

Le sostanze estinguenti



Classificazione dei fuochi

Meccanismi di estinzione dell'incendio

Sostanze estinguenti:

- Acqua**
- Schiuma**
- Polveri**
- Gas inerti**
- Halon**
- Aerosol**

CLASSE A

FUOCHI DA MATERIALI SOLIDI

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

•3

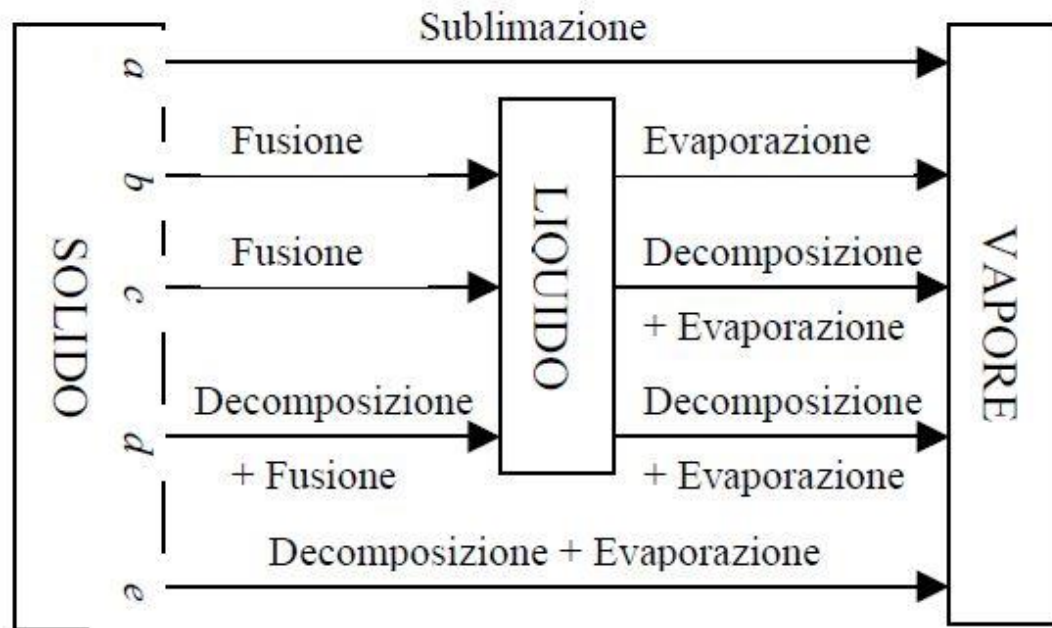


Classe A:

Fuochi da materiali solidi, generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con formazione di braci.

COMBUSTIONE DI MATERIALI SOLIDI

•4



- a) Metenammina
- b) Cere paraffiniche
- c) Polimeri termoplastici
- d) Poliuretani
- e) Cellulosa e plastiche termoidurenti eccetto i poliuretani

CLASSE B

FUOCHI DA LIQUIDI

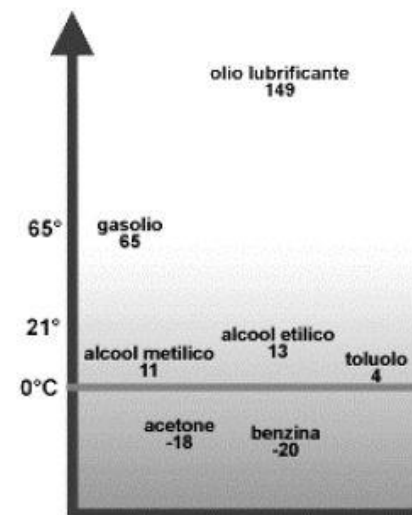
(idrocarburi, benzine, alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri)

•5



Classe B:

Fuochi da liquidi o da solidi liquefatti.



CLASSE C

FUOCHI DA GAS

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

•6

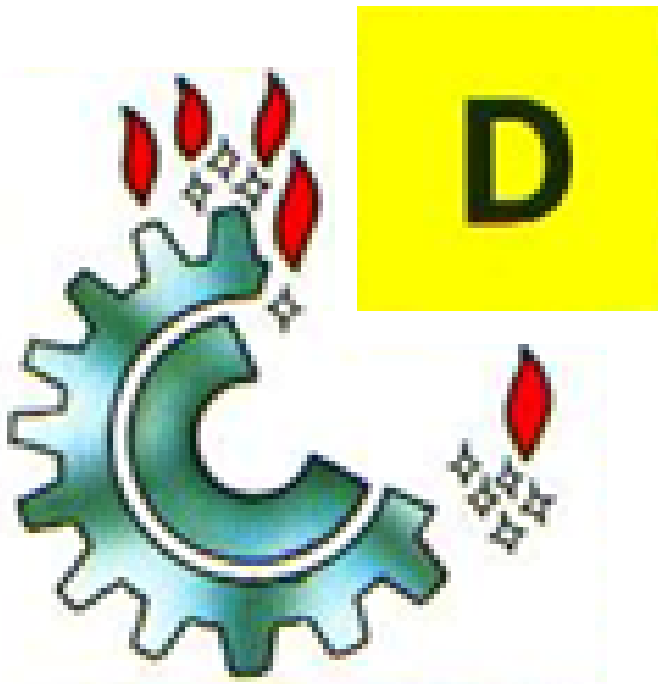


Classe C:
Fuochi da gas.

CLASSE D
FUOCHI DA METALLI

(alluminio in polvere, magnesio, sodio, potassio)

·7



Classe D:
Fuochi da metalli.

CLASSE F

FUOCHI CHE INTERESSANO MEZZI DI COTTURA

(olio da cucina e grassi vegetali o animali)

·8



Classe F:

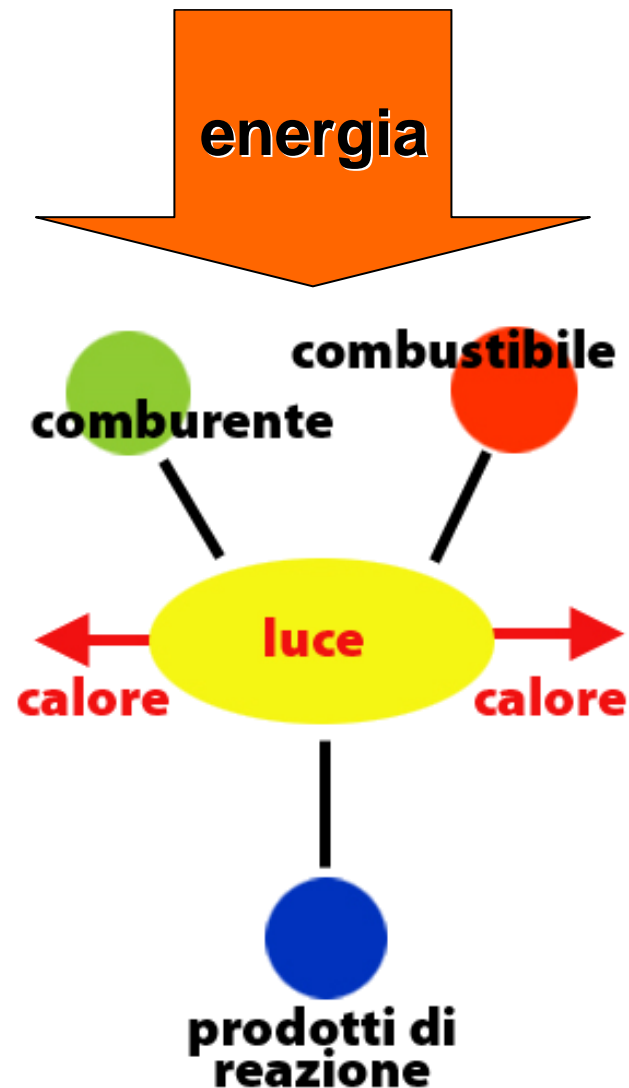
Fuochi che interessano mezzi di cottura (oli e grassi vegetali o animali) in apparecchi di cottura



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.

Meccanismo di combustione

Incendio

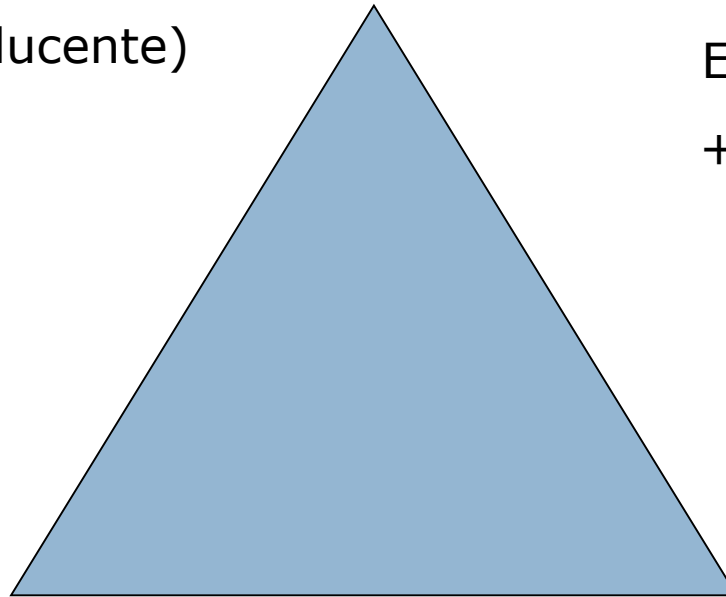


Meccanismo di combustione

Triangolo del fuoco: 3 lati o vertici del triangolo

Combustibile (riducente)

Energia (attivazione +
+ auto sostentamento)



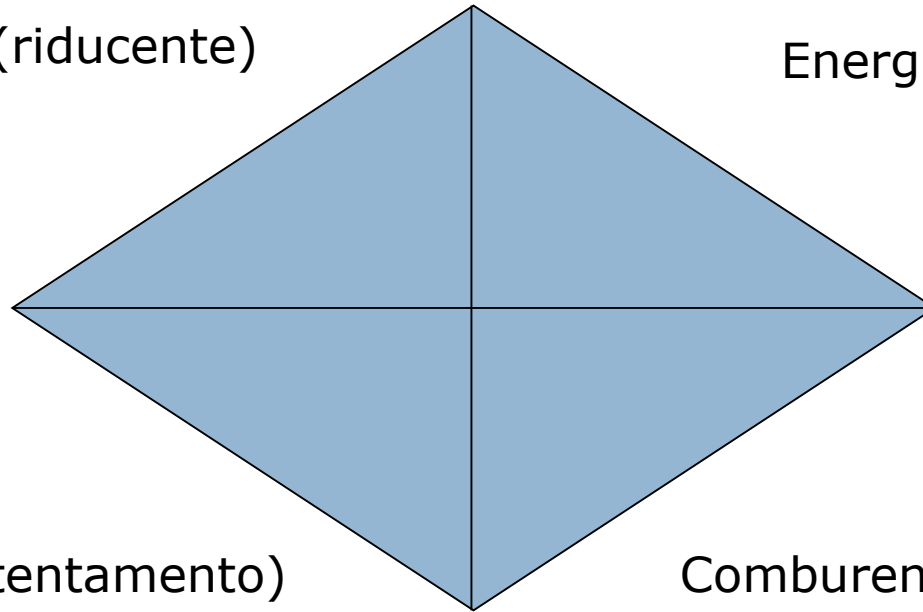
Comburente (ossidante)

Meccanismo di combustione

Tetraedro del fuoco: 4 facce del tetraedro

Combustibile (riducente)

Energia (attivazione)



Energia (auto sostentamento)

Comburente (ossidante)

Reazioni chimiche a catena
non inibite auto sostenute

Metodi di estinzione

•13

- Rimozione del combustibile
 - Consiste nel rimuovere il combustibile o ridurre le concentrazioni



Metodi di estinzione

•14

- Rimozione del comburente o soffocamento
 - ▣ separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente in aria



Metodi di estinzione

•15

- Raffreddamento
 - ▣ sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione

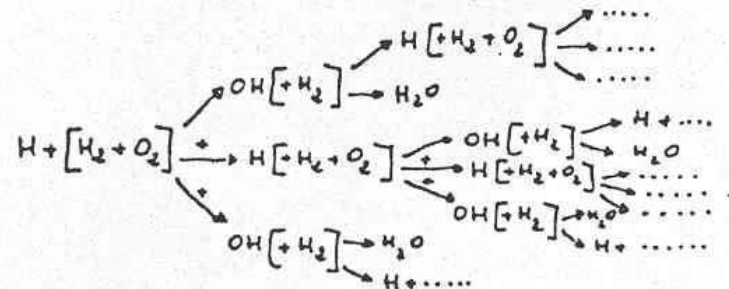
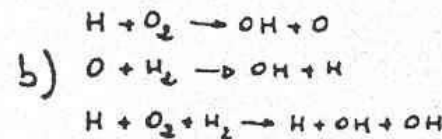
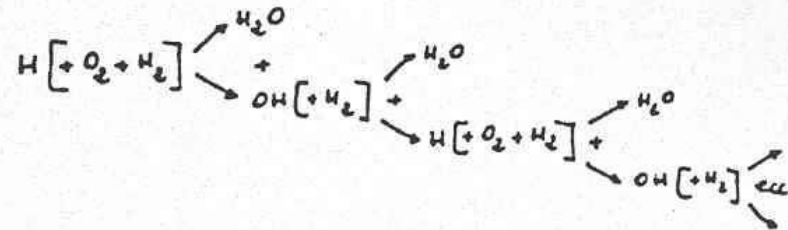
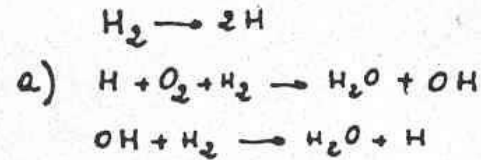


Metodi di estinzione

•16

Anticatalisi o inibizione chimica

- Si realizza attraverso l'uso di sostanze che inibiscono il processo della combustione (es. halon, polveri).
- Le sostanze contenute nelle polveri interagiscono con i radicali liberi H+ e OH- formando strutture molecolari stabili, con conseguente rottura della catena di reazioni e blocco definitivo dell'incendio.



SOSTANZE ESTINGUENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI INCENDIO

•17



SOSTANZE ESTINGUENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI INCENDIO

•18

Le sostanze estinguenti normalmente utilizzate sono:

- ***acqua***
- ***schiuma***
- ***polveri***
- ***gas inerti***
- ***idrocarburi alogenati (HALON)***
- ***agenti estinguenti alternativi all'halon***
- ***aerosol***

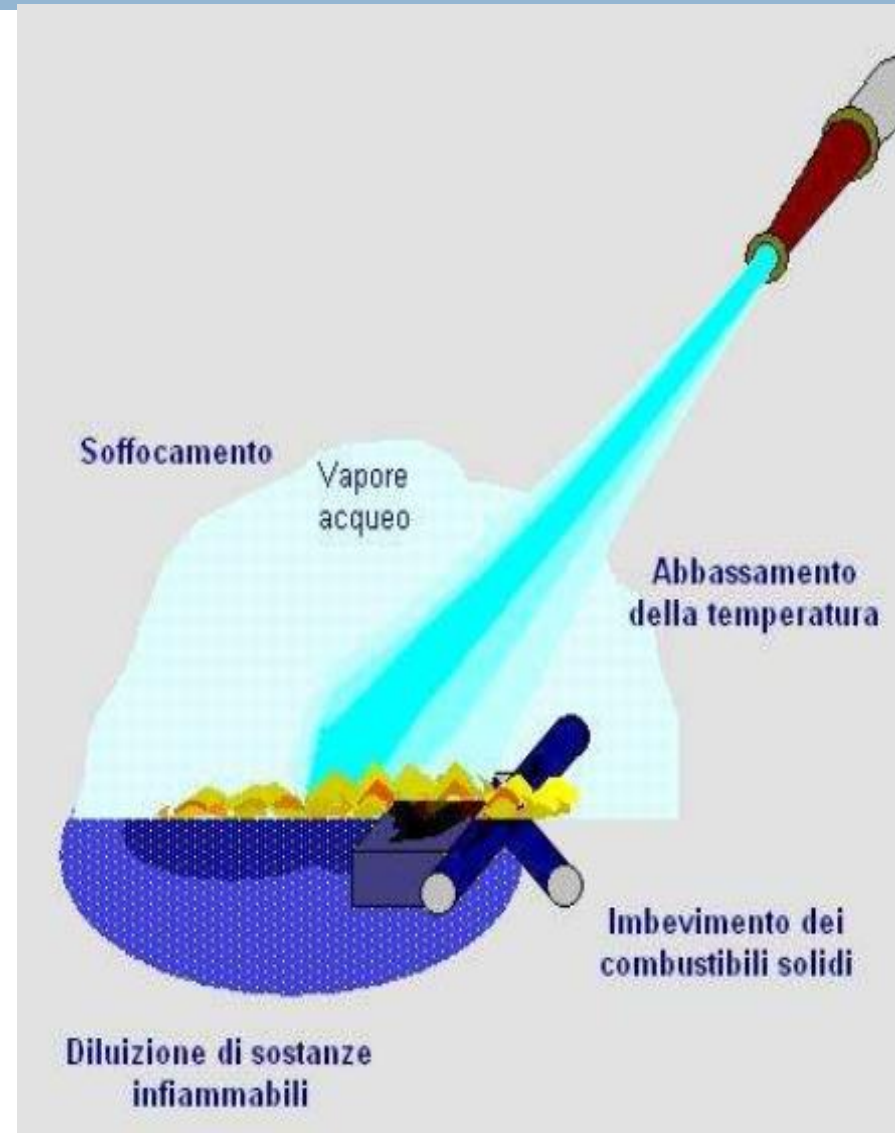
Acqua

•19

È la sostanza **estinguente per antonomasia** per è sempre disponibile, è economica, è facile da trasportare. Nell'azione estinguente non produce prodotti tossici.

Azione estinguente:

- **Raffreddamento** del combustibile per assorbimento del calore
- **Soffocamento** per sostituzione dell'ossigeno con il vapore acqueo
- **Imbevimento** dei combustibili solidi
- **Diluizione di sostanze** infiammabili solubili in acqua



Acqua

•20

Utilizzo dell'acqua

L'acqua è consigliata per incendi di **combustibili solidi (classe A)**, con esclusione delle sostanze incompatibili quali sodio e potassio che a contatto con l'acqua liberano idrogeno, e carburi che invece liberano acetilene.

In alcuni paesi europei questi estintori sono sottoposti alla **prova dielettrica**, con esito positivo, ottenendo pertanto l'approvazione di tipo. Per stabilire se un estintore a base d'acqua può essere utilizzato su apparecchiature sotto tensione, deve essere effettuata la prova dielettrica prevista dal p. 9 della norma **UNI EN 3-7:2008**

In Italia non viene consentito l'uso su apparecchiature elettriche, in questo caso è obbligatorio riportare l'avvertenza nella parte terza dell'etichetta

AVVERTENZA
non utilizzare su apparecchiature
elettriche sotto tensione



Acqua: azione di raffreddamento

•21

- sottrae alle superfici dei materiali in combustione una considerevole quantità di calore (2,64 MJ per ogni kg acqua vaporizzata)
- porta in breve la superficie dei materiali bagnati a temperature inferiori a quelle occorrenti per il mantenimento del processo di pirolisi che alimenta le fiamme;

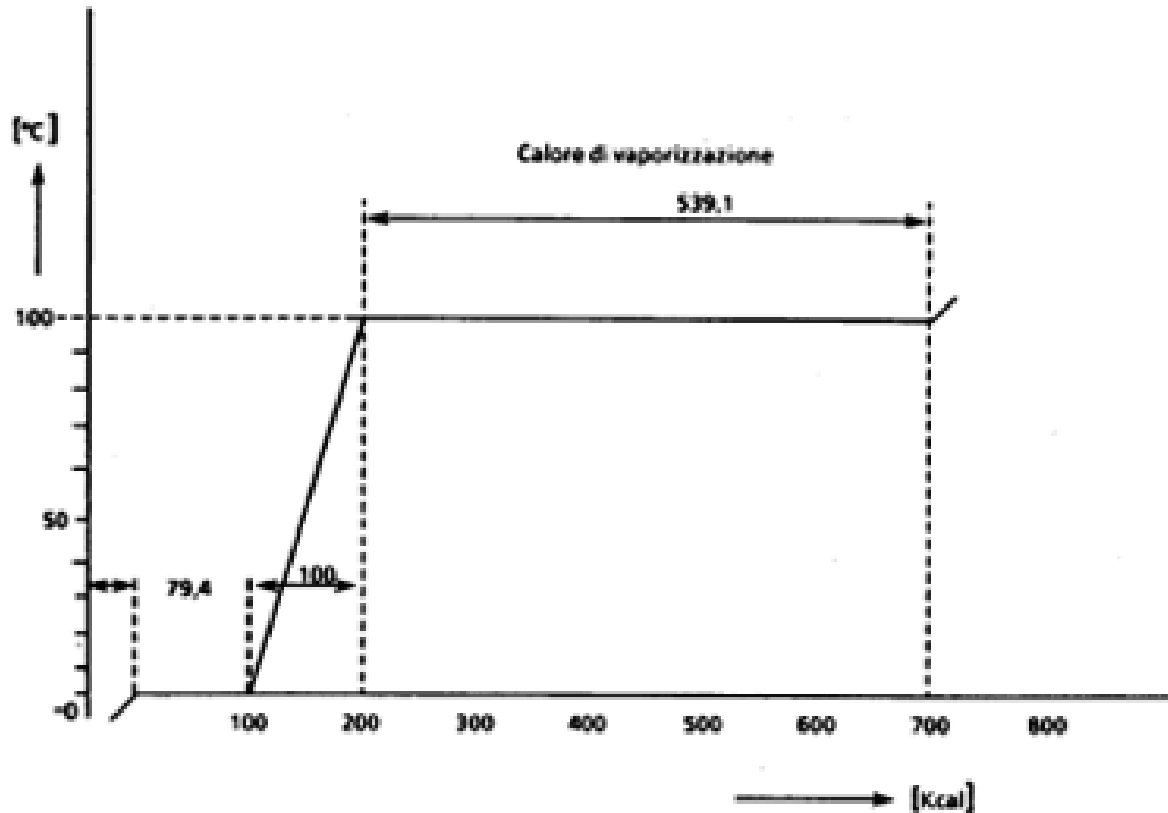


Acqua: azione di raffreddamento

•22

- Il calore specifico dell'acqua è di $4186 \text{ J/Kg } ^\circ\text{C}$,
- Il calore latente di vaporizzazione (1 atm e 100°C), è di $2,270 \text{ MJ/Kg}$

ASSORBIMENTO DI CALORE DELL'ACQUA
ALLA PRESSIONE DI 760 mm DI MERCURIO



Acqua: azione di raffreddamento

•23

1 Kg di acqua a 10 °C, assorbe 90 Kcal per raggiungere la temperatura di evaporazione e 540 Kcal per l'evaporazione stessa.

La quantità totale di calore assorbita è pertanto pari a 630 Kcal, pari a 2,640 MJ

Trasformando questo dato in termini di portate e potenze termiche sottratte abbiamo:

Q acqua vaporizzata 1 l/s \longrightarrow P. termica sottratta 2 640 KW

Queste potenze possono essere correlate con quelle prodotte durante un incendio

Acqua: azione di raffreddamento

•24

VALORI TIPICI DI POTENZA TERMICA D'INCENDI

- Poltrona-Divano
Picco max. 2-3 MW
- Autovettura/ furgone
Valore massimo 3-3,5 MW
- Autocarro
Con carico combustibile 30-50 MW
- Benzina/ gasolio circa 100 lt. 2-2,5 MW

Tuttavia, la quantità di acqua effettivamente vaporizzata è solo una piccola parte di quella versata.

Acqua: azione di raffreddamento

•25

Si può quindi definire un coefficiente di efficienza dell'acqua erogata

$$X = Q \text{ evaporata} / Q \text{ erogata}$$

X, pari a qualche percento, dipende da vari fattori, in particolare dall'efficienza dello scambio termico, che a sua volta funzione di vari parametri.

I principali sono:

- ✓ superficie esposta, funzione del diametro delle gocce

Diametro gocce [mm]	6	1	0,1
Superficie [m ²]	1.000	6.000	60.000
Numero di gocce	$7,8 \times 10^6$	$1,2 \times 10^9$	$1,2 \times 10^{12}$

Acqua: azione di raffreddamento

•26

inoltre:

✓ coefficiente di trasmissione del calore, a sua volta funzione di:

- ❑ diametro delle gocce,
- ❑ temperatura dell'aria nella zona incendiata
- ❑ velocità relativa delle gocce rispetto all'aria

✓ differenza di temperatura

(le gocce di 0,3 mm hanno un capacità di assorbimento di calore 14 volte superiore a quelle di 1 mm);

Acqua: azione di soffocamento

•27

La vaporizzazione dell'acqua genera una enorme quantità di vapore: 1700 litri circa per chilogrammo di acqua vaporizzata.

Le molecole di vapore, insinuandosi fra le molecole combustibili e l'ossigeno dell'aria riducono le possibilità di reciproca collisione e in concomitanza sottraggono loro parte dell'energia cinetica posseduta.

Acqua: azione separazione (imbevimento)

•28

Ostacola, quando proiettata con sufficiente energia sulle superfici dei materiali in combustione, il processo fisico- chimico di piroscissione che sostiene la combustione con fiamma dei solidi.

Il getto di acqua, per azione meccanica, rompe il contatto tra combustibile e comburente.

Per migliorare questo processo, per completare lo spegnimento, si effettua il cosiddetto smassamento.

Acqua: azione di diluizione di sostanze

•29

- **diluizione** delle sostanze infiammabili solubili in acqua (es. alcool), in modo da renderle non adatte alla combustione;

.... apriamo una parentesi

Acqua e liquidi infiammabili

•30

Il processo di estinzione è diverso a seconda del tipo di liquido infiammabile.

1. Liquidi non miscibili con $T_{inf.} > 45\text{ °C}$
(kerosene, gasolio, ecc.)

L'estinzione avviene per trasferimento del calore alle gocce di acqua che penetrano nella superficie del liquido sino a raffreddarlo sino a $T < T_{inf.}$

Per zone con $T > 100\text{ °C}$ è sicuramente molto pericoloso

Acqua e liquidi infiammabili

•31

Il processo di estinzione è diverso a seconda del tipo di liquido infiammabile.

1. Liquidi non miscibili con $T_{inf.} \gg 45 \text{ } ^\circ\text{C}$:

un caso particolare

Per liquidi combustibili ad alta viscosità sono stati costruiti specifici impianti di spegnimento mediante applicazione di acqua ad alta pressione finalizzata alla formazione di un'emulsione acqua-liquido (tecnologia "Muslifire"); utilizzabili per applicazioni particolari: es. trasformatori raffreddati ad olio.

Acqua e liquidi infiammabili

•32

Il processo di estinzione è diverso a seconda del tipo di liquido infiammabile.

2. Liquidi miscibili

La diluizione del liquido infiammabile porta all'estinzione per aumento del punto di infiammabilità della miscela.

Whisky: 1,5 volumi di acqua

Alcool etilico: 7 volumi di acqua

Acetone: 30 volumi di acqua

Acqua e liquidi infiammabili

•33

Il processo di estinzione è diverso a seconda del tipo di liquido infiammabile.

3) Liquidi non miscibili con $T_{inf.} < 45^{\circ}\text{C}$

Possiamo ottenere il controllo dell'incendio per raffreddamento dei vapori infiammabili ma quasi mai l'estinzione.

L'acqua in tali contesti risulta in ogni caso utile solo per il raffreddamento delle strutture, dei serbatoi e degli impianti coinvolti dall'incendio.

Acqua: controindicazioni

•34

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 1) materiali solidi allo stato fondente, aventi in tale stato temperatura superiore a quella di ebollizione dell'acqua, contenuti in recipienti superiormente aperti. Essi infatti, provocherebbero l'immediata vaporizzazione dell'acqua penetrata in essi, con conseguente proiezione di materiale alla temperatura di fusione;

Acqua: controindicazioni

•35

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 2) carbone rovente: il vapore d'acqua reagisce con esso producendo una miscela di monossido di carbonio e idrogeno e metano



Acqua: controindicazioni

•36

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 3) incendi coinvolgenti sostanze tossiche o radioattive che possono essere disperse nell'acqua (cianuri, sorgenti non sigillate allo stato liquido e solido);
- 4) apparecchiature o documenti che possono essere danneggiati dal contatto con l'acqua.

Acqua: controindicazioni

•37

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 5) materiali liquidi (idrocarburi), più leggeri dell'acqua stessa, conservati in contenitori aperti e privi di dispositivo di troppo pieno e di scarico.
- 6) L'acqua è molto pericolosa se viene usata negli incendi di oli minerali che possono formare delle zone calde con temperature superiori a 100 °C; l'evaporazione improvvisa dell'acqua gettata può portare ad un'estensione dell'incendio per i conseguenti schizzi di olio su tutta l'area circostante.

Acqua: controindicazioni

•38

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 7) sostanze reagenti in modo pericoloso con l'acqua quali: carburo di calcio (produce acetilene); sodio e potassio che liberano idrogeno; magnesio, zinco, alluminio che ad alte temperature sviluppano con l'acqua gas infiammabili;
- 8) sostanze quali: cloro, fluoro, ecc. che con l'acqua reagiscono dando luogo a sostanze corrosive;
- 9) sostanze come l'acido solforico, l'anidride acetica ecc. che a contatto con l'acqua sviluppano calore emettendo composti corrosivi;

Acqua: controindicazioni

•39

Non si deve usare l'acqua quando l'incendio coinvolge:

- 10) apparecchiature e componenti elettrici sotto tensione per i possibili conseguenti pericoli di elettrocuzione e per il rischio che possano instaurarsi ponti elettrici rovinosi per le apparecchiature stesse.



Acqua ed elettricità: approfondimenti

•40

La possibilità di utilizzare l'acqua in presenza di parti in tensione dipende da:

- Tensione
- Forma del getto
- Sistema di spegnimento: manuale o fisso

Per tensioni $< 1.000 \text{ V}$ è possibile considerare una distanza di 3 -5 metri per l'impiego di lance a getto pieno, mentre si può considerare una distanza di 1 m per i sistemi fissi.

Per tensioni $> 10.000 \text{ V}$ la cosa non è praticabile

Miglioramento dell'efficienza: diametro delle gocce

•41

Modalità di impiego in relazione al diametro delle gocce:

- o getto pieno
- o getto frazionato
- o getto nebulizzato
- o getto micronizzato

Impiego dell'acqua a getto pieno

Il getto pieno garantisce gittate maggiori.

... ma ...

I getti di acqua pieni, conservando una forte massa e quindi una violenza d'urto notevole, risultano dannosi se impiegati direttamente su attrezzature ed impianti in quanto possono determinarne il deterioramento o la rottura.

Inoltre il getto pieno aumenta la quota d'acqua residua non coinvolta dagli effetti termici e pertanto incrementa della quota dispersa nel dilavamento.

Impiego dell'acqua a getto frazionato

•43

Il diametro ottimale delle gocce per l'estinzione dell'incendio è compreso, indicativamente, nel campo tra 0,5 e 1,5 mm.

Servono pressioni maggiori. Particelle troppo piccole vengono portate via dai moti convettivi.



Impiego dell'acqua a getto nebulizzato

L'acqua finemente suddivisa in minutissime goccioline per effetto dell'alta pressione e della sua proiezione mediante appropriati erogatori allo stato di quasi nebbia, non solo offre rendimenti molto superiori a quelli offerti dai getti pieni ordinari, ma consente anche di operare, usando molta oculatezza, su impianti elettrici in tensione e liquidi infiammabili.

E' efficace per l'abbattimento di vapori pericolosi (es. : ammoniaca)

Acqua micronizzata: tecnologia “water mist”

•45

Gli impianti antincendio ad acqua ad alta pressione sono una tecnologia che ha avuto uno sviluppo tecnologico recente, ed utilizzano pressioni tra gli 80 e 140 bar per produrre una nebbia con particelle di dimensione 50 - 120 μ m ($< 1.000 \mu$ m).

Gli impianti water-mist combinano le caratteristiche di spegnimento dell'acqua, con le qualità di penetrazione dei gas senza pericolo per la sicurezza del personale presente e per l'ambiente.

Acqua additivata con agenti bagnanti

Per migliorare la penetrazione dell'acqua entro lo spessore dei combustibili, oppure favorirne l'adesione alle superfici dei materiali incendiati si possono aggiungere all'acqua delle particolari sostanze aventi effetto tensioattivo che ne migliorano sensibilmente le capacità bagnanti.

Sono in genere prodotti simili ai tensioattivi non schiumanti presenti nei detersivi usati nelle comuni lavastoviglie.

Possono essere usate sia per favorire l'estinzione che per prevenire l'accensione di incendi

Acqua additivata con agenti ritardanti

•47

I ritardanti sono prodotti che aggiunti all'acqua utilizzata per spegnere gli incendi, non ne migliorano tanto le capacità estinguenti, ma ne prolungano gli effetti.

Sono utilizzati nella lotta contro gli incendi di bosco perché consentono di impedire o quantomeno di ritardare l'ignizione della vegetazione di sottobosco e delle essenze arboree per effetto del calore irradiato dal fronte di fiamma dei focolai in rapido movimento e di quelli non totalmente estinti anche dopo l'avvenuta evaporazione dell'acqua nella quale si trovavano in soluzione.

Si tratta di composti chimici noti per le loro proprietà ignifuganti quali i fosfati, i borati, i carbonati, l'ammonio, il potassio e altri.

La schiuma

•48

Agente estinguente costituito da una **soluzione in acqua di un liquido schiumogeno**, che per effetto della pressione di un gas fuoriesce dall'estintore e passa all'interno di una lancia dove si mescola con aria e forma la schiuma.

L'azione estinguente delle schiume avviene per **soffocamento (separazione del combustibile dal comburente)** e per raffreddamento in minima parte.

Sono impiegate normalmente per incendi di **liquidi infiammabili (classe B)**

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



In base al rapporto tra il volume della schiuma prodotta e la soluzione acqua-schiumogeno d'origine, le schiume si distinguono in:

- | | |
|--------------------|----------------|
| - alta espansione | 1:500 - 1:1000 |
| - media espansione | 1:30 - 1:200 |
| - bassa espansione | 1:6 - 1:12 |



La schiuma

•49

La schiuma al pari dell'acqua è l'estinguente più largamente utilizzato in installazioni industriali per l'estinzione di incendi di combustibili liquidi

La diffusione di questo agente estinguente è dovuta al suo:
basso costo - la sua presenza ovunque - alla sua
facilità di impiego, oltre alla facilità di reperimento.

L'AZIONE ESTINGUENTE SI BASA SU

- SOFFOCAMENTO
- RAFFREDDAMENTO E DILUIZIONE
- BLOCCO DEI VAPORI



Schiuma: effetti

•50

1. esclusione della fornitura di ossigeno alla combustione (soffocamento)
2. abbattimento dei vapori sotto la “coperta” di schiuma
3. raffreddamento dell’area attraverso l’azione dell’acqua contenuta nella miscela schiumogena

La schiuma

•51

NON SONO APPROPRIATE PER I SEGUENTI INCENDI:

- CLASSE “C” (GAS COMBUSTIBILI - COMPRESSI - LIQUEFATTI)
 - IN PRESENZA DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE SOTTO TENSIONE
 - DI MATERIALI REAGENTI VIOLENTEMENTE CON L’ACQUA
 - DI SOSTANZE DECOMPONIBILI, CHE PER EFFETTO DEL CALORE SVILUPPANO OSSIGENO ED AUTOSOSTENGONO LA COMBUSTIONE.
-
- **MAGNESIO , ZINCO , ALLUMINIO, PER SVILUPPO DI OSSIGENO;**
 - **CARBURO DI CALCIO PER SVILUPPO DI ACETILENE;**
 - **SODIO E POTASSIO PER SVILUPPO DI IDROGENO.**

Tipi di schiume

•52

IN RELAZIONE ALLA LORO ORIGINE LE SCHIUME
POSSONO ESSERE CLASSIFICATE IN :

- 1) SCHIUME CHIMICHE
- 2) SCHIUME MECCANICHE
- 3) SCHIUME BAGNANTI - SCHIUMANTI

Schiume chimiche

•53

SONO FORMATE DALL'ANIDRIDE CARBONICA SVILUPPATA PER REAZIONE FRA SOLUZIONI DI SALI ALCALINI (GENERALMENTE BICARBONATO DI SODIO) E ACIDI (GENERALMENTE SOLFATO DI ALLUMINIO) IN PRESENZA DI AGENTE SCHIUMOGENO

ABBANDONATE A FAVORE DI QUELLE MECCANICHE MENO COSTOSE E DI PIÙ FACILE GENERAZIONE

Schiume meccaniche

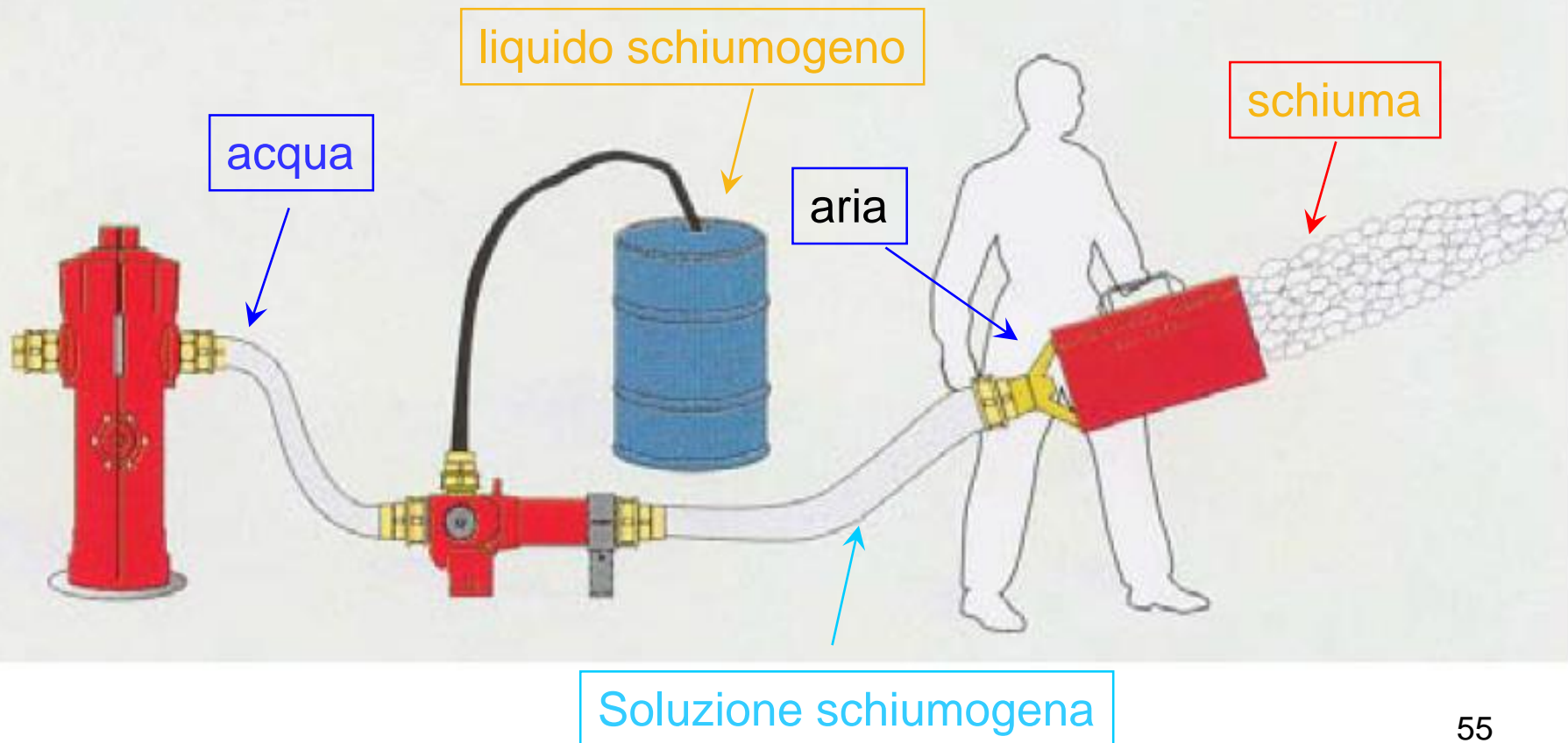
•54

LE SCHIUME MECCANICHE SONO FORMATE DA UNA SOLUZIONE DI ACQUA E SCHIUMOGENO ESPANSA CON ARIA.



Produzione della schiuma meccanica

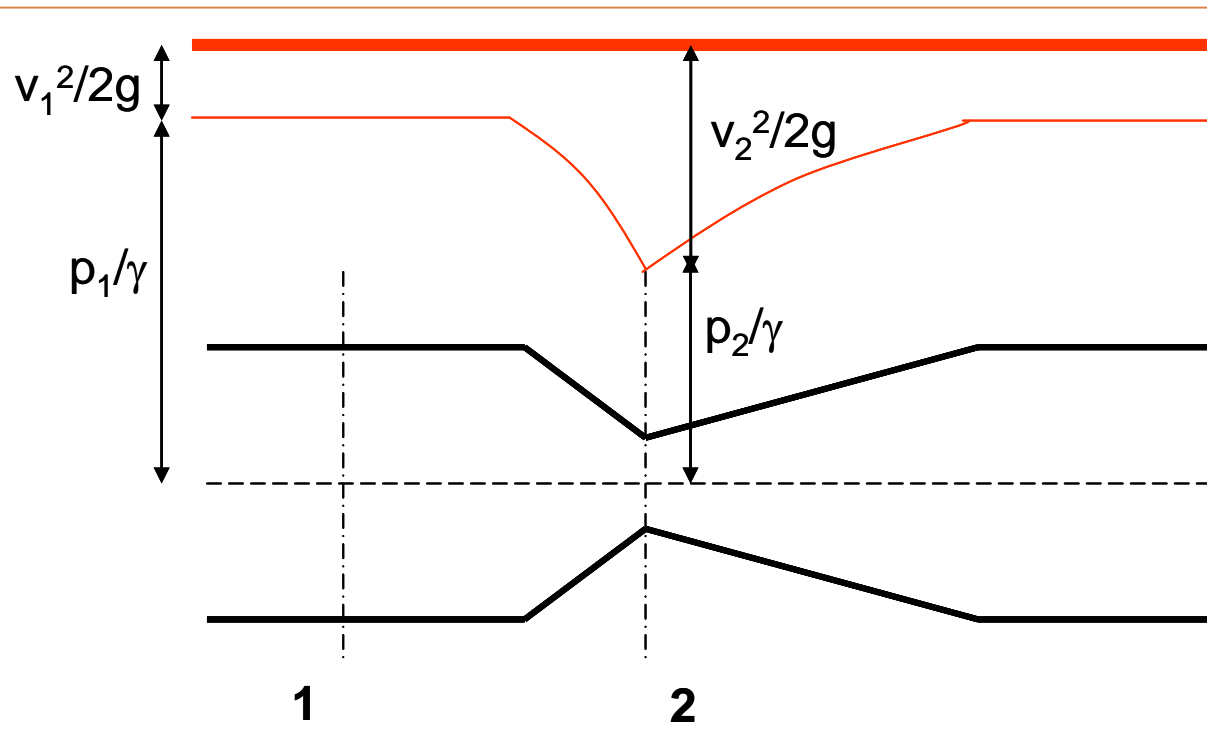
•55



Produzione della schiuma meccanica

•56

Premescolatore di linea: tubo Venturi



EFFETTO VENTURI

$$z_1 + p_1/\gamma + v_1^2/2g = z_2 + p_2/\gamma + v_2^2/2g$$

$$\Delta p/\gamma = p_1/\gamma - p_2/\gamma = v_2^2/2g - v_1^2/2g$$

$$\Delta p = \rho(v_2^2 - v_1^2)/2$$



DEPRESSIONE

***Produzione
della schiuma
meccanica con
impianto fisso***



Produzione della schiuma meccanica

•58



LA SCHIUMA

•59

- LE SCHIUME SONO AGGREGATI COMPLESSI ED INSTABILI COSTITUITI DA BOLLE
- FORMATE **DA UNA SOLUZIONE DI ACQUA E AGENTE SCHIUMOGENO** ESPANSA CON **ARIA**
- QUESTE BOLLE SI DISTRUGGONO PER EVAPORAZIONE DEL LIQUIDO – PER IL CALORE E GLI INQUINANTI
- POSSIAMO AVERE SCHIUME CON TEMPI DI ABBATTIMENTO PIÙ O MENO LUNGI UTILIZZATE PER **SPEGNERE** O **CONTROLLARE** UN INCENDIO

LA SCHIUMA

•60

IL LIQUIDO SCHIUMOGENO È IL COMPONENTE CHE DEFINISCE ALL'ORIGINE LE CARATTERISTICHE PECULIARI DELLA SCHIUMA ED IL RELATIVO CAMPO DI IMPIEGO

FRA I DIVERSI TIPI DI SCHIUMOGENI OGGI DISPONIBILI ABBIAMO:

- QUELLI PER INTERVENTI RAPIDI
- PER INTERVENTI MASSIVI
- SPECIFICI PER DETERMINATE CATEGORIE DI PRODOTTI
- ALTRI CON CAMPI DI IMPIEGO PIÙ ESTESO

DA CIÒ SI EVIDENZIA CHE LA SCELTA DEL TIPO DI SCHIUMOGENO

È UN **ELEMENTO DI VITALE IMPORTANZA**

LA SCHIUMA

•61

OLTRE ALLO SCHIUMOGENO DOBBIAMO TENER CONTO DI FATTORI DI SICUREZZA E IMPIANTISTICI FRA CUI SI EVIDENZIANO:

- LA NECESSITA DI OTTENERE ESTINZIONI RAPIDE SE SONO COINVOLTE PERSONE
- LE CARATTERISTICHE CHIMICO – FISICHE DEL PRODOTTO SU CUI SI EFFETTUA L'ESTINZIONE
- LE DIMENSIONI E L'UBICAZIONE DELL'INCENDIO STESSO
- LE MODALITÀ DI EROGAZIONE DELLA SCHIUMA
- LE MODALITÀ DI CONSERVAZIONE E STOCCAGGIO DEL LIQUIDO SCHIUMOGENO

I LIQUIDI SCHIUMOGENI

COSTITUZIONE DEI LIQUIDI SCHIUMOGENI

•62

I LIQUIDI SCHIUMOGENI GENERALMENTE UTILIZZATI SONO COSTITUITI ESSENZIALMENTE DAI SEGUENTI TRE COMPONENTI

A) SOSTANZE ATTIVE FONDAMENTALI

IMPARTISCONO ALLA SCHIUMA TUTTE LE PROPRIETÀ FISICHE NECESSARIE ALLA SUA FORMAZIONE E STABILITÀ NEL TEMPO

PROPRIETÀ TENSIOATTIVE FILMANTI, COLLOIDALI – STABILIZZANTI E/O SPECIFICHE

B) SOSTANZE SUSSIDIARIE (ADDITIVI)

HANNO LO SCOPO DI IMPARTIRE AL LIQUIDO SCHIUMOGENO ALTRE PROPRIETÀ CHE NE ASSICURANO L'IMPIEGABILITÀ NELLE DIVERSE CONDIZIONI D'USO E DI CONSERVAZIONE

C) ACQUA E SOLVENTI

SONO COMPRESI IN MISURA FRA IL 50% ED IL 75%

DI QUESTI COMPONENTI QUELLO CHE PUÒ ESSERE NOTEVOLMENTE DIVERSO DA SCHIUMOGENO A SCHIUMOGENO È IL COMPONENTE **A** DA CUI DIPENDONO LE CAPACITÀ ESTINGUENTI DEL LIQUIDO SCHIUMOGENO

EN 1568

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE SCHIUME

•63

CONCENTRAZIONE

SI INTENDE LA QUANTITÀ DI LIQUIDO SCHIUMOGENO PRESENTE_NELLA_MISCELA: 3 – 6 %, ANCHE 0.5 % PER LIQUIDI SCHIUMOGENI DI NUOVA GENERAZIONE

TEMPO DI DRENAGGIO O DI DIMEZZAMENTO

DATO ALL'ORIGINE E SI RIFERISCE AL TEMPO DI DIMEZZAMENTO DELLA QUANTITÀ DI SCHIUMA PRODOTTA 25% o 50% del liquido



RAPPORTO DI ESPANSIONE

•64

E' IL RAPPORTO IN VOLUME TRA LA MISCELA CONCENTRATA E LA SCHIUMA PRODOTTA

(litri di schiuma che si ottengono da ogni litro di soluzione schiumogena)

CLASSIFICAZIONE DELLE SCHIUME IN FUNZIONE DEL LORO RAPPORTO D'ESPANSIONE

● **BASSA ESPANSIONE**

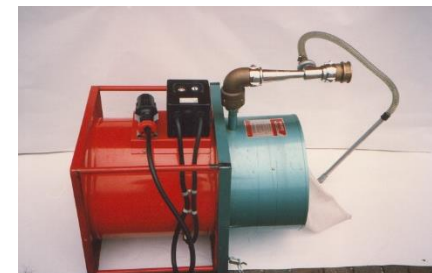
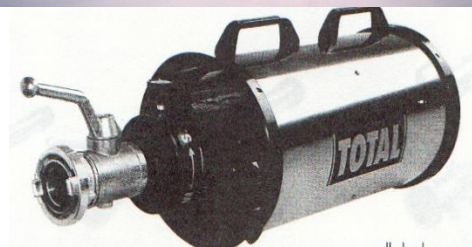
RAPPORTO da 1:5 a 1:18

● **MEDIA ESPANSIONE**

RAPPORTO da 1:30 a 1:200

● **ALTA ESPANSIONE**

RAPPORTO da 1:500 a 1:1000



COMPORTAMENTO DEGLI SCHIUMOGENI IN RELAZIONE AL LORO RAPPORTO DI ESPANSIONE

•65

POSSIAMO AVERE TRE FUNZIONI DIVERSE NELLE
APPLICAZIONE ANTINCENDIO

- LO SPEGNIMENTO
- IL CONTROLLO DELL'INCENDIO
- LA PROTEZIONE DI STRUTTURE , MACCHINARI,
SERBATOI ESPOSTI AL CALORE DI UN INCENDIO

SCHIUMA

•66

- **LE SCHIUME A BASSA E A MEDIA ESPANSIONE AGISCONO CON AZIONE SUPERFICIALE**

con spessori di circa 10 a 15 cm per le prime e da 30 a 50 cm per le seconde

- **LE SCHIUME AD ALTA ESPANSIONE**

ESERCITANO UNA AZIONE VOLUMETRICA

Saturando l'intero spazio dei locali fino alla sommità o ad altezze sufficientemente superiori alla massima quota raggiunta dai materiali da proteggere

In entrambi i casi abbiamo una tipica azione di soffocamento e per la presenza di acqua un effetto secondario di raffreddamento

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE SCHIUME

•67

FLUIDITÀ

STABILITÀ

SI DISTINGUONO QUATTRO TIPI DI STABILITÀ DI UNA SCHIUMA

- 1) STABILITÀ AL DRENAGGIO
- 2) STABILITÀ AL CALORE
- 3) STABILITÀ AGLI INQUINANTI
- 4) STABILITÀ A ROTTURE DEL MANTO

COMPATIBILITÀ

CON ALTRI AGENTI DI ESTINZIONE

SCHIUMA

•68

FLUIDITÀ

STA AD INDICARE LA CAPACITÀ DELLA SCHIUMA DI DILAGARE E RICHIUDERSI
È ESSENZIALE CHE UNA SCHIUMA SCORRA BENE SULLE SUPERFICI LIQUIDE E SOLIDE
È ESSENZIALE QUANDO DEVE PENETRARE IN ZONE NON ACCESSIBILI DAL GETTO

IMPORTANTE

- A) LA SCORREVOLEZZA AUMENTA COL DIMINUIRE DEL RAPPORTO DI ESPANSIONE
- B) PER OGNI INTERVENTO IMPORTANTE STABILIRE QUALE SCORREVOLEZZA DEVE AVERE
- C) A PARITÀ DI ESPANSIONE , UNA SCHIUMA È TANTO PIÙ SCORREVOLE QUANTO MAGGIORE È LA DIMENSIONE DELLE BOLLE CHE LA FORMANO

SCHIUMA

•69

STABILITÀ AL CALORE

INDICA LA CAPACITÀ DI UNA SCHIUMA A RESISTERE AL CALORE DA FIAMMA E DA STRUTTURE ROVENTI PER UN TEMPO SUFFICIENTE A COMPLETARE LA COPERTURA DELLE FIAMME

AUMENTA CON IL DIMINUIRE DELLE DIMENSIONI DELLE BOLLE

STABILITÀ AGLI INQUINANTI

INDICA LA CAPACITÀ DI RESISTERE ALL'AZIONE DISTRUTTRICE DI SOSTANZE INQUINANTI

I VAPORI DEI LIQUIDI INFIAMMABILI ESERCITANO UNA FORTE AZIONE DISTRUTTRICE

PARTICOLARMENTE TEMIBILE QUELLA ESERCITATA DAI SOLVENTI POLARI, NELLE NUOVE FORMULAZIONI DEI CARBURANTI

SCHIUMA

•70

STABILITÀ A ROTTURE MECCANICHE DEL MANTO

INDICA LA CAPACITÀ DI UNA SCHIUMA A NON ROMPERSI PER L'AZIONE DEL VENTO O DEGLI URTI – DIPENDE DALLA VELOCITÀ DEL DRENAGGIO
EVENTUALI ROTTURE DEVONO RISIGILLARSI VELOCEMENTE - DIPENDE DALLA FLUIDITÀ

COMPATIBILITÀ CON ALTRI AGENTI ESTINGUENTI

ALCUNE SCHIUME CONSERVANO LA CAPACITÀ ESTINGUENTE ANCHE USATE CONBINATE CON LE POLVERI DI BICARBONATO ADDITTIVATE CON STERENTI METALLICI

TALE PROPRIETÀ MIGLIORA NEL PASSAGGIO DAGLI SCHIUMOGENI PROTEINICI AI SINTETICI, AI FLUOROPROTEINICI, AI FLUOROSINTETICI

Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•72

a) **PROTEINICI: BASSA ESPANSIONE, PER INCENDI MASSIVI DI PRODOTTI PETROLIFERI E IDROCARBURI IN GENERE**

CONTENGONO POLIMERI PROTEINICI DI ELEVATO PESO MOLECOLARE DERIVANTI DALLA ELABORAZIONE CHIMICA DI SOSTANZE PROTEINICHE NATURALI

QUESTI POLIMERI CONFERISCONO ALLE SCHIUME

- ELASTICITÀ
- RESISTENZA MECCANICA
- CAPACITÀ DI TRATTENERE L'ACQUA
- OTTIMA RESISTENZA ALLE ALTE TEMPERATURE

IL SUO IMPIEGO È ORMAI LIMITATO AGLI IMPIANTI FISSI DI SERBATOI PETROLIFERI –

schiuma molto rigida se rotta non si ricompone



Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•73

FLUOROPROTEINICI : ALTA CAPACITA' ESTINGUENTE SU IDROCARBURI (ANCHE QUELLI CON ALTO POTERE CALORIFICO COME AD ES. L'ESANO) UTILIZZO BASSA E MEDIA ESP. R.E. – 6 = 40

OLTRE AI POLIMERI PROTEINICI CONTENGONO TENSIOATTIVI FLUORURATI CHE LE CONFERISCONO CARATTERISTICHE DI IMPERMEABILITÀ AI COMBUSTIBILI

PARTICOLARMENTE EFFICACE IN QUEGLI INCENDI DOVE LA SCHIUMA VIENE A SBATTERE O È SOMMERSA DAL LIQUIDO INFIAMMABILE

LA SCHIUMA PUÒ ESSERE INSERITA ALL'INTERNO DEI SERBATOI DAL BASSO (SISTEMA SSSF)

HANNO BUONA SCORREVOLEZZA E VENGONO UTILIZZATI IN IMPIANTI PETROLIFERI CONTRO GROSSI INCENDI PER LA LORO ELEVATA RESISTENZA AL CALORE



Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•74

SINTETICI

ESISTONO MOLTI TENSIOATTIVI SCHIUMANTI PRODOTTI SINTETICAMENTE
- SE FORMATI CORRETTAMENTE POSSONO ESSERE USATI COME
ESTINGUENTI ED UTILIZZATI COME LE ALTRE SCHIUME

FORMANO UNA SCHIUMA CON BASSA VISCOSITÀ E BUONA
SCORREVOLEZZA SULLE SUPERFICI LIQUIDE

MOLTO UTILI IN AZIONI RAPIDE DI CONTROLLO DEGLI INCENDI QUANDO SONO
IN GIOCO SALVATAGGI DI VITE UMANE

RAPIDA PREPARAZIONE DI COLTRI DI SCHIUMA DUREVOLE (ES. AEROPORTI)

POSSIBILITÀ DI UTILIZZO IN **BASSA – MEDIA ED ALTA ESPANSIONE**

SCHIUMA MOLTO VULNERABILE AL CALORE, QUINDI PER OTTENERE LA COMPLETA
ESTINZIONE SERVONO PORTATE MOLTO MAGGIORI CHE CON ALTRI SCHIUMOGENI

Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•75



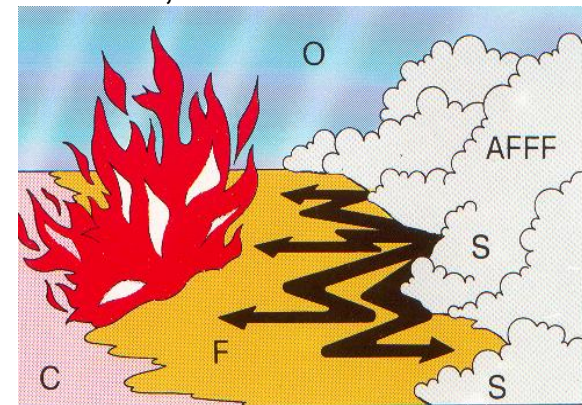
FLUOROSINTETICHE (FILMANTI O AFFF) B.E 4 - 15

COSTITUITI DA SOSTANZE SINTETICHE – FORMANO UNA SCHIUMA SIMILE A QUELLA PROTEINICA INOLTRE SONO IN GRADO DI FORMARE UNA PELLICOLA ACQUOSA SULLA SUPERFICIE DEL LIQUIDO INFIAMMATO

SONO SCHIUME POCO VISCOSE, SCORREVOLI E AGISCONO COME UNA BARRIERA SUPERFICIALE E BLOCCA IMMEDIATAMENTE LA FORMAZIONE DI VAPORI E RAFFREDDA IL COMBUSTIBILE

QUESTA PELLICOLA PUÒ SPEGNERE LE FIAMME PRIMA CHE LA SCHIUMA ABBAIA COMPLETAMENTE RICOPERTO TUTTA LA SUPERFICIE, UGUALMENTE PERÒ LA COPERTURA VA COMPLETATA

COMPATIBILI CON LE POLVERI – NON DANNEGGIANO ALTRE SCHIUME USATE IN CONTEMPORANEA – NON SOGGETTE A INQUINANTI DA IDROCARBURI – POSSONO ESSERE USATE CON LANCE A GETTO FRAZIONATO – SONO UTILI SU INCENDI MISTI CLASSE A e B



Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•76

UNIVERSALI

IN GENERALE CONSENTONO LA SICURA ESTINZIONE DI OGNI TIPO DI LIQUIDO INFIAMMABILE - ECCEPTE QUELLI A BASSO PUNTO DI INFIAMMABILITÀ

MOLTO VERSATILI E PERCIÒ UTILIZZATI PER L'ESTINZIONE DI IDROCARBURI LEGGERI O IN IMPIANTI AUTOMATICI

IMPIEGATI SU :

IDROCARBURI E ALCUNI SOLVENTI POLARI
NON SPECIFICI PER ALCOL

UTILIZZO BASSA e MEDIA ESPANSIONE R.E. 7 - 50

Liquidi schiumogeni per schiume meccaniche

•77

PER ALCOLI O “ALCOLFOAM” (AF)-
 O “ALCOL-RESISTENTI (AR)

USATI PER ALCOL - SOLVENTI DI VERNICI – SOSTANZE POLARI – LACCHE –
SOLVENTI OSSIGENATI ECC.

SCHIUMA CARATTERIZZATA DA:

BASSO RAPPORTO DI ESPANSIONE

BASSA SCORREVOLEZZA

FORTE SENSIBILITÀ AGLI URTI CON IDROCARBURI

Locale riempito con schiuma alta espansione

•78



Lo spegnimento di un incendio con saturazione di schiuma deve avvenire in base al combustibile presente ed al locale interessato in tempi che variano dai 4 ai 6 minuti, e mantenuta l'erogazione di schiuma per altri 25'

TABELLA RIEPILOGATIVA DELL'IDONEITA' ALL'ESTINZIONE DEI VARI TIPI DI LIQUIDO SCHIUMOGENO.

METODO DI APPLICAZIONE DELLA SCHIUMA		INDIRETTO VERSATORI O GETTO A SCORRIMENTO								DIRETTO PROIEZIONE SUL LIQUIDO INFIAMMATO									
		PROTEIN.		SINTET.		FL. PROT.		FL. SINT.		PROTEIN.		SINTET.		FL. PROT.		FL. SINT.			
TIPO DI LIQUIDO SCHIUMOGENO		1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'		
DURATA DELLA COMBUSTIONE LIBERA		1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'	1'	5'		
LIQUIDO INFIAMMABILE	BENZ.-TOLUOLO (CATG. A)	APPL.NE SPECIFICA $z/\text{min}\cdot\text{m}^3$	2	○	○	○	○	◐	◐	◐	○	○	○	○	◐	◐	◐	○	
			4	◐	◐	◐	◐	●	●	●	◐	○	○	◐	○	●	●	●	◐
			6	●	◐	●	◐	●	●	●	●	○	○	◐	◐	●	●	●	●
			8	●	●	●	●	●	●	●	●	◐	○	●	◐	●	●	●	●
	GASOLIO (CATG. B)		2	◐	◐	●	◐	●	●	●	●	◐	◐	●	◐	●	●	●	●
			4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◐	●	●	●	●	●	●
			6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
			8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

- - non si ottiene la pratica estinzione entro i 5 minuti;
- ◐ - si può ottenere la pratica estinzione entro i 5 minuti solo in assenza di elementi turbativi;
- ◑ - si ottiene la pratica estinzione in un tempo non superiore a 5 minuti;
- - si ottiene la pratica estinzione in un tempo nettamente inferiore a 5 minuti.

SCHIUME BAGNANTI SCHIUMANTI

•80

DI RECENTE SI SONO SVILUPPATE LE COSIDETTE

SCHIUME BAGNANTI SCHIUMANTI – classe A

ADDIZIONATE CON SPECIALI SOSTANZE TENSIOTTIVE CON
ELEVATI POTERI - RESISTENTI – ASSORBENTI – RAFREDDANTI E
ADESIVI

SONO FORTEMENTE INSTABILI AL FORTE CALORE

SERVONO SOPRATTUTTO A PROTEZIONE INDIRETTA DEI BENI
ESPOSTI AL FUOCO

Polveri estinguenti

•81

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

L'azione estinguente delle polveri è prodotta dalla decomposizione delle stesse per effetto delle alte temperature raggiunte nell'incendio, che dà luogo ad effetti chimici sulla fiamma con **azione anticatalitica** ed alla produzione di anidride carbonica e vapore d'acqua.

I prodotti della decomposizione delle polveri separano il combustibile dal comburente, raffreddano il combustibile incendiato e inibiscono il processo della combustione. L'azione esercitata dalle polveri nello spegnimento dell'incendio è pertanto di tipo **chimico** (inibizione del materiale incombusto tramite catalisi negativa), di **soffocamento** della fiamma e di **raffreddamento**.



Polveri estinguenti

•82

Utilizzo dell'estintore a polvere

*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*

Gli estintori a polvere devono riportare l'indicazione della loro idoneità all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione, per esempio: "adatto all'uso su apparecchiature elettriche sotto tensione fino a 1000 V ad una distanza di un metro"

*Le polveri essendo costituite da particelle solide finissime, **possono danneggiare le apparecchiature e macchinari.***

Una volta spento l'incendio è opportuno arieggiare il locale, in quanto, oltre ai prodotti della combustione (CO, CO₂, vari acidi e gas, presenza di polveri incombuste nell'aria) la stessa polvere estinguente, molto fine, può essere inspirata insieme ad altre sostanze pericolose dall'operatore.

Polvere: azione di soffocamento

•83

Dovuto all'azione di copertura o stratificazione che effettua la polvere; questa, depositandosi sulle parti incendiate e su quelle incombuste, isola praticamente il materiale incendiato dal comburente e rende inattaccabile il materiale non combusto.

In certe polveri, inoltre, dalla reazione chimica fra le sostanze di cui sono composte ed il focolaio di incendio si sviluppa anidride carbonica che esplica una azione di soffocamento sostituendosi all'ossigeno presente nell'aria.

Polvere: azione di soffocamento

Le polveri a base di fosfato monoammonico sotto l'azione del calore si decompongono lasciando un residuo (crosta) che impedisce il contatto con l'ossigeno prevenendo nuove riaccensioni.

Polvere: azione di raffreddamento

Dovuto all'abbassamento della temperatura del combustibile al di sotto della temperatura di accensione, sia per effetto del raffreddamento dovuto per assorbimento di calore da parte dell'agente estinguente sia per effetto della predetta reazione chimica.

Polvere: azione anticatalitica

•86

Per effetto delle alte temperature raggiunte nell'incendio si ha una decomposizione delle stesse con conseguente azione anticatalitica. Le sostanze contenute nelle polveri interagiscono con i radicali liberi H^+ e OH^- formando strutture molecolari stabili, con conseguente rottura della catena di reazione e blocco definitivo dell'incendio.

Quanto sopra, giustifica la grande efficacia e l'elevata velocità di azione, in relazione alla limitata quantità di sostanza necessaria per l'estinzione.

Polveri estinguenti

Le polveri sono costituite da particelle solide finissime.

Le principali sostanze utilizzate sono:

- bicarbonato di sodio
- bicarbonato di potassio
- solfato di potassio
- cloruro di sodio
- solfato di ammonio
- fosfato di ammonio

A tali sostanze vengono aggiunti additivi vari che ne migliorano l'attitudine all'immagazzinamento, la fluidità, l'idrorepellenza ed in alcuni casi la compatibilità con le schiume.

Polveri estinguenti

Per ogni tipo di combustibile è comunque necessario applicare il tipo di polvere in grado di espletare al meglio la funzione estinguente.

In particolare, le polveri “polivalenti” (a base di fosfati monoamminici) sono adatte per fuochi di classe A, B e C.

CLASSI DI FUOCO	Contenuto della polvere
B - C	BICARBONATO DI SODIO O DI POTASSIO
A - B - C	FOSFATO MONOAMMONICO
D	CLORURO DI SODIO

Polveri estinguenti

Le polveri hanno proprietà altamente dielettriche (NON conducono l'elettricità) e quindi possono essere usate anche su apparecchiature sotto tensione.

Le polveri hanno un alto potere riflettente (sono OPACHE) e contengono il calore sviluppato dalle fiamme all'interno della cappa da loro creata durante l'erogazione. Grazie al loro potere riflettente proteggono gli operatori dall'irraggiamento termico, ma possono presentare alcuni inconvenienti nell'impiego per la loro opacità e, come sopra indicato, per le difficoltà di respirazione che insorgono nelle zone in cui sono scaricate.

Polveri estinguenti

Principali usi:

spegnimento di incendi di liquidi infiammabili (soprattutto in presenza di alte temperature, dove potrebbe non essere accettabile lo shock termico provocato dalle basse temperature della CO₂)

spegnimento di incendi di materiali solidi con formazione di brace

utilizzabile sia in locali chiusi che all'aperto

Polveri estinguenti

ATTENZIONE

Le polveri hanno il difetto di sporcare (spesso in maniera irreparabile) tutto quanto interessato dalla scarica.

Sono controindicate nei casi in cui siano coinvolte sostanze che reagiscono pericolosamente con la polvere come i cianuri alcalini.

Anche se in genere le polveri adottate non sono tossiche, occorre comunque valutare, e considerare nella progettazione, i possibili rischi indotti alle persone, ad esempio difficoltà di respirazione e visibilità ridotta in prossimità della zona di scarica.

Polveri estinguenti per fuochi di classe D

Non esiste un modello di fuoco per gli incendi di classe D.

Di conseguenza non esistono estinguenti idonei per tutti i combustibili ricadenti in tale classe.

L'estinguente da utilizzare deve pertanto essere scelto caso per caso.

Per i metalli sono generalmente idonee polveri a base di cloruro di sodio, che estinguono l'incendio per soffocamento, in seguito alla sinterizzazione delle polveri depositatesi sul combustibile.



Gas inerti



I gas inerti utilizzati per la difesa degli incendi di ambienti chiusi sono generalmente l'anidride carbonica, l'azoto, l'argon.

La loro presenza nell'aria riduce la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione, esplicando quindi una azione estinguente di:

- soffocamento.

Gas inerti

•94

I gas inerti utilizzati per la difesa dagli incendi di ambienti chiusi sono generalmente l'**anidride carbonica** e in minor misura l'**azoto**.

L'anidride carbonica non risulta tossica per l'uomo, è un gas più pesante dell'aria perfettamente dielettrico, normalmente conservato come gas liquefatto sotto pressione.

Azione antincendio

L'azione estinguente dell'anidride carbonica si esplica:

soffocamento, riducendo la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione

raffreddamento del combustibile, dovuto all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.

1 Kg di anidride carbonica (0°C e 1 Atm) = 509 litri di gas

Anidride carbonica

•95

Utilizzati principalmente in ambienti chiusi

*È utilizzata principalmente l'**anidride carbonica (CO₂)** e in minor misura l'azoto*

La loro presenza nell'aria riduce la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione.

L'anidride carbonica:

- **non** risulta **tossica** per l'uomo
- è un gas **più pesante dell'aria**
- è perfettamente **dielettrico** (non conduce elettricità)
- è normalmente conservato come **gas liquefatto** sotto pressione
- produce differenzialmente dall'azoto anche un'azione estinguente per **raffreddamento** dovuta all'assorbimento di calore generato dal passaggio dalla fase liquida alla fase gassosa.

I gas inerti possono essere utilizzati su apparecchiature elettriche in tensione



Anidride carbonica

•96



Sostanza	AZOTO	CO ₂
	(% 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

Nella tabella sono riportate le percentuali in volume di anidride carbonica e di azoto necessarie per inertizzare l'atmosfera in modo tale da renderla incapace di alimentare la combustione di alcune sostanze infiammabili.

SOTTOSSIGENAZIONE

•97

Nr.	Materiale	Soglia di accensione % Vol. O ₂ (temperatura media °C)
1	PE-HD (involucro, materiali costitutivo)	16,0
2	PP (involucro, materiali costitutivo)	16,0
3	PMMA	15,9
4	ABS	16,0
5	PVC (cavo)	16,9
6	Da 1 a 5 con rischio EED	15,9
7	PE-LD (fogli per imballaggio)	15,9

Cellulosa sotto forma di materiale da imballaggio e componente di prodotti (ad es. libri o atti)

8	Legno di abete (legno per pallet, non trattato)	17,0
9	Cartone (scatole per imballaggio, marrone, non trattato, non pressato)	15,0
10	Cartone pallettizzato (scatole per imballaggio, marrone, non trattato, non pressato)	15,0
11	Carta (carta per stampante, 80 g/m ² , bianca, non trattata)	14,1

Tabella 1 - Concentrazione massima ammissibile di ossigeno per evitare l'incendio di varie sostanze
Secondo la normativa austriaca TRVB S 155

SOTTOSSIGENAZIONE

•98

I SENSI UMANI NON RILEVANO LA SOTTOSSIGENAZIONE

- 21%** Concentrazione normale di O₂
- 19%** Sbadigli, stanchezza
- 14%** Polso rapido, malessere, vertigini
- 10%** Nausea, svenimento rapido
- 8%** Coma dopo 40", arresto respiratorio, morte
- 0%** Coma e arresto respiratorio dopo tre inspirazioni, Morte

Idrocarburi alogenati

•99

Gli idrocarburi alogenati, detti anche **HALON**

(HALogenated- hydrocarbON)

sono formati da **idrocarburi saturi** in cui gli atomi di idrogeno sono stati parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di **cromo**, **bromo** o **fluoro**. L'azione estinguente degli HALON avviene attraverso l'**interruzione chimica della reazione di combustione**.

Questa proprietà di natura chimica viene definita **catalisi negativa**.



Idrocarburi alogenati

•100

Gli HALON sono efficaci su *incendi* che si verificano in *ambienti chiusi scarsamente ventilati* e producono un'azione estinguente che non danneggia i materiali con cui vengono a contatto.

Tuttavia, alcuni HALON per effetto delle alte temperature dell'incendio si decompongono producendo gas tossici per l'uomo a basse concentrazioni, facilmente raggiungibili in ambienti chiusi e poco ventilati.

Il loro utilizzo è stato abolito da disposizioni legislative emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico (Decreto Ministeriale dell'Ambiente e della tutela del territorio del 3.10.2001 - Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon)



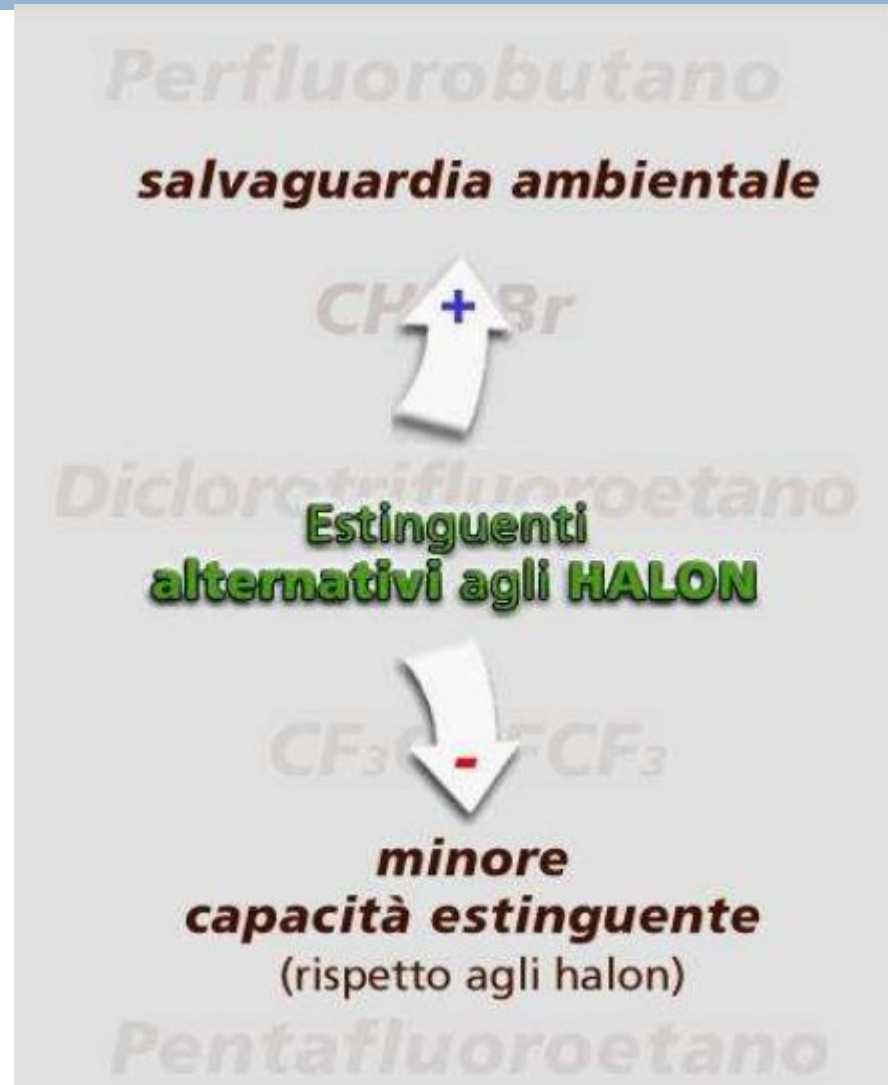
Idrocarburi alogenati

•101

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 inertizzanti e prodotti che agiscono per azione anticatalitica.



IDROCARBURI ALOGENATI (HALON)

•102

- Sono derivati dal metano con sostituzione totale o parziale degli atomi di idrogeno con atomi di cloro-fluoro-bromo-iodio.
- A temperatura ordinaria si presenta in forma gassosa, ma per l'uso vengono stoccati in bombole ove vengono compressi e mantenuti allo stato liquido.
- Sono facilmente vaporizzabili, non lasciano residui, sono dielettrici, non corrosivi, inalterabili e presentano punti di congelamento molto bassi.

Azione estinguente dovuta a:

- **catalisi negativa:** interagiscono con i radicali liberi sottraendoli al processo di combustione provocando il blocco della catena di reazione;
- **soffocamento:** spiazzano il comburente, impedendone il contatto col combustibile.
- **raffreddamento:** assorbendo calore nel passaggio dallo stato liquido a quello gassoso, riducono la temperatura del combustibile al di sotto della temperatura di accensione.

ESTINGUENTI SOSTITUTIVI DEGLI HALON: GAS CHIMICI

Sigla	Nome della molecola	Formula bruta	Denominazione commerciale
FC-3-1-10	Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	CEA-410 (3M)
HBFC-22B1	Bromodifluorometano	CHF ₂ Br	Halon 1201
HCFC Blend A	Diclorotrifluoroetano HCFC-123 (4,75%) Clorodifluorometano HCFC.22 (82%) Clorotetrafluoroetano HCFC-124 (9,5%) Isopropenil-1-metilcicloesene (3,75%)	CHCl ₂ CF ₃ CHClF ₂ CHClFCF ₃	NAF S-III NORTH AMERICA FIRE GUARDIAN TECHNOLOGY (Safety Hi-tech)
HCFC-124	Clorotetrafluoroetano	CHClFCF ₃	FE-241 (DUPONT)
HFC-125	Pentafluoroetano	CHF ₂ CF ₃	FE-25 (DUPONT)
HFC-227ea	Eptafluoropropano	CF ₃ CHFCF ₃	FM-200 FIKE (Silvani)
HFC-23	Trifluorometano	CHF ₃	PF-23 (Vesta) oppure FE-13 (DUPONT)
IG-541	Azoto (52%) Argon (40%) Anidride carbonica (8%)	N ₂ Ar CO ₂	INERGEN ANSUL (Wormald italiana)

AEROSOL

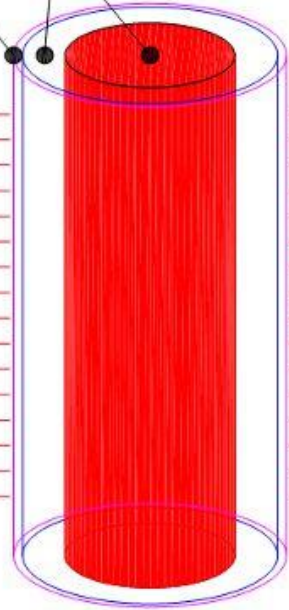
•104

CONTENITORE ACCIAIO INOX

FILTRO RAFFREDDAMENTO

ESTINGUENTE

EROGAZIONE RADIALE SU 360°



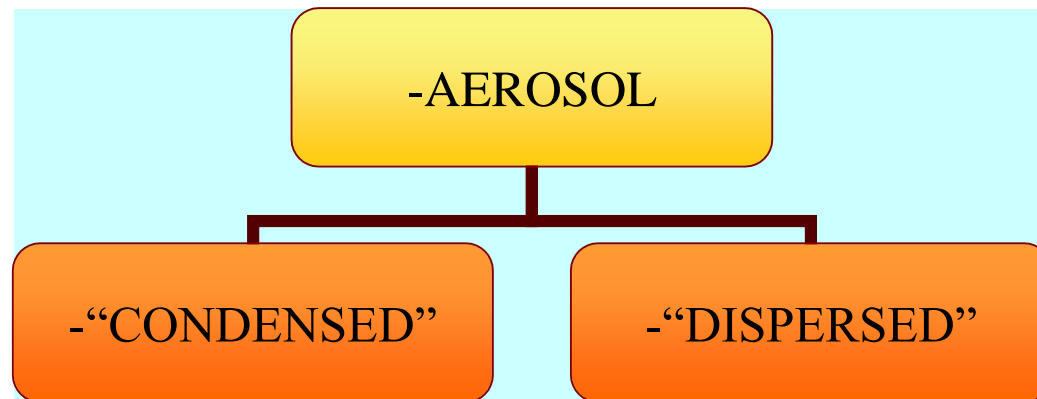
EROGAZIONE RADIALE SU 360°



AEROSOL

•105

Sono costituite da dispersioni di particelle solide o liquide in un gas. Nella tecnologia antincendio le particelle disperse sono allo stato solido ed in genere sotto forma di Sali di potassio. I meccanismi di estinzione sono principalmente quelli di inibizione chimica (funzione anticatalitica) e, secondariamente, di soffocamento.



Gli aerosol “**condensed**”, frequentemente utilizzati nel settore antincendio, sono generati dalla combustione controllata di un prodotto solido posto in un apposito contenitore che poi viene raffreddato (sono detti anche aerosol “*pirotecnici*”). Gli aerosol di tipo “**dispersed**” sono già formati e vengono erogati nell’ambiente da proteggere mediante un gas vettore. Questi ultimi sistemi sono in fase di sperimentazione.

AEROSOL (condensed)

Sono stati messi a punto ed utilizzati in ambito aerospaziale in Unione Sovietica. La sostanza estinguente è costituita dai prodotti della combustione del nitrato di potassio.

Le cartucce possono avere peso variabile da 100 g a qualche chilogrammo e sono costituite da:

- un volume per il compound (35-90% di KNO_3);
- un elemento di innesco (usualmente di natura elettrica);
- una camera di combustione;
- eventuali elementi accessori funzionali
- sbocchi e percorsi di sfogo.

AEROSOL (condensed)

Il nitrato di ammonio si innesca a circa 300°C e con temperature di combustione sino a $1200 - 2000^{\circ}$. I prodotti della combustione costituiscono l'aerosol (particelle di granulometria $<5\ \mu\text{m}$) che ha proprietà estinguenti simili a quelli delle polveri.

**Azioni per estinzione in base all'effettivo contributo
usualmente riscontrato per ciascun estinguente**




Estinguente	1° azione	2° azione	3° azione	Classi di fuoco	apparecchi in tensione (*)
Polvere	chimica	soffocamento	raffreddamento	A B C	se senza simbolo
CO₂	raffreddamento	soffocamento	-	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



COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE, LIQUIDE E GASSOSE

•109

Estinguenti in ordine di efficacia per ciascuna classe di fuoco					
Descrizione	Classe di fuoco	1° estinguente	2° estinguente	3° estinguente	4° estinguente
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

Intercettare sempre il flusso !!!

NATURA DELL'INCENDIO	SOSTANZA ANTINCENDIO				
	Acqua		Schiuma	Polvere	CO ₂ (gas inerti)
	Getto pieno	Nebulizzata - vapore			
Materiali comuni: Carbone, legname, tessuti, carta, paglia	SI	SI	SI	SI	SI
Liquidi infiammabili più leggeri dell'acqua e non miscibili con essa: Vernici, benzine, oli, lubrificanti	NO	SI	SI	SI	SI
Liquidi infiammabili più leggeri dell'acqua, miscibili o più pesanti anche non miscibili: Alcoli, acetone, acrilonitrile, dicloroesano	SI	SI	SI	SI	SI
Sostanze comburenti: Nitrati, nitriti, permanganati, clorati, perclorati	SI	NO	NO	NO	NO
Sostanze reagenti pericolosamente con acqua: Carburo di calcio, sodio, Potassio, Acidi forti, Metalli fusi	NO	NO	NO	SI	SI
Gas infiammabili: Etilene, idrogeno, gas liquefatti, acetilene, ossido di carbonio, metano	NO	SI	NO	SI	SI
Apparecchiature elettriche: Motori elettrici, cabine elettriche, interruttori, trasformatori	NO	NO	NO	SI	SI
Materiali particolari: Apparecchiature delicate, documenti, quadri, tappeti di valore, mobili e oggetti d'arte	NO	NO	NO	SI	SI

IL MECCANISMO DI ESTINZIONE DELLE SOSTANZE ESTINGUENTI

•111

AZIONE	ACQUA	SCHIUMA	POLVERE	ANIDRIDE CARBONICA	IDROCARBURI ALOGENATI	CLEAN AGENT
RAFFREDDAMENTO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
SOFFOCAMENTO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
ANTICATALISI	NO	NO	SI	NO	SI	SI