 «CPR»** - Prodotti da Costruzione (*sostituisce la Direttiva 89/106/CEE «CPD»*), le **opere di costruzione devono soddisfare vari requisiti di base**, tra cui



Requisito n. 2 dell'Allegato I (*Sicurezza in caso di incendio*):

- 1) **Capacità portante** per periodo di tempo determinato;
- 2) Generazione e **propagazione** di fuoco e fumo **limitata**;
- 3) **Propagazione** del fuoco alle **opere vicine limitata**;
- 4) Sicurezza **occupanti**;
- 5) Sicurezza **squadre di soccorso**.

Esempi di obiettivi

- *Obiettivi generali di «Sicurezza in caso di incendio».*
- *Tutela edifici storici (limitare danni a quadri, affreschi, libri ...)*
- *Evitare decessi nell'ambiente di origine dell'incendio.*
- *Evitare il flash over in un dato locale.*
- *Evitare danni al di fuori dell'edificio.*
- *Minimizzare la propagazione oltre il compartimento.*
- *Evitare conseguenze a persone al di fuori dell'edificio.*
- *Minimizzare i danni a determinati impianti o macchinari.*
- *Garantire continuità d'esercizio a opere strategiche.*

DEFINIZIONE DELLE SOGLIE DI PRESTAZIONE

Traduzione degli **obiettivi in soglie di prestazione** (*performance criteria*) di tipo **quantitativo** e **qualitativo** (*gli obiettivi diventano valori numerici*).



Il progettista indica i **parametri significativi** (*valori numerici*) per garantire il soddisfacimento degli obiettivi (*nella seconda fase*).

I **parametri** possono essere **valori di soglia, campi di valori o distribuzioni** (*temperature dei gas, concentrazioni di gas, fumo, livelli di visibilità, irraggiamento, concentrazione di specie tossiche, ecc.*).

Con l'obiettivo primario della **salvaguardia della vita** umana, i parametri significativi sono quelli che agiscono sull'**incapacitazione**.



Effetti termici ⇒ temperatura massima di esposizione e irraggiamento termico ammissibile.

Tossicità ⇒ fractional effective dose.

Visibilità ⇒ visibilità minima.



Per ogni parametro si **quantifica un livello di soglia** rispetto al quale verificare i risultati nella **seconda fase**.

Esempi di soglie di prestazione

Per **quantificare le soglie di prestazione** si può fare riferimento alle norme ISO 13571-2012, ISO/TR 16738-2009, ecc.

<i>Livello di prestazione</i>	<i>Soglia</i>
<i>Visibilità</i>	<i>10 / 5 metri (occupanti/soccorritori)</i>
<i>Temperatura di esposizione</i>	<i>60 / 80 °C (occupanti/soccorritori)</i>
<i>Irraggiamento</i>	<i>2,5 / 3 KW/m² (occupanti/soccorritori)</i>
<i>Altezza dei fumi dal pavimento</i>	<i>2 / 1,5 metri (occupanti/soccorritori)</i>
<i>Temperatura dei fumi</i>	<i>200 / 250 °C (occupanti/soccorritori)</i>
<i>Concentrazione di ossigeno</i>	<i>15%</i>
<i>Concentrazione di CO</i>	<i>500 ppm (allucinazioni dopo 60-90 min.)</i>
<i>Concentrazione di CO₂</i>	<i>0,5 %</i>

CONSIDERAZIONI SU ALCUNI PARAMETRI

Quando i valori che danno luogo ai criteri prestazionali hanno a che fare con la **risposta umana** le scelte devono essere attentamente giustificate, data **l'incertezza** con cui i **comportamenti umani** possono essere schematizzati.



La definizione di criterio prestazionale evidenzia che è **impossibile garantire un ambiente privo di rischi**, caratteristica di ogni valutazione di rischio (*il rischio zero non esiste*).

LIVELLI DI TEMPERATURA

Il livello massimo ammissibile può variare in funzione degli obiettivi antincendio.

(esodo degli occupanti, permanenza del personale addetto per il tempo necessario alla messa in sicurezza degli impianti, intervento dei soccorritori).



Esempi:

*Per gli **occupanti** può essere ritenuta ammissibile una esposizione ad una **temperatura = 60 °C** circa per il **tempo di esodo**;*

*Per i «**soccorritori**» (**addetti antincendio** addestrati e provvisti di DPI) si può considerare una **temperatura = 80 °C** circa;*

I valori possono variare e devono sempre essere giustificati.

LIVELLI DI VISIBILITÀ

La visibilità ammessa lungo le vie di esodo deve essere **definita per un certo periodo temporale** e **relativamente** alla quota cui è posizionata la **segnaletica** che indica il percorso d'esodo.



La tipologia dei **segnali** (riflettenti, luminosi) e la loro posizione **può influenzare** i valori ammissibili.

Esempi:

*Per gli **occupanti** si può ritenere ammissibile una **visibilità di 10 m** per il **tempo di esodo**; Valori diversi devono essere giustificati.*

*Può essere giustificata per i **soccorritori** l'assunzione di **livelli di visibilità ridotti fino a 5 m**.*

LIVELLI DI IRRAGGIAMENTO

Il livello di irraggiamento deve intendersi risultante dal contributo della sorgente d'incendio, dei prodotti della combustione (fumi, gas) e delle strutture (pareti, solai).



Esempi:

*Per gli **effetti sulle persone** si possono prendere a riferimento i valori di soglia previsti dal DM LL.PP. 9/5/2001 (**3 kW/m²** per **lesioni reversibili**).*

*Valori usualmente accettabili sono **2,5 ÷ 3 kW/m²**,⁴⁸ in relazione alle persone presenti (occupanti o soccorritori).*

⁴⁸ Irraggiamento nel mese di agosto alle nostre latitudini $\cong 1 \div 1,5 \text{ kW/m}^2$.

LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DELLE SPECIE TOSSICHE

È consigliato **escludere tale parametro** poiché gli algoritmi disponibili non consentono di prevederne la distribuzione con sufficiente attendibilità. Si possono adottare **modalità indirette** per affrontare il problema.



Esempi:

*Stabilire che una persona non sia esposta, neanche per brevissimo tempo, a fumi e gas di combustione, imponendo **$H > 2\text{ m}$ libera da fumi e gas, nelle vie di esodo** durante l'evacuazione.*

*Imporre valori minimi di **visibilità nelle vie di esodo** per determinato tempo, senza materiali che danno luogo a fuochi covanti o cianuri, clorurati, fluorurati, ... Generalmente con **visibilità $\geq 10\text{ m}$** si può trascurare la valutazione delle specie tossiche.*

INDIVIDUAZIONE SCENARI D'INCENDIO DI PROGETTO

Rappresenta la **schematizzazione degli eventi** che possono ragionevolmente verificarsi.



Fra gli scenari ipotizzabili devono essere **scelti i più gravosi**.

Per gli **scenari di incendio di progetto** è descritta la procedura di:

- **Identificazione**
- **Selezione**
- **Quantificazione**

ESEMPI DI SCENARI DI INCENDIO

Scenario di incendio: descrizione completa e univoca dell'incendio in relazione ai 3 aspetti: **focolare, attività, occupanti**.

Scenario di incendio di progetto: specifico scenario analizzato.

In relazione alle caratteristiche dell'edificio, gli scenari devono contenere alcune specificazioni, quali:

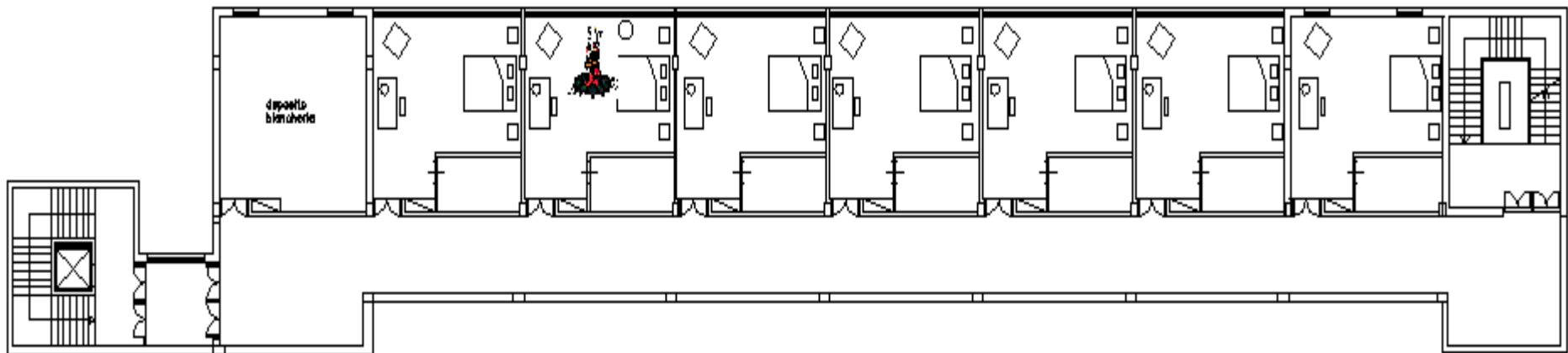
- Posizione iniziale dell'incendio.*
- Valori iniziali della produzione di fumo e di calore.*
- Caratteristiche di materiali, intervento umano e impianti.*

L'esame degli scenari deve considerare sia gli aspetti di sicurezza delle persone che di salvaguardia dei beni.

Scenario 1

*Incendio che si sviluppa durante una **fase normale dell'attività**.*

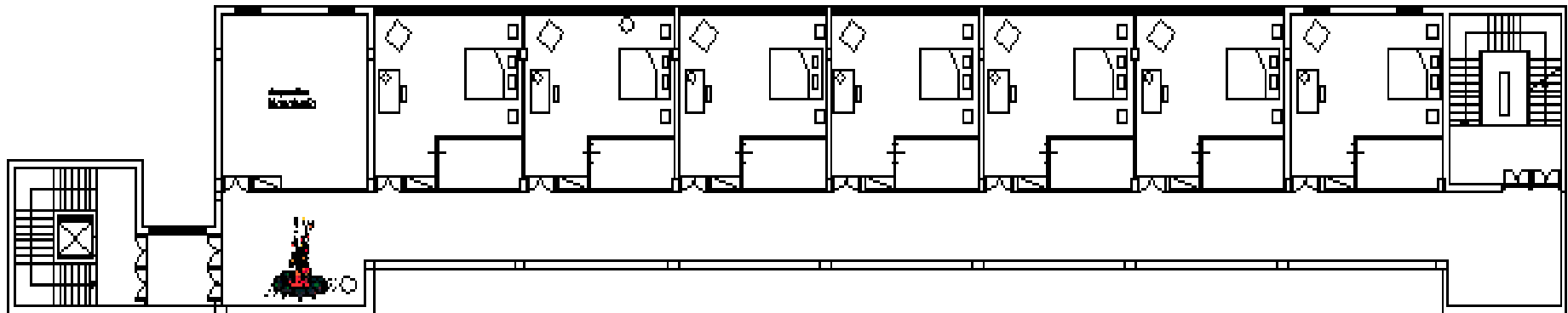
Prese in considerazione: attività, numero e posizione delle persone presenti; dimensione dei locali, tipo e quantità di mobilio, rivestimenti e materiale contenuto nell'ambiente; proprietà del combustibile presente; fonti di innesco; condizioni di ventilazione; il primo oggetto ad essere incendiato e la sua posizione.



Scenario 2

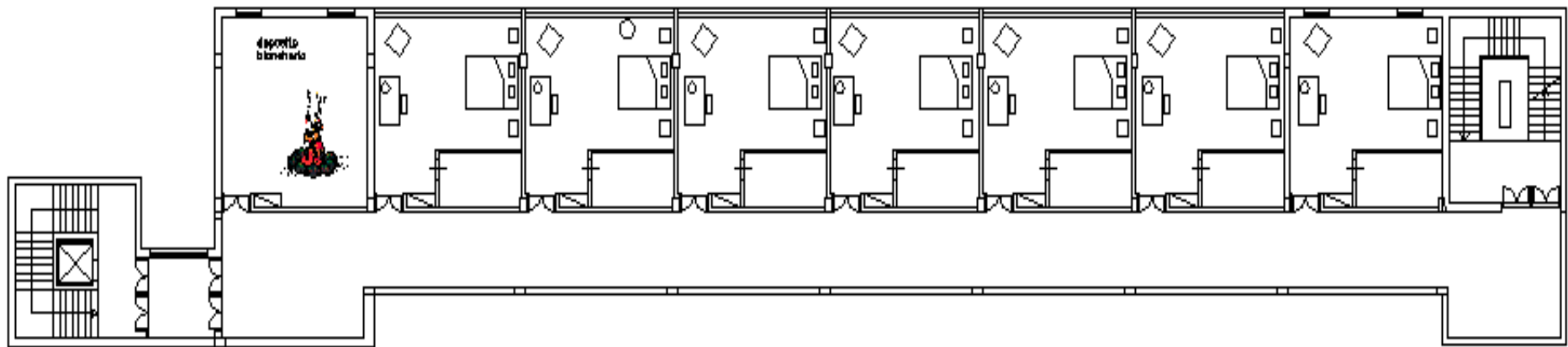
*Incendio che si sviluppa nella **via di esodo principale**, con la combustione di un materiale con curva di crescita ultra veloce.*

Ipotesi: Le porte interne delle camere all'inizio dell'incendio sono aperte, pavimentazione, pareti ... sono rivestite, innesco da ..., ecc. ...



Scenario 3

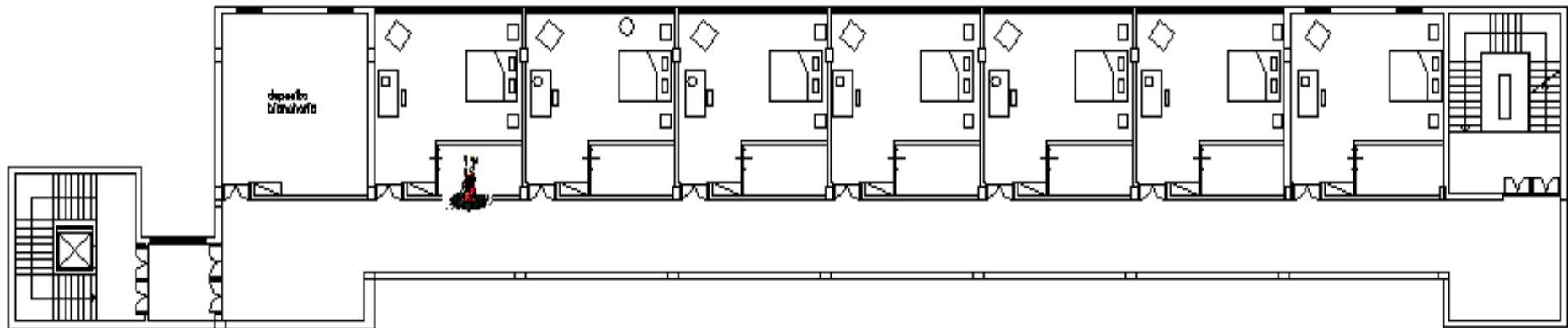
*Incendio con innesco in un **locale normalmente non occupato** da persone ma che, per la sua posizione, può generare una situazione di pericolo per le persone presenti in altri locali.*



Scenario 4

Incendio che ha **origine in una intercapedine o in un controsoffitto** adiacente a un locale in cui sono presenti persone.

Es. ipotesi: intercapedine non è protetta né da un sistema di rilevazione né di estinzione e si propaga nell'ambiente all'interno dell'edificio che può ospitare il maggior numero di persone



Scenario 5: Incendio di un materiale con **curva di crescita lenta** rallentato dai sistemi di soppressione, **adiacente a zona con affollamento**.

Scenario 6: Incendio intenso, dovuto al maggior carico di incendio possibile nelle normali operazioni svolte nell'edificio (**crescita rapida in presenza di persone**).

Scenario 7: Esposizione a un incendio esterno. Combustione che inizia in una zona distante dall'area interessata alla valutazione e che si propaga nell'area oppure ne blocca le vie di esodo o rende al suo interno non sostenibili le condizioni.

Scenario 8: Incendio che ha origine nei combustibili ordinari oppure in un'area o stanza con **sistemi di protezione** (attivi o passivi) **messi uno alla volta fuori uso**. Valuta l'evoluzione dell'incendio in relazione ai singoli sistemi di protezione, considerati singolarmente non affidabili.

Di seguito è descritta la procedura di **identificazione**, **selezione** e **quantificazione** degli scenari.

Identificazione di tutti gli scenari possibili
(il numero può essere molto elevato)



Selezione degli scenari di incendio di progetto *(un sottogruppo dei primi)*



Quantificazione degli scenari di incendio di progetto selezionati.

Identificazione dei possibili scenari d'incendio

Il **1^a passo** consiste nell'**identificare tutti i possibili scenari** d'incendio che possono svilupparsi. Si devono **considerare** tutte le **condizioni di esercizio** ragionevolmente prevedibili.

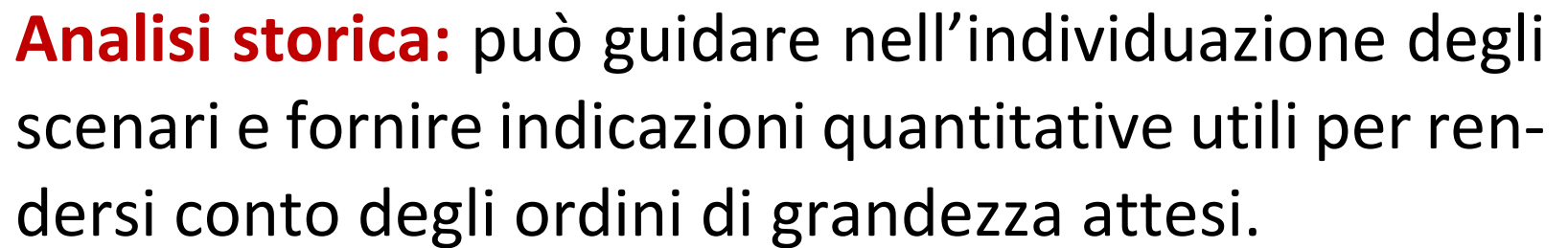
Per individuare gli scenari d'incendio il professionista antincendio sviluppa uno specifico **albero degli eventi**.

Ogni **scenario d'incendio** identificato deve essere descritto in relazione alle **3 caratteristiche** fondamentali:



```

graph TD
    A[Accident/ Incident] --> B[Primary Cause]
    B --> C[Logic Gates]
    B --> D[Logic Gates]
    C --> E((Events))
    C --> F{Events}
    D --> G((Events))
    D --> H((Events))
  
```



Selezione degli scenari d'incendio di progetto

Nel **1^ passo** si identifica un **elevato numero di scenari d'incendio**.

Lo scopo **2^ passo** è **ridurre il numero al minimo ragionevole**, per alleggerire la successiva verifica da trattare nei calcoli.

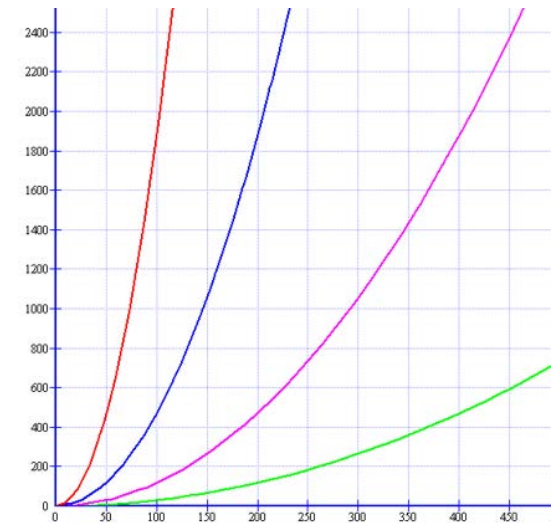
Il professionista antincendio esplicita i motivi che portano a escluderne alcuni dalla successiva analisi quantitativa, utilizzando **alberi degli eventi** o secondo **giudizio esperto**, e **seleziona i più gravi** tra gli scenari d'incendio **credibili**.

Gli scenari d'incendio selezionati rappresentano un **livello di rischio non inferiore** a quello relativo a tutti gli scenari.

Importanza della dinamica dell'incendio nell'FSE

Tipico della **FSE** è l'analisi della **dinamica dell'incendio**, che l'**approccio tradizionale** di tipo prescrittivo tende a **trascurare**.

L'**approccio tradizionale** considera il **carico d'incendio** (*energia disponibile che può essere rilasciata*) come **principale parametro** per caratterizzare un incendio, **non considerando la dinamica** sul rilascio nel tempo dell'energia.



Esempi:

Incendi veloci e con molto **fumo** risultano pericolosi per le persone.

Incendi lenti con maggiore potenza ma **minore sviluppo di fumi** possono essere pericolosi più per le strutture portanti che per le persone.

Descrizione quantitativa degli scenari d'incendio di progetto

Terminata la selezione degli **scenari d'incendio di progetto**, il professionista antincendio effettua la **descrizione quantitativa**.

In tal modo **traduce la descrizione qualitativa** degli scenari in **dati numerici di input** appropriati per la metodologia di calcolo scelta per la verifica delle ipotesi progettuali.

Il professionista antincendio specifica, in base all'obiettivo, i **dati di input per le 3 caratteristiche fondamentali della FSE**:

- **Attività.**
- **Occupanti.**
- **Incendio.**



Attività

Le caratteristiche dell'attività **influenzano**:

- Esodo degli occupanti,
- Sviluppo dell'incendio,
- Diffusione dei prodotti della combustione.



In base all'obiettivo, la **descrizione** dell'attività comprenderà:

- Caratteristiche architettoniche e strutturali,
- Impiantistica,
- Aspetti gestionali e operativi,
- Fattori ambientali che influenzano le prestazioni antincendio.

Occupanti

In base all'obiettivo, il professionista antincendio descrive le **condizioni delle persone presenti**, che possono influenzare comportamento e risposta nell'incendio.



- Affollamento.
- Categoria occupanti (*Lavoratori, studenti; visitatori; anziani; malati; disabili*).
- Stato psico-fisico.
- Grado di familiarità degli occupanti con l'ambiente.
- Stato di veglia/sonno.

Incendio

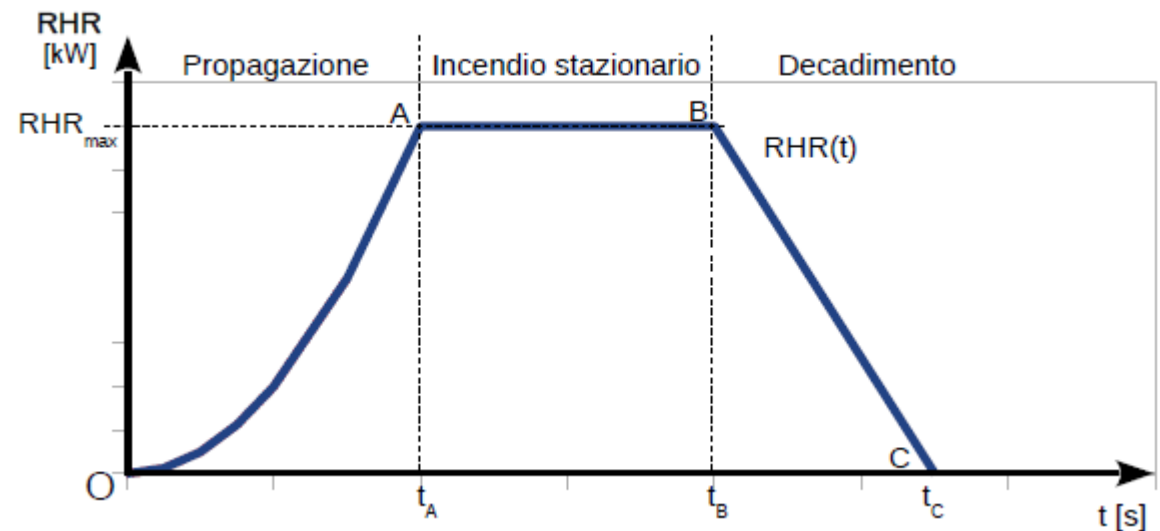
La descrizione consiste nella **caratterizzazione quantitativa del focolare** come sorgente di energia termica e prodotti della combustione, secondo:



- localizzazione del focolare;
- tipologia di focolare: covante o con fiamma;
- quantità, qualità e distribuzione spaziale del combustibile;
- fonti d'innesco;
- curva **RHR** (*rate of heat released*) o **HRR** (*Heat Release Rate*), potenza termica prodotta dal focolare nel tempo $RHR(t)$;
- prodotti della combustione considerati (*es. CO e particolato*).

Heat Realease Rate – HRR

L'incendio si può schematizzare come una sorgente di tipo volumetrico, ossia un **bruciatore che rilascia calore (HRR)** e quantità di **particolato (soot)** e di **gas**.



I **valori assunti dal progettista** per la costruzione della curva HRR per un dato scenario devono essere opportunamente giustificati.

L' HRR rappresenta la «carta di identità» dell'incendio ed è il parametro di input principale per i software di simulazione incendi.

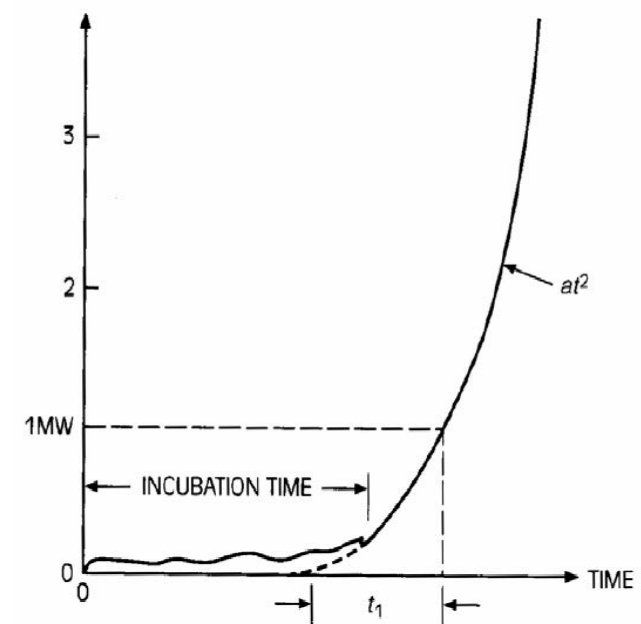
HRR e carico d'incendio

Nelle valutazioni della temperatura raggiunta in un compartimento nella **fase di pre-flashover**, **HRR** come dato di input **è più attendibile del carico d'incendio** (*in tale fase solo una parte del combustibile partecipa alla combustione*).

Con il carico di incendio, la stima della temperatura risulta molto conservativa perché si suppone che tutto il combustibile presente partecipi alla combustione.

Ciò è **ammissibile** solo nel **post-flashover**.

HRR in prima fase è approssimata a funzione **quadratica** $Q = at^2$



Incendio - caratterizzazione quantitativa del focolare

Ai fini della caratterizzazione quantitativa del focolare il professionista antincendio può:

- Impiegare **dati sperimentali** (*prove di laboratorio*).
- Usare **dati di letteratura** (*autorevoli, condivisi e attentamente valutati*).
- Impiegare delle **metodologie di stima**.
- In alternativa, può impiegare i **focolari predefiniti** (*forniti dal Codice*) nell'ambito delle limitazioni ivi specificate.

Durata degli scenari d'incendio di progetto

Deve essere descritta la sequenza di evoluzione dell'incendio, a **partire dall'evento iniziatore** per un intervallo di **tempo** che dipende dai seguenti **obiettivi di sicurezza**:

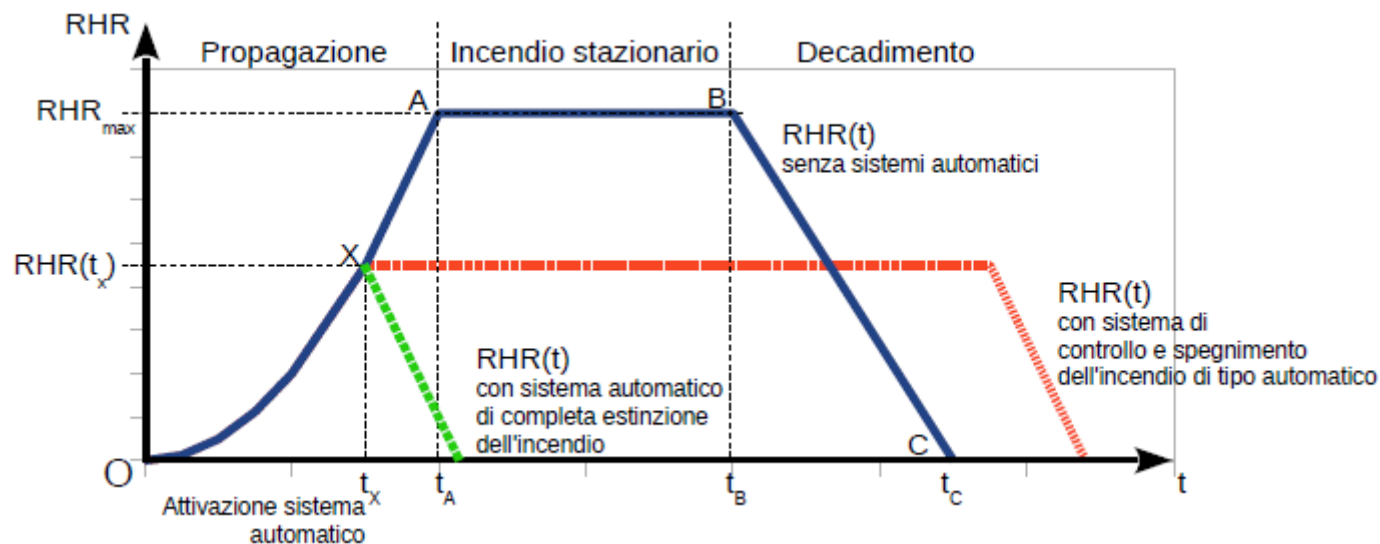
Salvaguardia della vita: fino a quando tutti gli occupanti **raggiungono un luogo sicuro** (*valutando il mantenimento della capacità portante se è prossimo o interno alla costruzione*).

Mantenimento della capacità portante: fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli **effetti dell'incendio** sono **ritenuti non significativi** in termini di variazione temporale di sollecitazione e spostamenti.

Stima della curva RHR

La definizione quantitativa delle fasi dell'incendio si riferisce alla seguente curva qualitativa. La metodologia può essere utilizzata per:

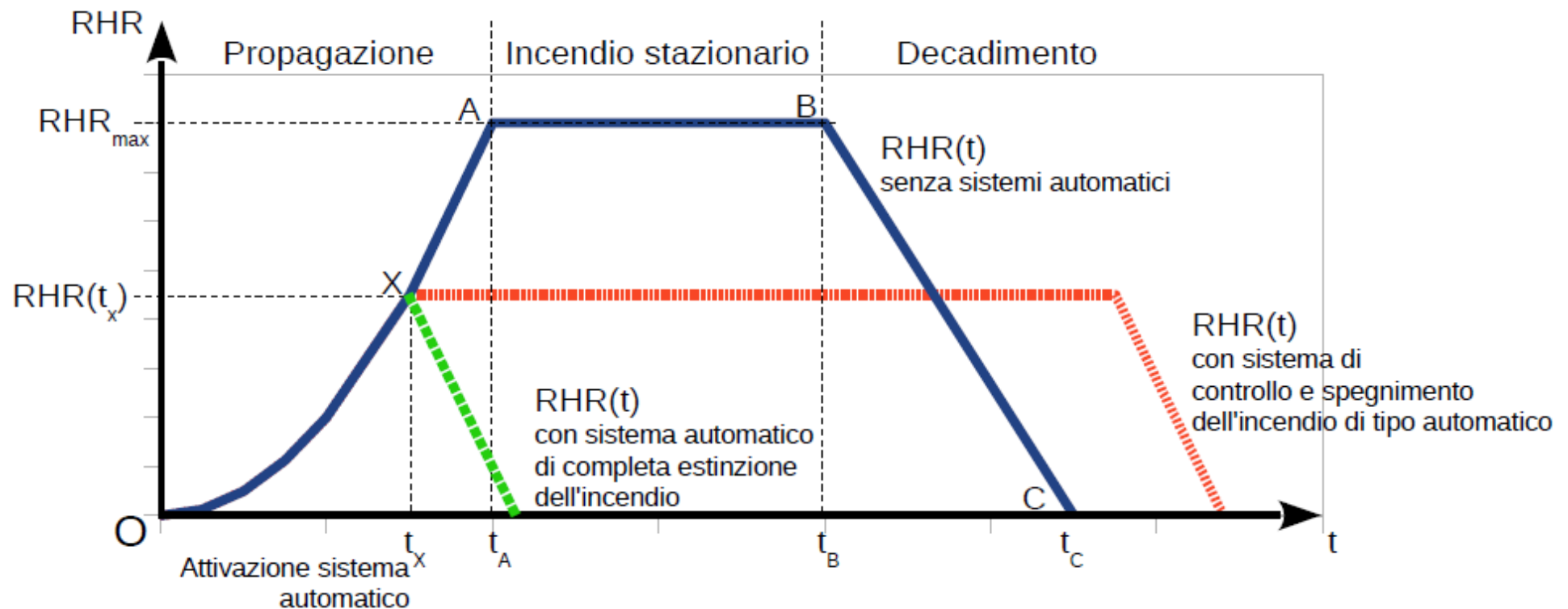
- Costruire **curve naturali** per valutare la capacità portante delle opere da costruzione;
- Valutare la portata di fumo per la progettazione dei SEFC.



Curva RHR

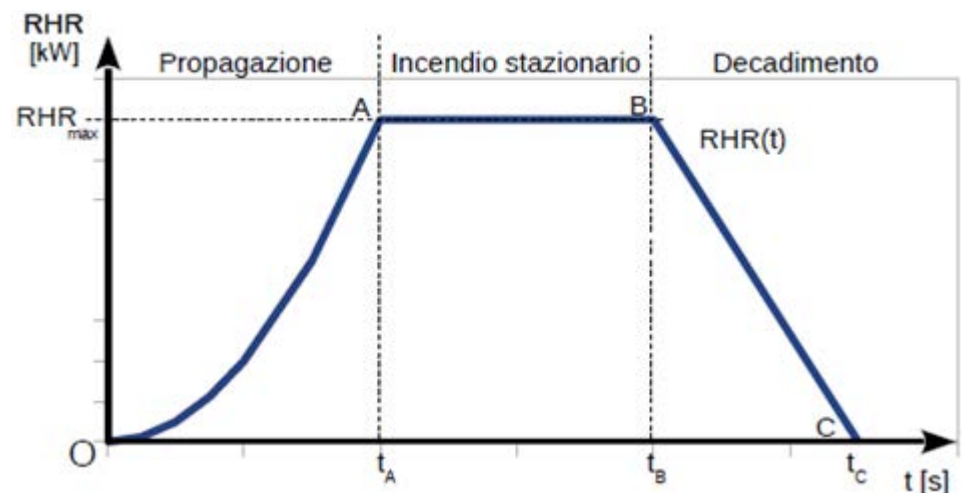
Fasi dell'incendio:

Propagazione - Incendio stazionario - Decadimento



La curva **RHR** è una **schematizzazione semplificata** dell'**incendio naturale**, con l'individuazione di **3 fasi**:

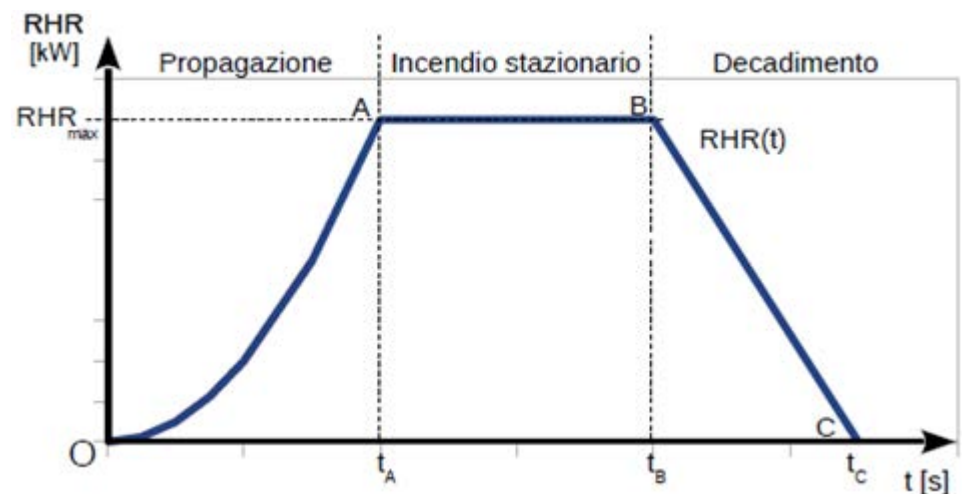
- **iniziale** (*quadratica*),
- **intermedia** (*costante*)
- **finale** (*lineare*).



La curva è associata non solo al **carico di incendio**, ma anche alla **dinamica della combustione** (*incendio lento, veloce, ...*).

L'area sottesa dalla curva RHR (*in ascissa il tempo [s] e in ordinata la potenza termica [KW] = [kJ s⁻¹]*) rappresenta il **carico d'incendio [kJ]**, l'energia disponibile per essere rilasciata.

Prima fase (pre-flashover): dipende dalla velocità di combustione e dal quantitativo di combustibile (*energia*) disponibile. Si ha una **crescita quadratica**, con pendenza (*velocità*) in funzione del materiale e sue condizioni fisiche.

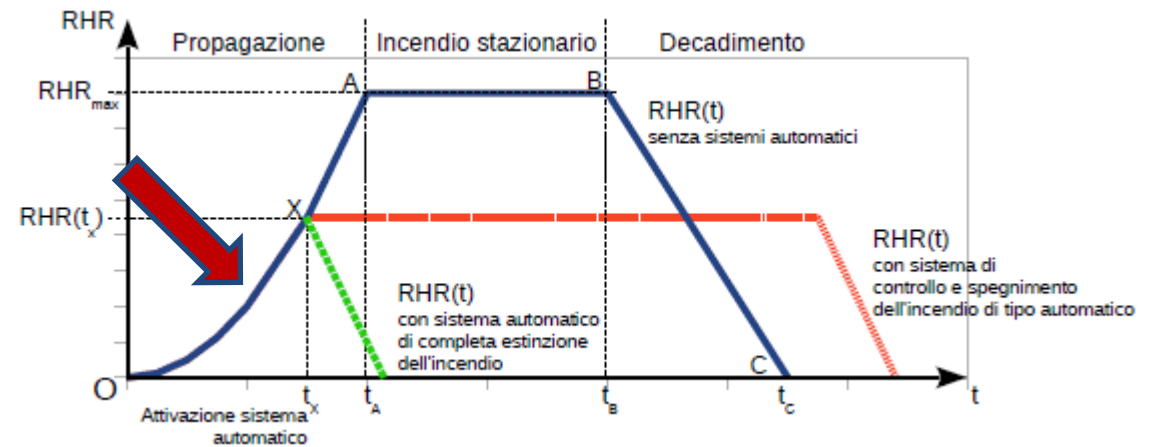


Seconda fase: In ambiente chiuso si raggiunge, dopo un certo t , una temperatura tale da provocare l'incendio di tutti i materiali; il fattore determinante diventa la ventilazione e il materiale che può bruciare dipende solo dalla ventilazione disponibile. Si ha un **diagramma orizzontale**, con RHR_{max} limitato dalla ventilazione;

Terza fase: lineare, rappresenta il progressivo spegnimento.

FASE DI PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO (*Prima fase*)

Durante la fase di propagazione, la potenza termica rilasciata dall'incendio nel tempo può essere rappresentata da $RHR = at^2$.



$$RHR(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_{\alpha}} \right)^2 \quad \text{per } t < t_A$$

$RHR(t)$: potenza termica rilasciata dall'incendio [kW]

t : tempo [s]

t_{α} : tempo affinché RHR raggiunga 1000 kW [s]
(come da tabella seguente)

δ_α : CARATTERISTICHE DELL'INCENDIO

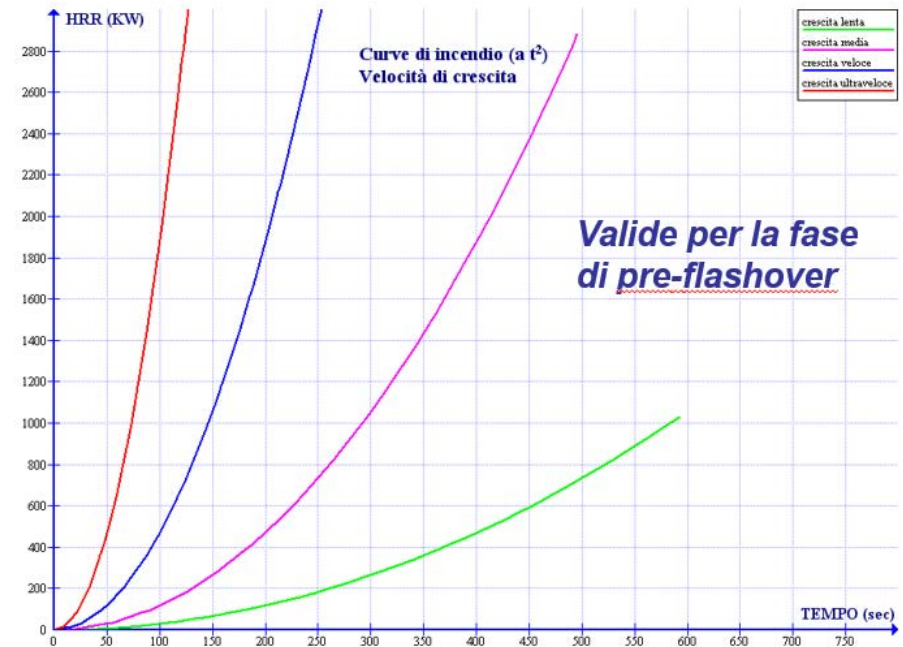


1) Lenta ($t_\alpha=600$ s)	<i>(Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo ...)</i>
2) Media ($t_\alpha=300$ s)	<i>(Scatole di cartone impilate, libri su scaffale, mobilio in legno ...)</i>
3) Rapida ($t_\alpha=150$ s)	<i>(Materiali plastici impilati ...)</i>
4) Ultra-rapida ($t_\alpha=75$ s)	<i>(Liquidi infiammabili, materiali plastici cellulari o espansi ...)</i>
- t_α :** *Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio, è il tempo per raggiungere il tasso di rilascio termico = 1 MW.*

$$\text{RHR}(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_\alpha} \right)^2 \quad \text{per } t < t_A$$

Crescita parabolica (quadratica)

$$\text{RHR}(t) = a t^2 \quad \text{con } a = \frac{1000}{t_\alpha^2}$$



$$t_\alpha = 600 \text{ s} \quad (S - \text{Slow})$$

$$\Rightarrow \text{RHR}(t) = 0,0028 t^2$$

$$t_\alpha = 300 \text{ s} \quad (M - \text{Medium})$$

$$\Rightarrow \text{RHR}(t) = 0,0111 t^2$$

$$t_\alpha = 150 \text{ s} \quad (F - \text{Fast})$$

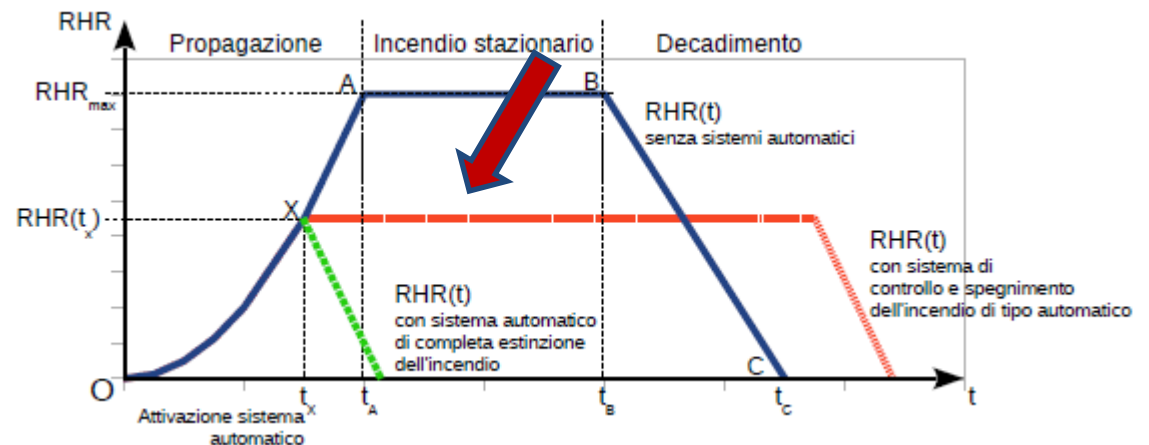
$$\Rightarrow \text{RHR}(t) = 0,0444 t^2$$

$$t_\alpha = 75 \text{ s} \quad (UF - \text{Ultra Fast})$$

$$\Rightarrow \text{RHR}(t) = 0,1778 t^2$$

Effetto dei sistemi automatici di controllo dell'incendio

Con **sistemi di controllo dell'incendio automatici** (es. *sprinkler*), $RHR(t)$ non raggiunge RHR_{max} , che poteva raggiungere in base a combustibile e ambiente.



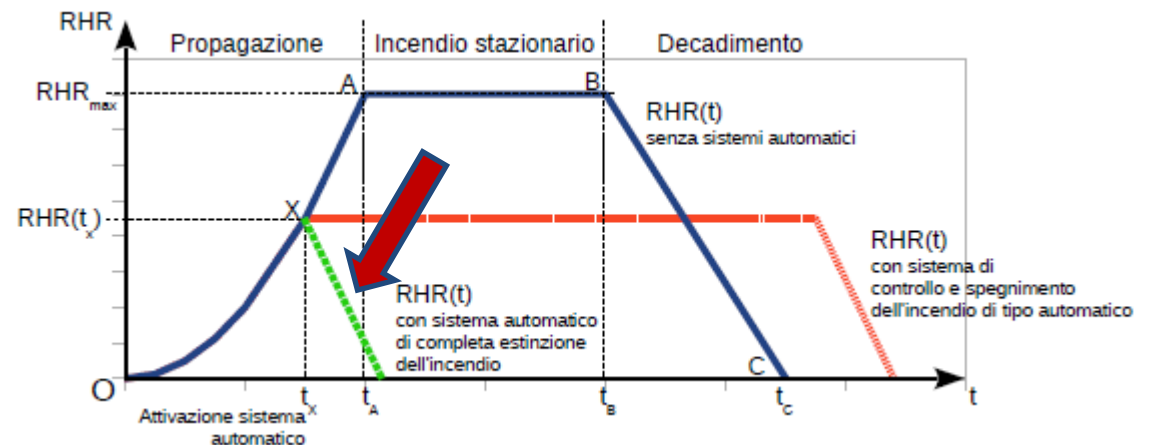
RHR può essere assunto **costante**, pari a $RHR(t_x)$ **raggiunto all'istante t_x** di entrata in funzione dell'impianto.

Il valore permane per un tempo pari alla durata di alimentazione prevista, entro cui si presume che l'incendio controllato venga estinto con l'intervento manuale.



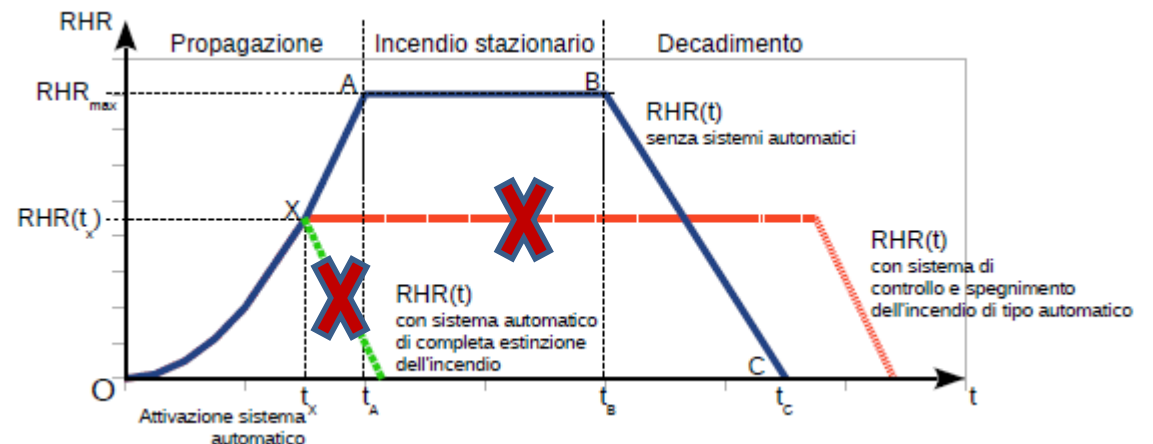
Effetto dei sistemi automatici di controllo dell'incendio

Se nell'attività sono previsti **sistemi automatici di estinzione completa** dell'incendio (es. *sprinkler ESFR - early suppression fast response, water mist, ecc.*), il loro effetto deve essere **valutato caso per caso** in relazione alla loro efficacia ed all'affidabilità di funzionamento.



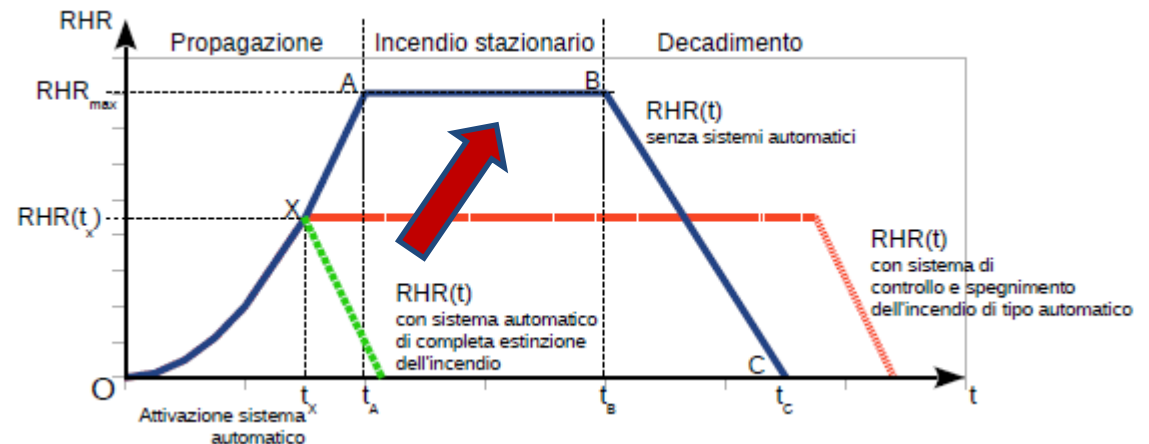
Effetto dell'intervento manuale di controllo dell'incendio

A differenza dell'attivazione dei sistemi automatici, **l'intervento manuale** effettuato dalle squadre antincendio **non può essere considerato** in fase progettuale **ai fini della modifica** dell'andamento della curva $RHR(t)$.



FASE DELL'INCENDIO STAZIONARIO (*Seconda fase*)

Si ipotizza **che anche dopo il flashover la curva cresca proporzionalmente a t^2** fino al tempo t_A che corrisponde alla massima potenza RHR_{max} rilasciata nel compartimento.



Il Codice dà indicazioni per **determinare RHR_{max}** in casi d'incendio:

- **Controllato dal combustibile** (*all'aperto o in edifici con elevata superficie di ventilazione*). $RHR_{max} = RHR_f A_f$
- **Limitato dal valore della superficie di ventilazione** (*in edifici con superficie di ventilazione ordinaria*). $RHR_{max} = 0,10 m H_u A_v v h_{eq}$

Determinazione di HRR_f

HRR_f massimo tasso di rilascio termico prodotto da 1 m² di incendio nel caso di combustione controllata dal combustibile.

Un riferimento è, in **ambito civile**, la tab. E5 dell'Eurocodice EN 1991-1-2.

In **ambito industriale** si può far riferimento a valori diversi in base a sperimentazioni.

Table E.5 — Fire growth rate and RHR_f for different occupancies

Max Rate of heat release RHR_f			
Occupancy	Fire growth rate	t_α [s]	RHR_f [kW/m ²]
Dwelling	Medium	300	250
Hospital (room)	Medium	300	250
Hotel (room)	Medium	300	250
Library	Fast	150	500
Office	Medium	300	250
Classroom of a school	Medium	300	250
Shopping centre	Fast	150	250
Theatre (cinema)	Fast	150	500
Transport (public space)	Slow	600	250

Incendio non vincolato o vincolato (dall'ossigeno)

Controllato dal combustibile «NON VINCOLATO»

(all'aperto, in grandi ambienti o edifici con elevata superficie di ventilazione).

La quantità del **combustibile** determina l'entità dell'incendio. C'è sovrabbondanza di ossigeno.



Limitato dalla superficie di ventilazione «VINCOLATO»

(al chiuso, in edifici con ventilazione ordinaria).

È l'**ossigeno** che regola la combustione. Può esservi anche una grande quantità di combustibile, ma non può bruciare adeguatamente perché non c'è ossigeno sufficiente.

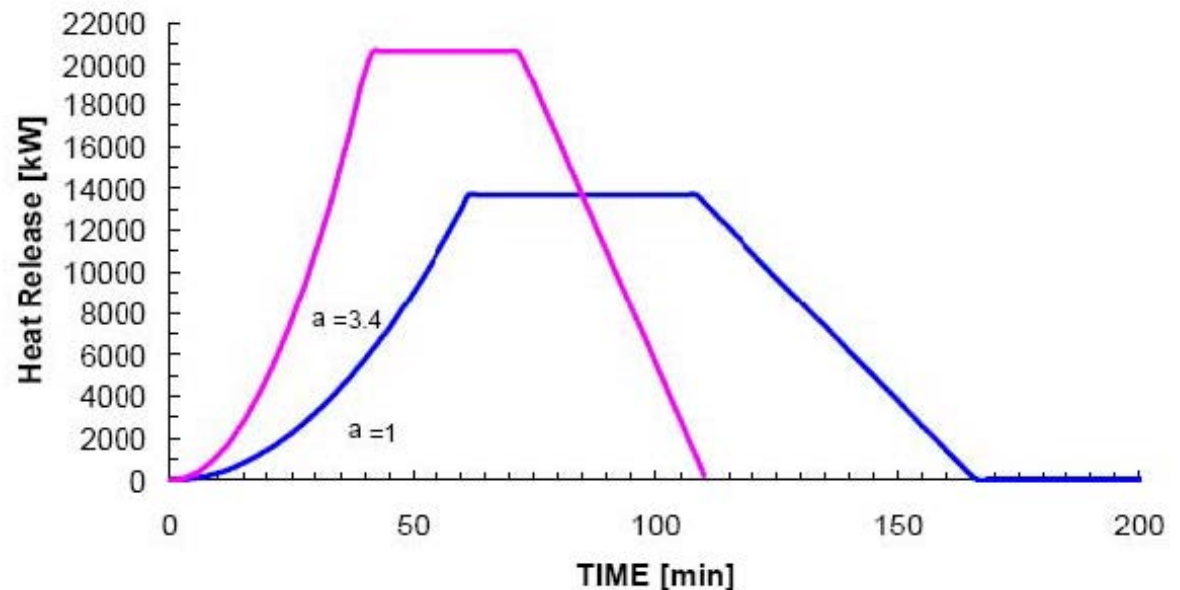


Curve teoriche HRR

HRR [W] è la quantità di energia rilasciata nell'unità di tempo.

L'area del diagramma rappresenta l'energia complessivamente emessa durante l'incendio.

Nella fase di decadimento il decremento della temperatura è pari a circa $10^{\circ}\text{C} / \text{min}$.



Fase iniziale di crescita: 10% - 30%

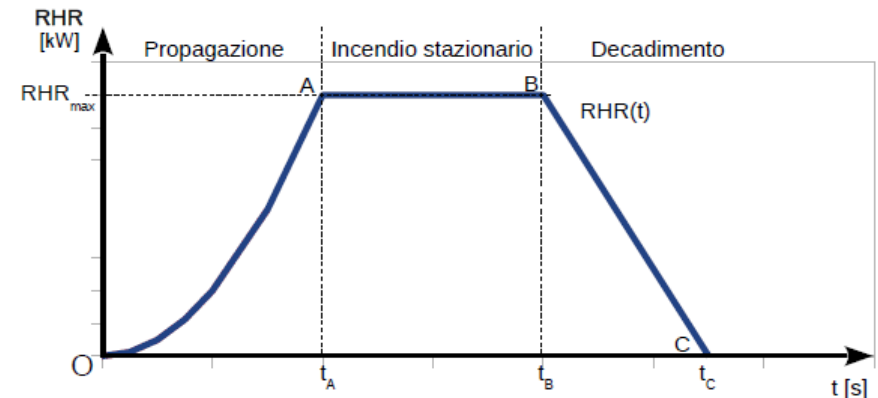
Fase di pieno sviluppo: 40% - 60%

Fase di decadimento: 20% - 30%.

Fase dell'incendio stazionario

Noto il valore di RHR_{max} si calcola t_A di inizio fase d'incendio stazionario.

$$t_A = \sqrt{RHR_{max} \frac{t_a^2}{1000}}$$



Questa termina a t_B , (inizio fase decadimento) ove il 70% dell'energia termica disponibile $q_f \cdot A_f$ è stata rilasciata.

q_f : carico d'incendio specifico

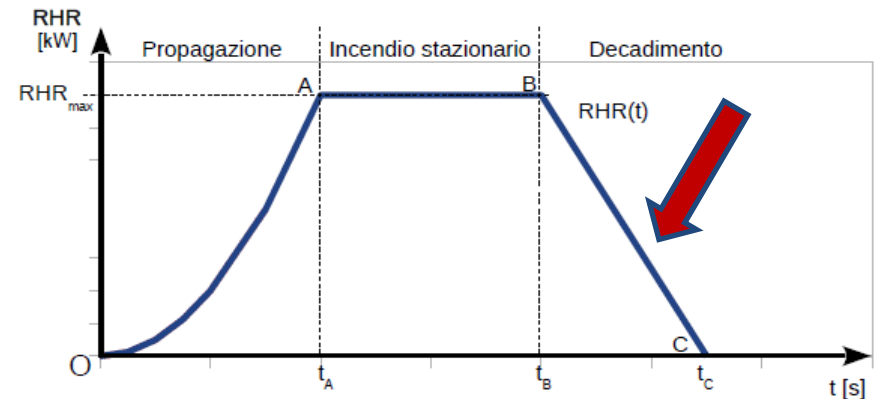
A_f : superficie lorda del compartimento

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A}$$

Il Codice fornisce indicazioni per determinare t_B .

FASE DI DECADIMENTO (Terza fase)

Il tempo t_c , trascorso il quale la potenza termica rilasciata dall'incendio si annulla, viene calcolato considerando che nella fase di decadimento e consumato il restante 30% dell'energia termica inizialmente disponibile.



$$t_c = t_B + \frac{2 \cdot 30\% q_f A_f}{RHR_{max}}$$

ANALISI QUANTITATIVA (II FASE)

Si compone di alcune sotto-fasi necessarie per effettuare le verifiche di sicurezza degli scenari individuati nella fase preliminare.



1. [Elaborazione delle soluzioni progettuali](#)
2. [Valutazione delle soluzioni progettuali](#)
3. [Selezione delle soluzioni progettuali idonee](#)

ELABORAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Il professionista antincendio elabora una o più soluzioni progettuali per l'attività, **congruenti con le finalità** già **definite** al paragrafo «**Definizione del progetto**» della **I fase**, da sottoporre alla successiva verifica di soddisfacimento degli obiettivi di sicurezza antincendio.



VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Il professionista antincendio **calcola gli effetti** dei singoli scenari per ogni soluzione progettuale elaborata nella fase precedente.



Sono impiegati **modelli di calcolo** analitici o numerici, i cui risultati quantitativi consentono di descrivere l'evoluzione dell'incendio e gli effetti su strutture, occupanti, ambiente.

La **modellazione** è di norma **onerosa** per risorse e tempo.

Ottenuti i risultati, si **verifica** il rispetto delle **soglie di prestazione** per le soluzioni progettuali per ciascuno scenario di progetto.

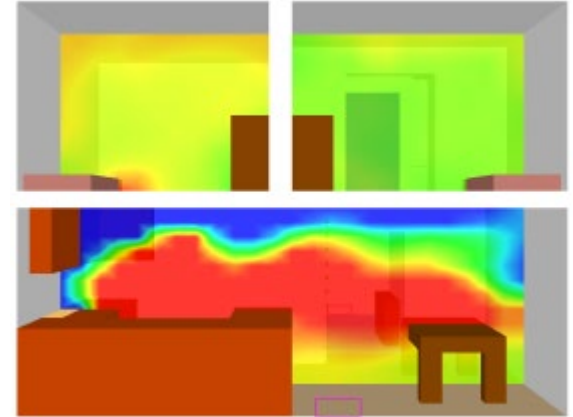
SELEZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI IDONEE

Il professionista antincendio **seleziona la soluzione** progettuale finale **tra quelle che sono state verificate positivamente** rispetto agli scenari di incendio di progetto.



CRITERI DI SCELTA E D'USO DI MODELLI E CODICI DI CALCOLO

Il prof. antincendio può **optare tra i modelli di calcolo disponibili** e deve possedere particolare **competenza** e conoscenza di fondamentali teorici e di dinamica dell'incendio.



Nella relazione tecnica è specificato:

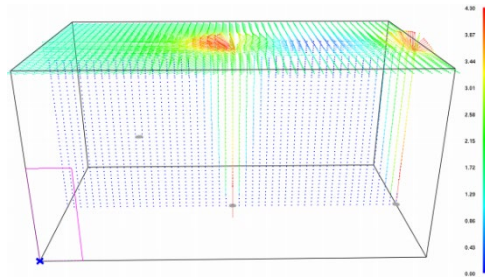
- **tipo di codice** adottato, autori, versione, documentazione, ...;
- **criterio di scelta** del modello di calcolo impiegato.

Deve essere indicato che il codice di calcolo è:

- **impiegato nel suo campo di applicazione;**
- **validato** per applicazioni analoghe.

MODELLI PIÙ FREQUENTEMENTE UTILIZZATI

- **Modelli analitici;**
- **Modelli numerici:**
 - *simulazione incendio **a zone** per ambienti confinati (CFAST, OZone).*
 - *simulazione incendio **di campo** (CFX, FDS, Fluent).*
 - *simulazione dell'**esodo** (FDS+EVAC).*
 - *analisi **termostrutturale** (Abaqus, Adina, Ansys, Diana, Safir, Strauss).*



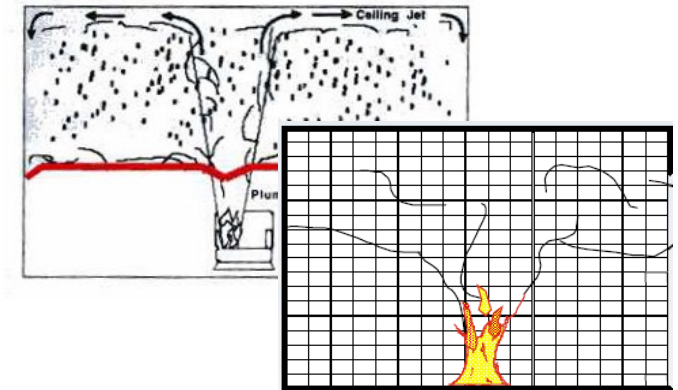
Nel **campo di applicazione**, i **modelli analitici** garantiscono stime accurate di effetti dell'incendio (*es. tempo di flashover*).

Per **analisi più complesse** con interazioni dipendenti dal tempo di più processi fisici e chimici si ricorre a **modelli numerici**.

USO CONTEMPORANEO DI PIÙ TIPOLOGIE DI MODELLI

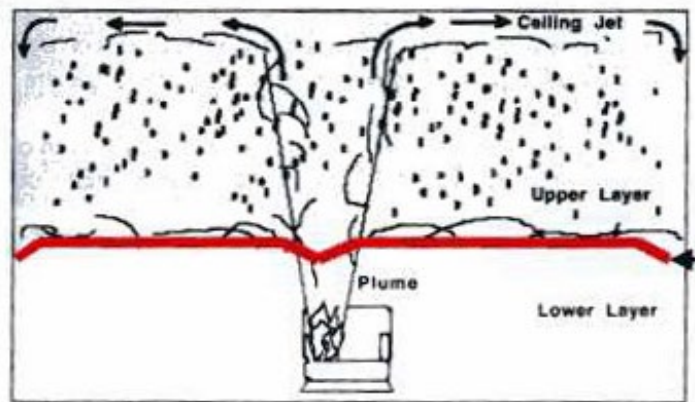
Si possono utilizzare:

- **Modelli a zone** per valutare preliminarmente le condizioni di maggiore criticità, per poi approfondire con **modelli di campo**.
- **Modelli specifici**, es. per la valutazione del tempo di attivazione di un impianto, per poi inserire i dati in **modelli di campo**.

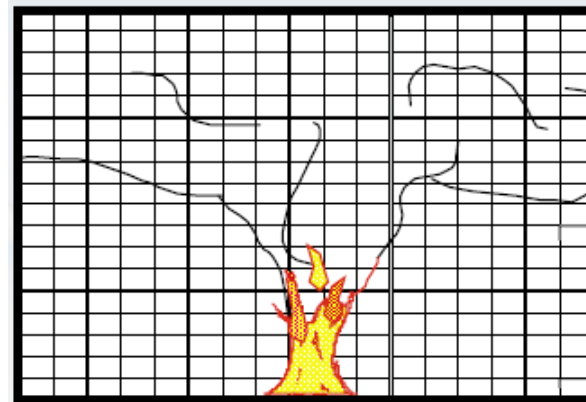


MODELLI A ZONE E MODELLI DI CAMPO

Sono basati sui principi della chimica e fisica dell'incendio (*conservazione della massa, dell'energia e della quantità di moto*).



*Modello a zone
(Geometrie semplici)*

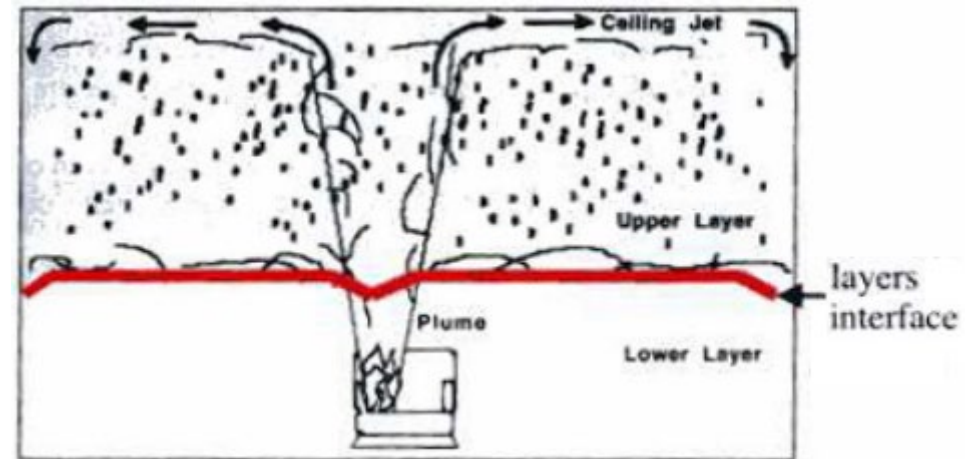


*Modello di campo
(Geometrie complesse)*

MODELLI A ZONE [1/6]

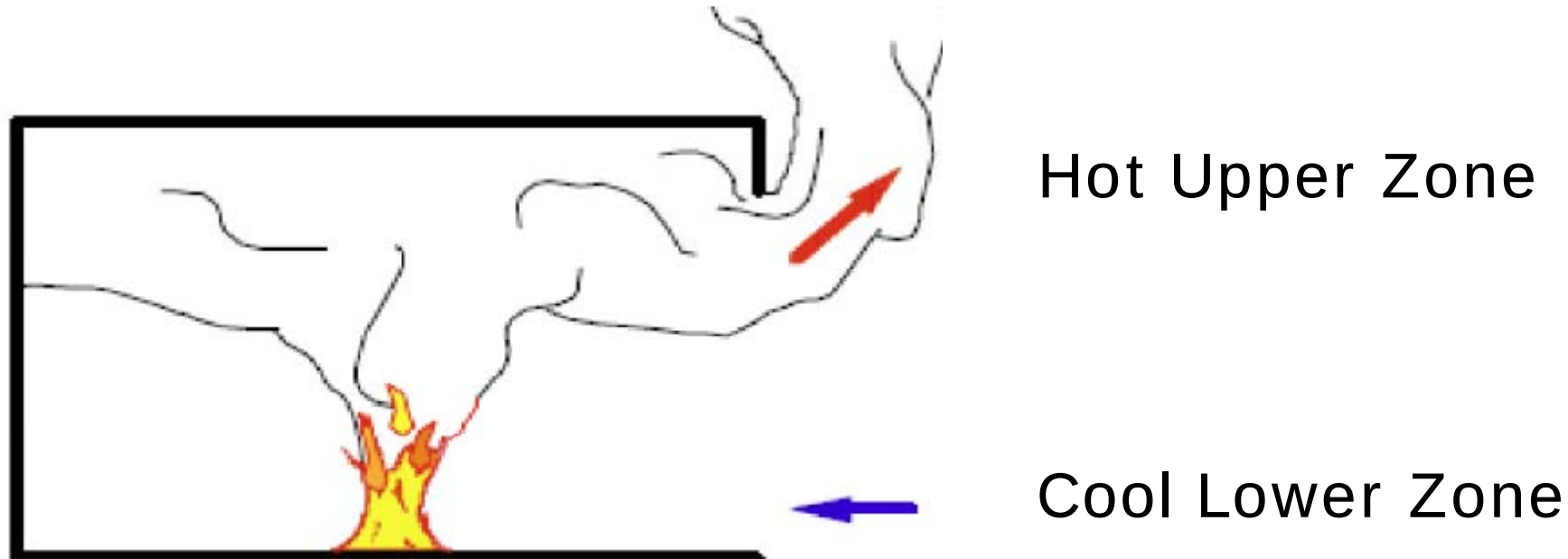
Un modello a zone simula la dinamica di un incendio in ambiente confinato, risolvendo le equazioni di conservazione di massa e energia relativamente ad un **numero basso di zone macroscopiche**.

(di norma **2 zone omogenee**)



- ✓ **Zona superiore:** dove sono presenti i prodotti della combustione (*fumi e gas caldi*).
- ✓ **Zona inferiore:** libera da fumo e più fresca di quella superiore.

MODELLI A ZONE [2/6]



- **Ambiente confinato.**
- **Numero finito di macroregioni** (di solito 2).
All'interno di ciascun volume temperatura e altre proprietà sono *spazialmente uniformi ma variabili nel tempo*;
- **Trascurati modello di turbolenza e di combustione.**

MODELLI A ZONE [3/6]

Il rapporto di altezza tra le 2 zone cambia con lo sviluppo dell'incendio.

I modelli a zone **stimano** in funzione del tempo:

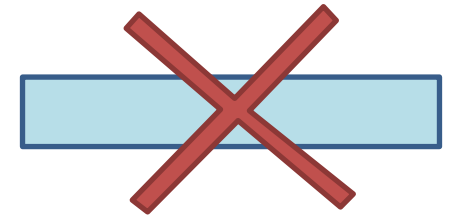
- **temperature** (medie) dello strato inferiore e superiore;
- posizione dell'**interfaccia** tra le zone;
- concentrazione di **ossigeno**;
- concentrazione di **ossido di carbonio**;
- **visibilità**;
- **flusso** in entrata e uscita **da aperture** verso l'esterno o altri locali.

MODELLI A ZONE [4/6]

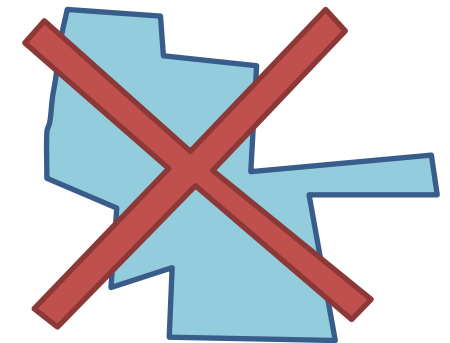
Si applicano, in genere, ad **ambienti con geometria semplice** (*regolare e compatta*), anche se collegati tra di loro e con aperture.



Non idonei per **ambienti stretti e lunghi** poiché non è soddisfatta l'ipotesi di uniformità spaziale delle proprietà termodinamiche in ciascuna zona.



Non idonei per **sistemi complessi** poiché non dotati di modello di combustione e di turbolenza, fenomeni che possono condizionare scambi termici convettivi e radianti, propagazione di fumi e gas, interazione fluidodinamica con le pareti.



MODELLI A ZONE [5/6]

I **dati di input** sono **molto di meno** rispetto ai modelli di campo.

Sono necessari **dati sulla geometria** del compartimento e sulla tipologia delle aperture (interne ed esterne).

È necessaria la **conoscenza delle proprietà termiche delle pareti di confine** del compartimento per stimare la dispersione del calore attraverso muri, soffitto, solai, ecc.

Devono essere forniti, come **input**, caratteristiche del focolaio iniziale (**HRR**), degli oggetti nell'ambiente e degli eventuali «target».

MODELLI A ZONE [6/6]

Esempi di modelli di zona validati in ambito scientifico:

– **CFAST** (Nist - <https://www.nist.gov>)

The Consolidated Model of Fire and Smoke Transport, CFAST, is a computer program that fire investigators, safety officials, engineers, architects and builders can use to simulate the impact of past or potential fires and smoke in a specific building environment. CFAST is a two-zone fire model used to calculate the evolving distribution of smoke, fire gases and temperature throughout compartments of a building during a fire.

– **OZone** (Université de Liège - <https://www.uee.uliege.be>).

Le logiciel OZone V2 calcule l'évolution de la température du gaz dans un compartiment sous le feu et évalue la résistance au feu des éléments en acier simples soumis à ces feux de compartiment. Elle est basée sur une description à 1 ou 2 zones de la situation, avec un passage automatique de 2 vers 1 situation de la zone dans certaines circonstances.



Search NIST 

≡ NIST MENU

Engineering Laboratory

FIRE RESEARCH DIVISION**Groups** **Product & Services** **Consolidated Fire and Smoke Transport Model (CFAST)**

Fire Dynamics Simulator (FDS) and Smokeview

Fire Research Grants Program

Fire on the Web

Fire.Gov for the Fire Service

NIST Technical Note 1483

Next Generation Fire Suppression Technology

CFAST, Fire Growth and Smoke Transport Modeling  

The Consolidated Model of Fire and Smoke Transport, CFAST, is a computer program that fire investigators, safety officials, engineers, architects and builders can use to simulate the impact of past or potential fires and smoke in a specific building environment. CFAST is a two-zone fire model used to calculate the evolving distribution of smoke, fire gases and temperature throughout compartments of a building during a fire.

The latest version of the software is designed to work with Windows and has been tested with Windows 7 and Windows 10. The CFAST package includes NIST's Smokeview program, which visualizes with colored, three-dimensional animations the results of the CFAST simulation of a specific fire's temperatures, various gas concentrations and growth and movement of smoke layers across multi-room structures.

UNIVERSITÉ DE LIÈGE



FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES
UEE
Urban & Environmental Engineering



 UEE Recherche Enseignement **Innovation et business** Membres Contacts



Accueil UEE / Innovation et business / Logiciels

OZone V2

Description

Le logiciel OZone V2 calcule l'évolution de la température du gaz dans un compartiment sous le feu et évalue la résistance au feu des éléments en acier simples soumis à ces feux de compartiment. Elle est basée sur une description à 1 ou 2 zones de la situation, avec un passage automatique de 2 vers 1 situation de la zone dans certaines circonstances.

Communauté des utilisateurs

Le logiciel est disponible en téléchargement pour le grand public. Il vous suffit d'en faire la demande par mail à [Jean-Marc Franssen](mailto:Jean-Marc.Franssen@univ-liege.be).

Télécharger

Le logiciel OZONE peut être téléchargé [via le lien suivant](#).

La description technique et les validations de OZone sont pour leur part décrite dans la thèse de doctorat de J-F. Cadorin.

> Projets industriels et prestations

> Laboratoires

> Logiciels

> Partenaires industriels

> Collaborateurs scientifiques

> CERES

> CERES - Archives et conférences passées

> CERES - Un peu d'histoire

MODELLI DI CAMPO [1/3]

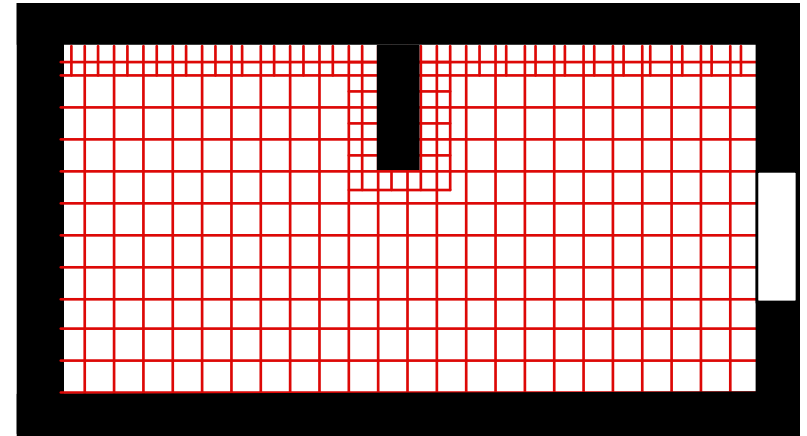
Rappresentano l'ambiente nel modo più adeguato alle necessità.

Stimano l'incendio per via numerica, dividendo lo spazio in un numero elevato di **celle, risolvendo le equazioni**

di conservazione di massa, energia, ecc. all'interno di ciascuno di essi, attraverso i **metodi degli elementi finiti**.

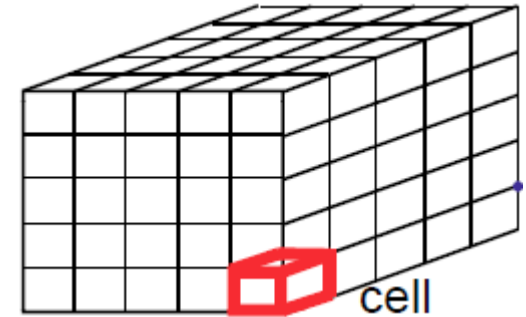
Con la definizione di **celle** tridimensionali, si **possono studiare geometrie diverse e più complesse** dei semplici parallelepipedo, considerando la **presenza di elementi architettonici particolari**.

I risultati sono molto **più dettagliati dei modelli a zone**.



MODELLI DI CAMPO [2/3]

Per risultati accurati le **celle** devono essere di **dimensioni ridotte** (35 - 50 cm) e **molto numerose** (alcune centinaia di migliaia).



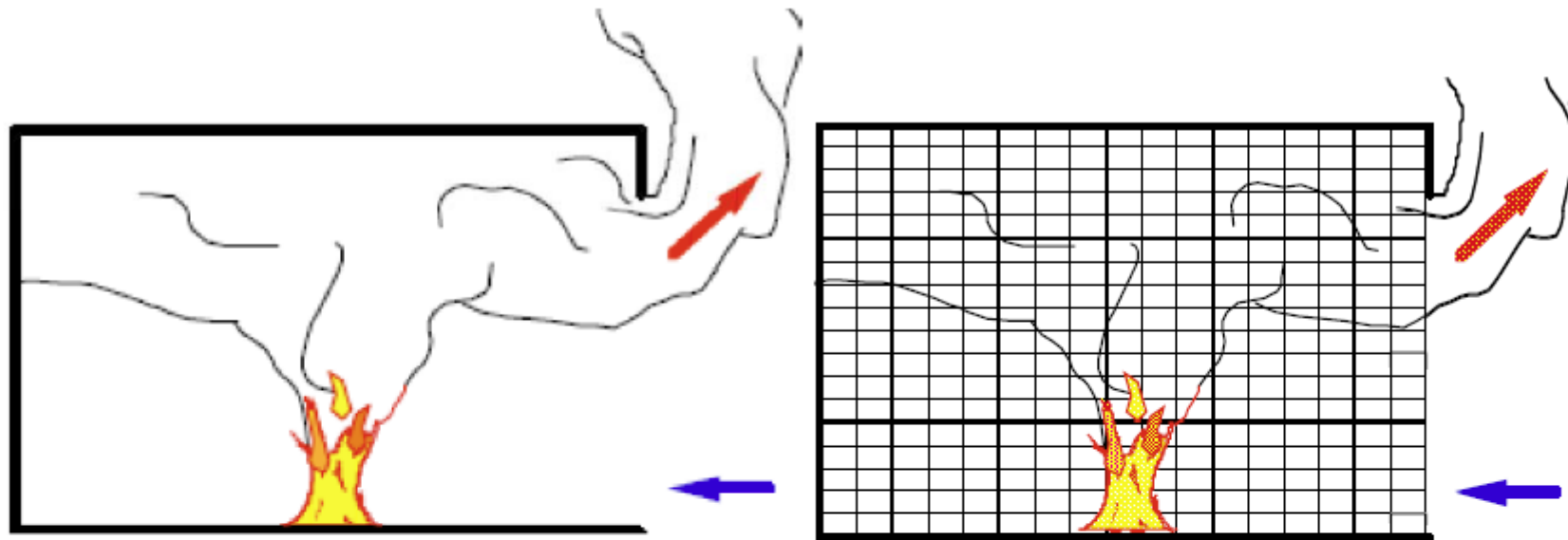
Forniscono i **valori di tutte le variabili calcolate in ciascuna cella** del dominio (*concentrazioni di specie chimiche, distribuzione temperature, pressioni, velocità di gas e fumi, visibilità*).

Possono simulare anche spazi non compartimentati, come plume (*pennacchio di fiamme e gas caldi*) e camini.

Richiedono **molto tempo di calcolo**.

Utili se altri modelli forniscono soluzioni troppo **conservative**.

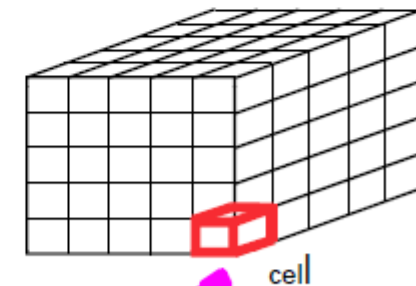
MODELLI DI CAMPO [3/3]



SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO IN UN MODELLO DI CAMPO

SUDDIVISIONE DOMINIO FISICO DELLA SIMULAZIONE IN CELLE TRIDIMENSIONALI (*computational grid*)

DISCRETIZZAZIONE EQUAZIONI DIFFERENZIALI ALLE DERIVATE PARZIALI CHE MODELLANO I FLUSSI TURBOLENTI DI UN FLUIDO



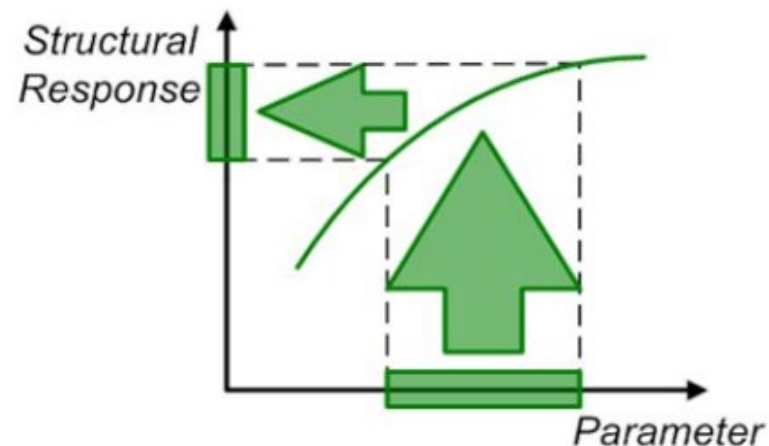
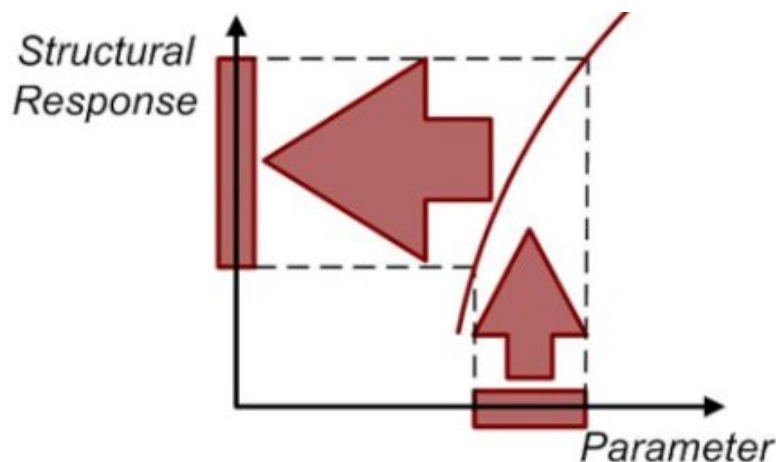
Slide tratta da presentazioni predisposte dalla Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza Tecnica

ANALISI DI SENSIBILITÀ [1/3]

Per i parametri di input più rilevanti è svolta l'**analisi di sensibilità** dei risultati alla variazione del parametro di input.

Ad es., i **risultati non** devono essere significativamente **dipendenti** dalle **dimensioni** della **griglia** di calcolo;

O anche, **piccole variazioni** dei dati di **input non** devono generare **forti cambiamenti nell'output**.



ANALISI DI SENSIBILITÀ [2/3]

Il Codice sottolinea la necessità di eseguire l'**analisi di sensibilità** dei risultati in dipendenza della variazione dei parametri di input.

I **risultati non** devono risultare significativamente **dipendenti** dalle **dimensioni della griglia** di calcolo.

La **dimensione media della cella** di discretizzazione (*computational grid*), è legata al **diametro caratteristico del fuoco**, parametro indicativo della bontà della risoluzione di griglia, secondo:

$$D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}}$$

D^* : diametro caratteristico del fuoco;

$\dot{Q}$: heat release rate totale, kW;

ρ_{∞} : densità a temperatura ambiente, kg/m³;

c_{∞} : calore specifico del gas, kJ/kgK;

T_{∞} : temperatura ambiente, K

ANALISI DI SENSIBILITÀ [3/3]

L'accuratezza di risoluzione è evidenziata dal rapporto (D^*/δ) , cioè dalla potenza termica rilasciata e dalla **dimensione della cella di discretizzazione**.

In letteratura si consiglia di adottare un valore di δ come segue e di eseguire l'analisi di sensibilità in tale range di valori.

$$0.10 D^* < \delta < 0.4 D^*$$

Per quanto concerne la **verifica della convergenza** dei calcoli, è importante verificare che il calcolo **converga con una rapidità accettabile**, per **evitare risultati inaffidabili**.

SALVAGUARDIA DELLA VITA CON LA PROGETTAZIONE PRESTAZIONALE

Lo studio dell'**esodo** è molto **complesso** in quanto governato **dall'interazione** dell'**occupante** con l'**edificio** e l'**incendio**.

Le regole tecniche di prevenzione incendi trattano l'esodo in funzione di elementi fisico-geometrici (*layout, moduli d'uscita, ...*), **trascurando le componenti comportamentali** e le modalità con cui le persone prendono decisioni, percepiscono i rischi, ecc.

La **progettazione prestazionale dell'esodo** tiene conto degli aspetti **comportamentali, fisico-geometrici** (*layout, sistema d'esodo, ecc.*) e **ambientali** (*presenza degli effetti avversi dell'incendio*).

PROGETTAZIONE PRESTAZIONALE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VITA

Criterio ideale

La progettazione ideale dovrebbe assicurare agli occupanti di **raggiungere** un **luogo sicuro** senza neanche accorgersi degli effetti dell'incendio.

Non sempre è applicabile, in particolare per gli occupanti che si trovano nel compartimento di primo innesco dell'incendio.

Criterio di $ASET > RSET$

Il **tempo disponibile** per l'esodo deve essere **maggiore** del **tempo richiesto** per l'esodo.

Criterio di $ASET > RSET$

Definizioni

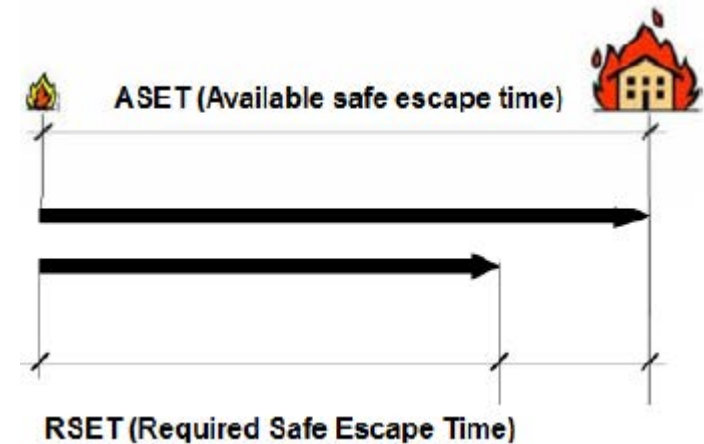
ASET (*available safe escape time*): tempo tra innesco e quando le condizioni diventano tali da rendere occupanti incapaci di salvarsi. Comporta la valutazione quantitativa degli **effetti dell'incendio** (*esposizione a gas tossici asfissianti e irritanti, perdita di visibilità per fumi, esposizione al calore per irraggiamento e convezione*).

RSET (*required safe escape time*): tempo tra innesco e momento in cui gli occupanti raggiungono un luogo sicuro.

Il **calcolo**, dipendendo dalle interazioni tra incendio, edificio e occupanti, è **complesso** dovendo considerare anche **situazioni comportamentali** degli occupanti, non facilmente quantificabili.

Criterio di $ASET > RSET$

Il tempo in cui permangono condizioni non incapacitanti per occupanti deve essere superiore al tempo necessario perché possano raggiungere luogo sicuro.



La **differenza tra ASET** (*available safe escape time*) e **RSET** (*required safe escape time*) rappresenta il **margine di sicurezza**.

$$t_{\text{marg}} = ASET - RSET \text{ [s]}$$

Tenuto conto dell'incertezza nel calcolo di ASET e RSET, il professionista antincendio renderà **massimo t_{marg}** in relazione alle ipotesi assunte tra varie soluzioni progettuali.

Margine di sicurezza

A meno di specifiche valutazioni si assume $t_{\text{marg}} \geq 100\% \cdot \text{RSET}$.

In caso di specifiche valutazioni sull'affidabilità dei dati di input impiegati nella progettazione prestazionale, è consentito assumere $t_{\text{marg}} \geq 10\% \cdot \text{RSET}$.

In ogni caso $t_{\text{marg}} \geq 30 \text{ secondi}$.



Confronto tra ASET e RSET

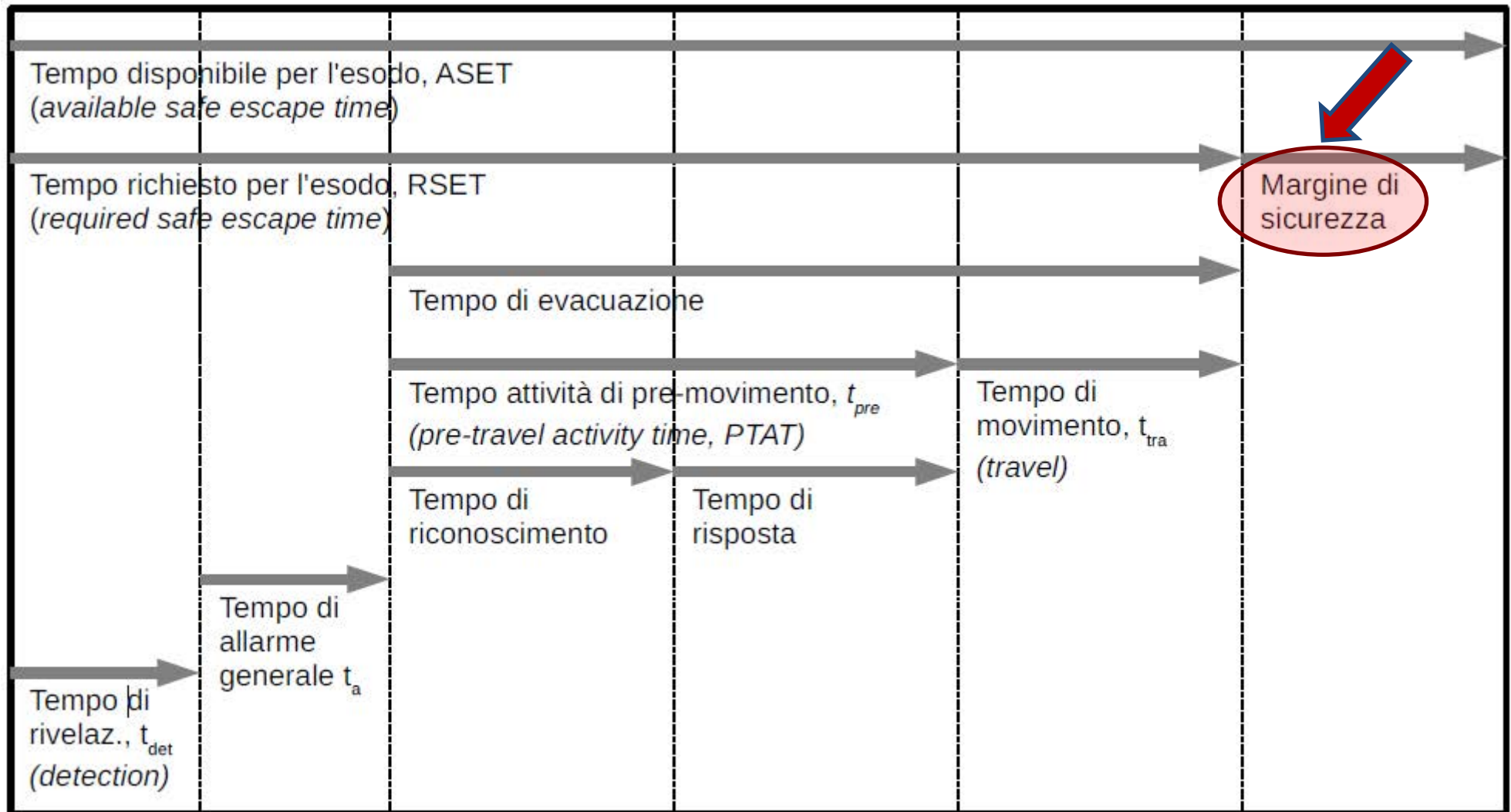
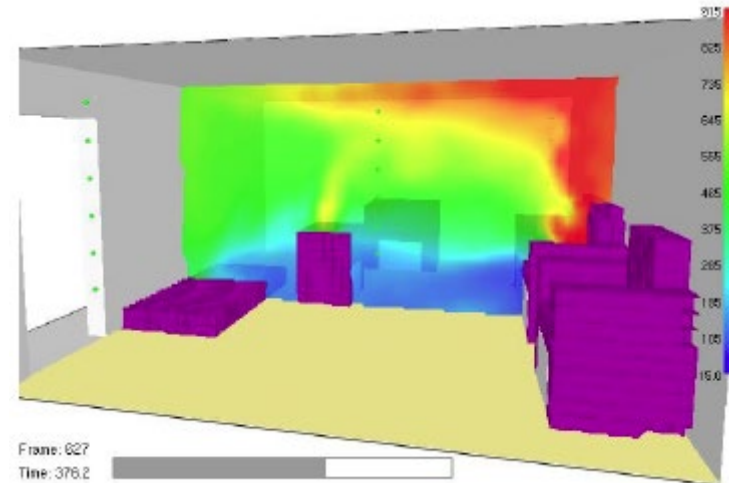


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET

CALCOLO DI ASET (Avalaible safe escape time)

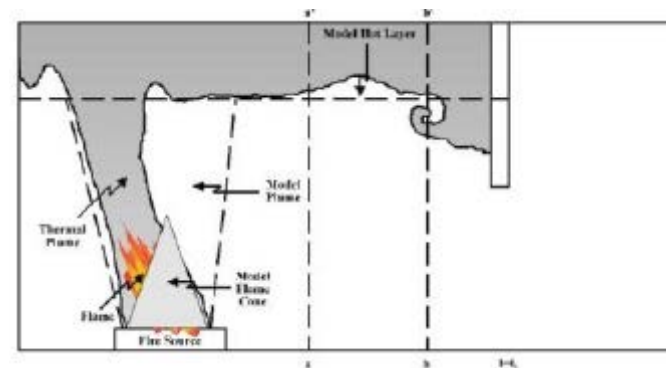
Metodo avanzato

- modello dei gas tossici,
- modello dei gas irritanti,
- modello del calore,
- modello della visibilità.



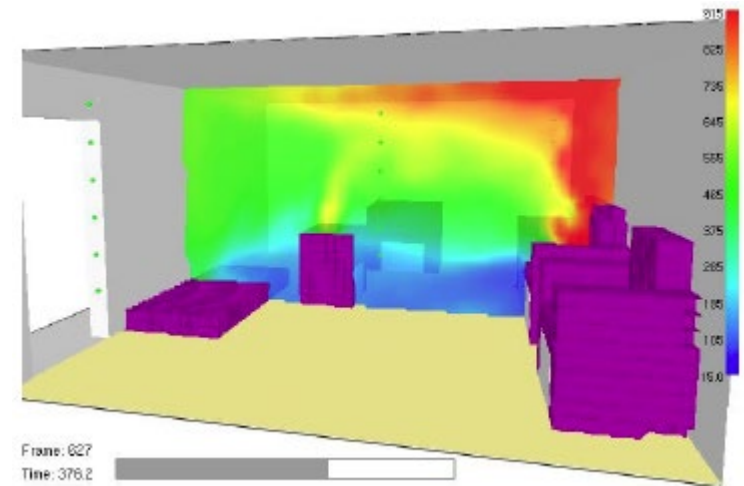
Metodo semplificato

- altezza fumi > 2,00 m
- temperatura fumi < 200 °C



Metodo di calcolo avanzato per ASET

Il calcolo richiede la stima delle concentrazioni di prodotti **tossici**, **temperature**, densità **fumo** e loro variazione nel tempo (*poiché gli occupanti possono muoversi*), in genere elaborata con modelli di calcolo fluidodinamici.



La **norma ISO 13571** è il riferimento più autorevole.

ASET globale è definito come il **minore tra quelli calcolati** secondo i **4 modelli** (*gas tossici, gas irritanti, calore, visibilità*).

Il Codice fornisce indicazioni sull'applicazione di tali modelli.

Modello gas tossici

Il modello impiega il concetto di **dose inalata** (*exposure dose*) e di **FED** (*fractional effective dose*).

exposure dose: dose di un gas tossico presente nell'aria inspirata.



FED: rapporto tra *exposure dose* e *dose incapacitante* del gas tossico (determina effetti incapacitanti su soggetto medio esposto).

Per $FED = 1 \Rightarrow$ il soggetto medio è incapacitato.

Es. dose incapacitante CO = 35000 ppm · min.

Soggetto medio esposto a concentraz. 3500 ppm per 10 min. è incapacitato.

In tal caso FED = 1 e ASET per CO = 10 min.

Modello gas irritanti

Il modello gas irritanti impiega il concetto di **FEC** (*fractional effective concentration*).

FEC: rapporto tra concentrazione di un gas irritante disponibile per inalazione e quella che determina effetti incapacitanti sul soggetto medio esposto.



La verifica del modello gas irritanti **può essere omessa**, se negli scenari di incendio di progetto non siano identificati nel focolare materiali combustibili suscettibili di costituire specifica sorgente di gas irritanti (*es. sostanze o miscele pericolose, cavi elettrici in quantità significative...*).

Modello calore

Per il modello calore irraggiato e convettivo è proposto un approccio, basato sulla FED, simile a quello dei gas tossici.



$$X_{\text{FED}} = \sum_{t1}^{t2} \left(\frac{1}{t_{\text{Irad}}} + \frac{1}{t_{\text{Iconv}}} \right) \Delta t$$

t_{Irad} e t_{Iconv} : tempi di incapacitazione per calore radiante e calore convettivo calcolati con altre relazioni in funzione della condizione di abbigliamento dei soggetti (norma ISO 13571).

Assumendo conservativamente le seguenti soglie di prestazione:

- *irraggiamento sugli occupanti $\leq 2,5 \text{ kW/m}^2$;*
- *temperatura ambiente sugli occupanti $\leq 60^\circ\text{C}$.*

si ha ASET > 30 min. per qualsiasi condizione di abbigliamento.

Modello visibilità

Il modello oscuramento visibilità da fumo è basato sul concetto del **minimo contrasto percettibile** (*minima differenza di luminosità visibile oggetto-sfondo*).



Correlazione tra visibilità (L) e massa volumica fumi (ρ_{smoke}):

$$C = \sigma \rho_{\text{smoke}} L$$

- L visibilità [m]
- C costante adimensionale (*3 per cartellonistica esodo riflettente non illuminata, 8 per cartellonistica retroilluminata*)
- σ coefficiente massico di estinzione luce ($=10 \text{ m}^2/\text{g}$) [m^2/g]
- ρ_{smoke} massa volumica fumi (*smoke aerosol mass concentration*) [g/m^3]

Soglia di prestazione per FED e FEC

FED e FEC = 1 sono associati a effetti incapacitanti dell'esodo su occupanti di media sensibilità agli effetti dell'incendio.



Per **tenere conto delle categorie più deboli** o più sensibili della popolazione, che risulterebbero incapacitate ben prima, si considera ragionevole impiegare il valore **0,1** come *soglia di prestazione* per **FED** e **FEC** (*limitando a 1,1% gli occupanti incapacitati al raggiungimento della soglia secondo ISO 13571*).

Il professionista antincendio dovrà selezionare e giustificare il valore più adatto alla tipologia di popolazione coinvolta.

Metodo di calcolo semplificato per ASET

La ISO/TR 16738 consente di utilizzare l'ipotesi semplificativa della «**esposizione zero**» (*zero exposure*), impiegando seguenti **soglie di prestazione**, molto **conservative**:

- altezza fumi > 2,00 m
- temperatura fumi < 200 °C



Ciò consente l'**esodo in ambiente non inquinato** dai fumi, e un valore dell'**irraggiamento dai fumi** < 2,5 kW/m².

Sono **automaticamente soddisfatti** tutti i **modelli**.

È sufficiente valutare analiticamente o con modelli numerici a zone o di campo l'**altezza dello strato dei fumi pre-flashover** nell'edificio.

Il professionista antincendio deve **accertare il campo di applicabilità**, cioè che si verifichi la **formazione dello strato di fumi caldi superiore**.

CALCOLO DI RSET (Required safe escape time)

Nell'analisi prestazionale dell'esodo **non è facile** valutare l'interazione tra occupante, edificio e incendio, a causa degli **aspetti comportamentali** delle persone.

In genere gli occupanti, anche a seguito di allarmi, percezione di fumo, comunicazioni di altre persone, ecc., impiegano parte del **tempo in attività non** immediatamente **rivolte all'evacuazione**;

Si attiva un processo di validazione continuo di ricezione, riconoscimento, interpretazione e decisione in risposta agli indizi.

Ciò può costituire una **parte non trascurabile del tempo** impiegato per raggiungere un luogo sicuro.

CALCOLO DI RSET

È calcolato **tra l'innesco** dell'incendio e il momento in cui gli occupanti dell'edificio raggiungono un **luogo sicuro**.

RSET è determinato da varie componenti:

- t_{det} : tempo di rivelazione (*detection*)
- t_a : tempo di allarme generale
- t_{pre} : tempo attività di pre-movimento (*pre-travel activity time*)
- t_{tra} : tempo di movimento (*travel*)

$$\text{RSET} = \Delta t_{\text{det}} + \Delta t_a + \Delta t_{\text{pre}} + \Delta t_{\text{tra}}$$

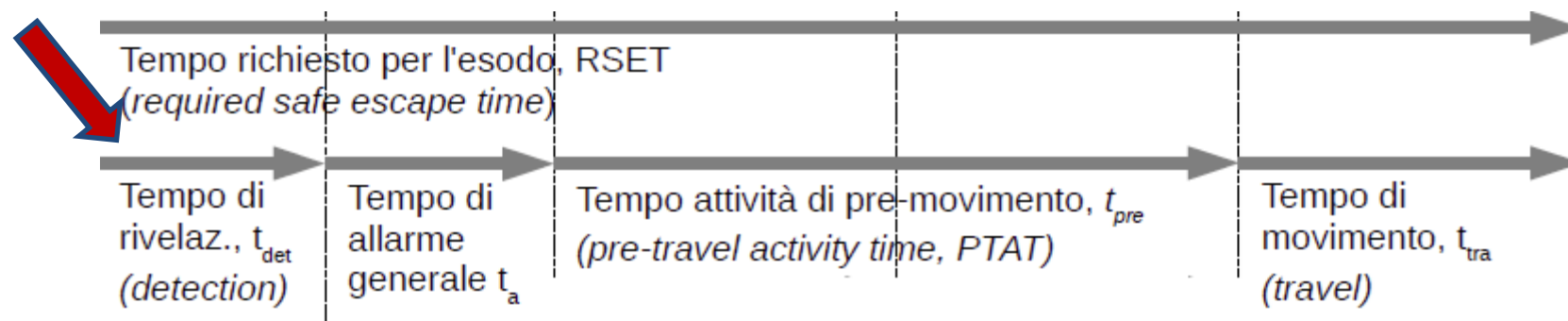
I parametri variano molto se gli occupanti sono svegli e hanno familiarità con l'edificio, o dormono e non conoscono la struttura.

Tempo di rivelazione (t_{det})

Tempo **necessario al sistema di rivelazione automatico per accorgersi dell'incendio.**

Dipende dal tipo di sistema di rivelazione e dallo scenario d'incendio.

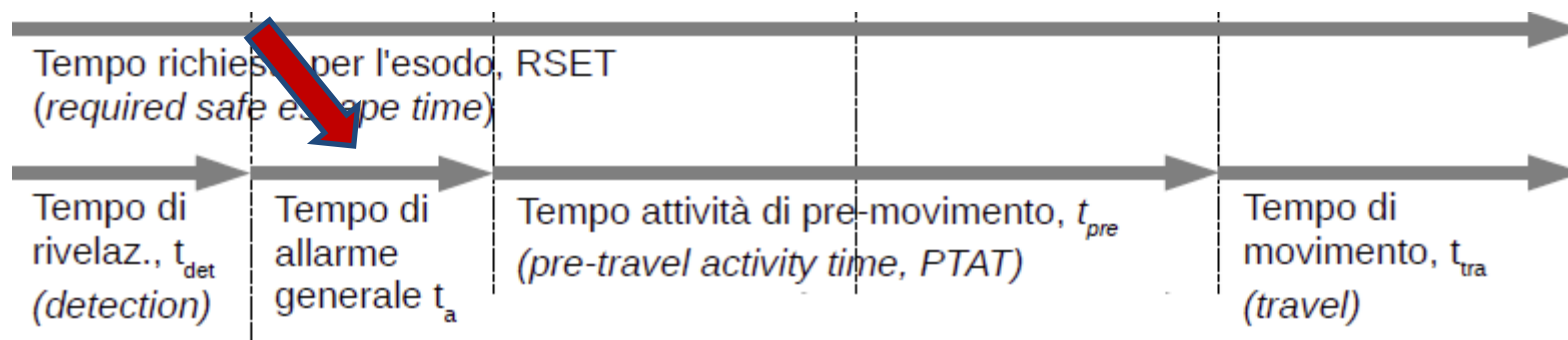
È **calcolato analiticamente** o con **apposita modellizzazione** numerica degli scenari d'incendio e del sistema di rivelazione.



Tempo di allarme generale (t_a)

Tempo che intercorre **tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione** agli occupanti.

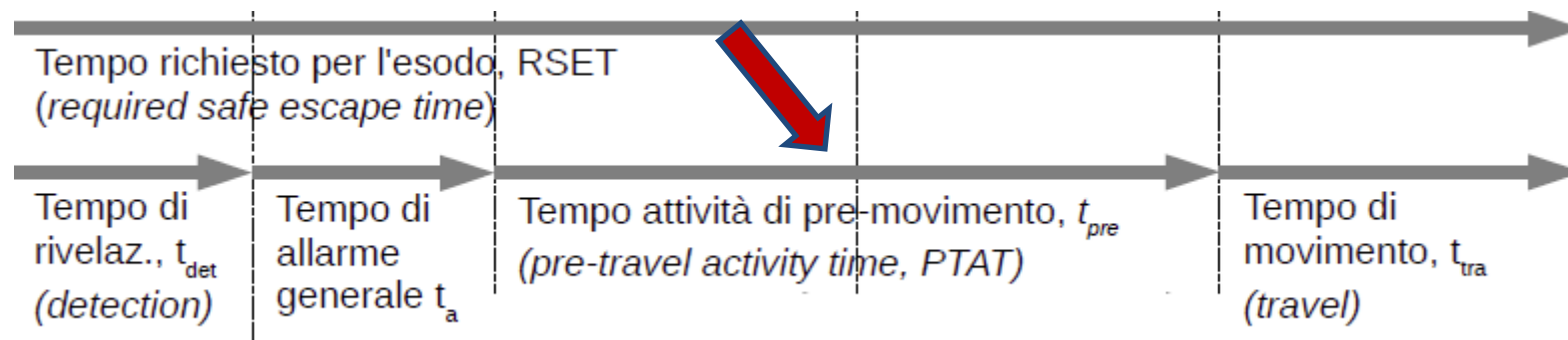
- È pari a zero, se la rivelazione attiva direttamente l'allarme.
- È pari al ritardo valutato dal professionista antincendio, se la rivelazione allerta una centrale di gestione dell'emergenza che verifica l'evento ed attiva poi l'allarme manuale.



Tempo di attività pre-movimento (t_{pre})

È composto dal tempo di *riconoscimento* (*recognition*) e di *risposta* (*response*).

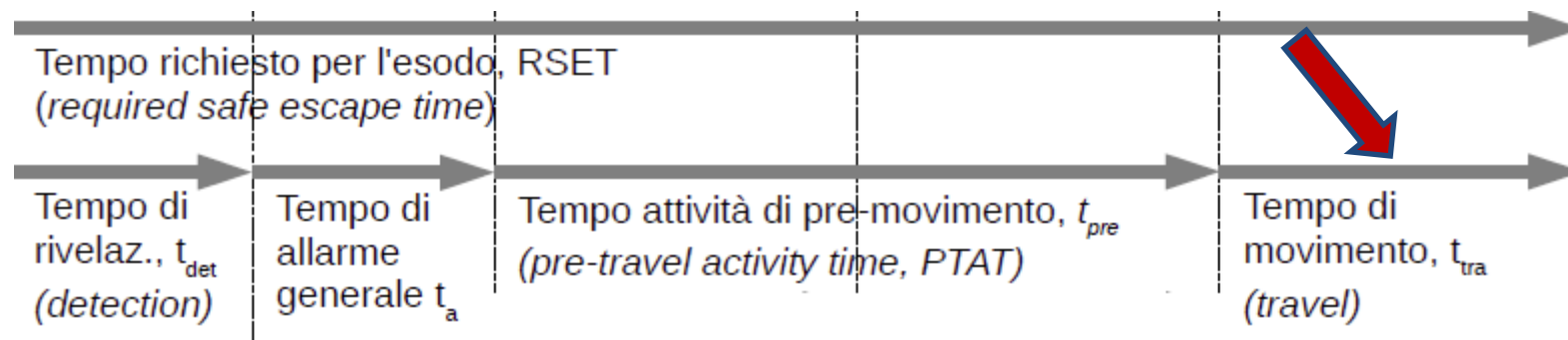
- Durante il **tempo di riconoscimento** gli occupanti continuano le attività che stavano svolgendo, finché riconoscono l'esigenza di rispondere all'allarme.
- Nel **tempo di risposta** gli occupanti cessano le loro attività normali e si dedicano ad attività legate all'emergenza.



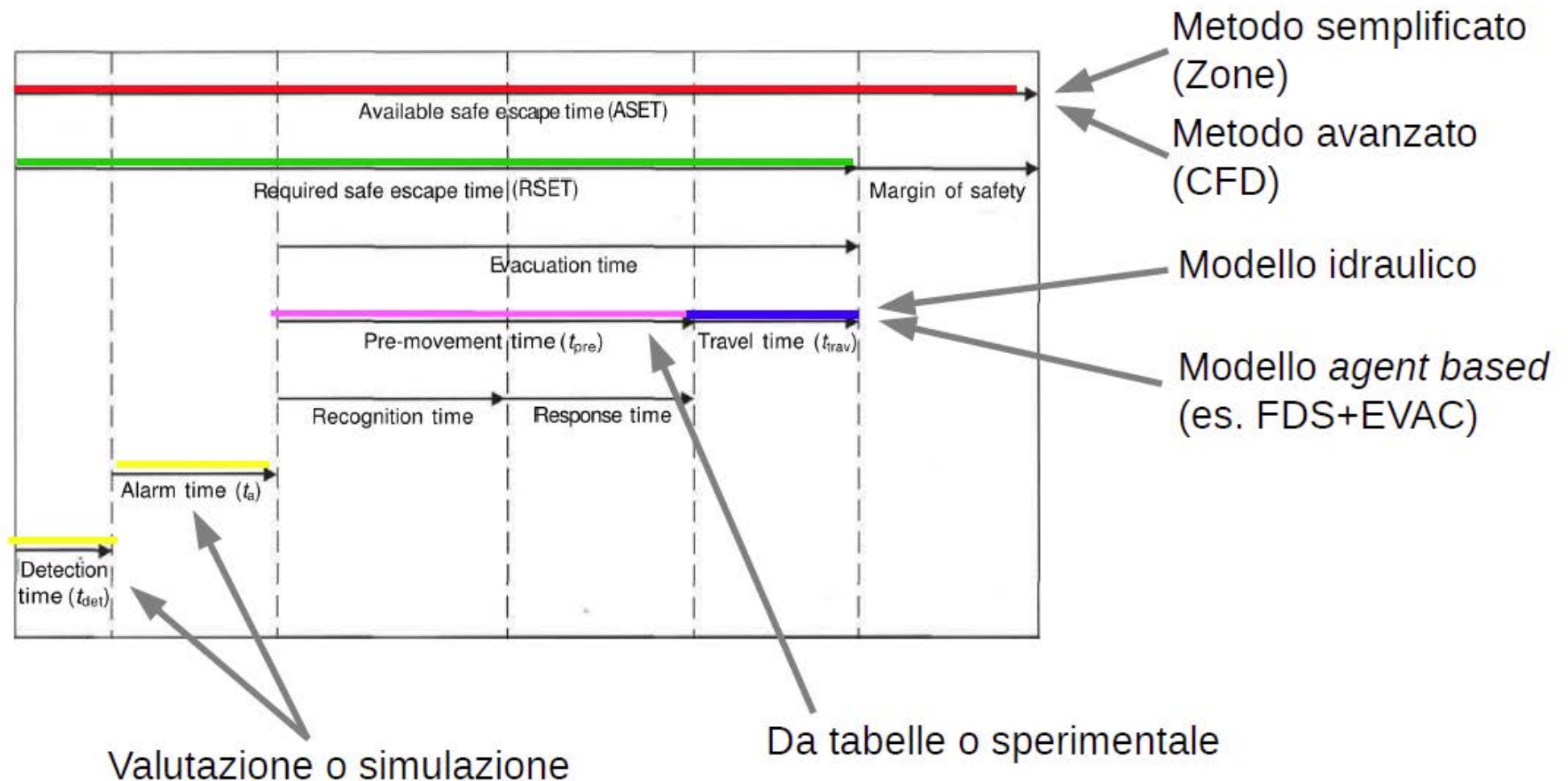
Tempo di movimento (t_{tra})

Tempo **impiegato dagli occupanti per raggiungere un luogo sicuro** dal termine delle attività di pre-movimento. Dipende da:

- Distanza degli occupanti o gruppi di essi dalle vie d'esodo;
- Velocità d'esodo, che dipendono dalla tipologia degli occupanti e loro interazioni con ambiente e effetti dell'incendio;
- Vie d'esodo (geometria, dimensioni, dislivelli, ostacoli).



Riepilogo



Grazie per l'attenzione

<https://mauromalizia.it>