



ENRICO CINALLI

IL NUOVO CARICO DI INCENDIO

GUIDA PRATICA AL CALCOLO DEL CARICO DI INCENDIO

Fogli di calcolo e relazione tecnica personalizzabile
da allegare al progetto di prevenzione incendi



**PRONTO
GRAFILL**
Clicca e richiedi di essere contattato
per informazioni e promozioni



WEBAPP INCLUSA
CON AGGIORNAMENTO AUTOMATICO

GRAFILL

Enrico Cinalli
IL NUOVO CARICO DI INCENDIO
Ed. I (04-2021)

ISBN 13 978-88-277-0227-7
EAN 9 788827 702277

Collana **COME FARE PER** (49)



Prima di attivare Software o WebApp inclusi
prendere visione della licenza d'uso.

Inquadrare con un reader il QR Code a fianco
oppure collegarsi al link <https://grafill.it/licenza>

© **GRAFILL S.r.l.** Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313 – Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

**CONTATTI
IMMEDIATI**



ProntoGRAFILL
Tel. 091 226679



Chiamami
chiamami.grafill.it



Whatsapp
grafill.it/whatsapp



Messenger
grafill.it/messenger



Telegram
grafill.it/telegram

Finito di stampare presso **Tipografia Publistampa S.n.c. – Palermo**

Edizione destinata in via prioritaria ad essere ceduta nell'ambito di rapporti associativi.
Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



**PRONTO
GRAFILL**



**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

SOMMARIO

PREFAZIONE.....	p.	7
1. IL CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO	"	9
1.1. Calcolo del carico di incendio specifico di progetto.....	"	10
1.2. Determinazione del carico di incendio specifico q_f	"	13
1.2.1. Determinazione di q_f mediante valutazione analitica	"	14
1.2.2. Determinazione di q_f mediante valutazione statistica.....	"	15
1.3. La classe di resistenza al fuoco del compartimento.....	"	16
1.4. Contributo al carico di incendio delle strutture portanti lignee	"	20
1.5. Schema di flusso riassuntivo del procedimento di calcolo di $q_{f,d}$	"	21
2. ESEMPIO PRATICO	"	22
2.1. Determinazione di $q_{f,d}$ mediante valutazione statistica secondo «Codice».....	"	25
2.2. Determinazione di $q_{f,d}$ mediante valutazione analitica secondo «Codice»	"	31
3. DAL CARICO DI INCENDIO ALLA STIMA DELLA CURVA <i>RHR</i>	"	37
3.1. Determinazione della curva <i>RHR</i> (t).....	"	40
3.2. Stima della temperatura dei gas caldi durante un incendio	"	46
4. DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA LIBERA DAI FUMI E GAS DI COMBUSTIONE	"	48
4.1. Determinazione della portata massica di fumo durante un incendio	"	48
4.2. Variazione dell'altezza libera dai fumi e dai gas di combustione durante un incendio.....	"	49
4.3. Massa d'aria necessaria alla combustione ed eccesso d'aria.....	"	50
4.4. Esempio applicativo – Curva <i>RHR</i>	"	52
4.5. Esempio applicativo – Altezza libera da fumi e gas di combustione.....	"	52

APPENDICE 1

RIFERIMENTI NORMATIVI	p.	63
Decreto del Ministero dell'interno 9 marzo 2007	"	63
Lettera-circolare prot. n. P414/4122 sott. 55 del 28 marzo 2008	"	74
Sezione S.2 del D.M. 3 agosto 2015 come modificato dal D.M. 18 novembre 2019	"	79
Paragrafo M.2.6 – Sezione M.2 del D.M. 3 agosto 2015 come modificato dal D.M. 18 novembre 2019	"	114

APPENDICE 2**DATI CALORIMETRICI**

PER ATTIVITÀ, MATERIALI E ARREDI	"	119
---	---	-----

CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP	"	168
---	---	-----

1. Contenuti della WebApp	"	168
2. Requisiti hardware e software	"	169
3. Attivazione della WebApp	"	169
4. Assistenza tecnica sui prodotti Grafill	"	169

BIBLIOGRAFIA	"	170
---------------------------	---	-----

PREFAZIONE

Scopo del libro è quello di fornire ai responsabili del servizio di prevenzione e protezione, agli addetti antincendio e ai progettisti uno strumento utile e di semplice utilizzo per determinare in modo appropriato e consapevole il *carico di incendio*¹ secondo la normativa italiana vigente e quindi sia secondo il metodo indicato dal D.M. 9 marzo 2007 sia secondo il metodo proposto dal D.M. 3 agosto 2019 come modificato dal D.M. 18 ottobre 2019 oggi spesso identificato con il termine «*Codice di Prevenzione Incendi*» e nel presente testo indicato anche semplicemente con il termine «*Codice*».

Le due modalità di calcolo fornite dai suddetti decreti sono identiche nella metodologia ma differiscono, seppur minimamente, nei parametri e nei valori delle tabelle utilizzate per la determinazione del *carico di incendio specifico di progetto*².

Le due modalità di calcolo non sono però alternative tra loro: quella contenuta nel *Codice* deve essere utilizzata nel caso di progettazione effettuata secondo i contenuti dello stesso decreto mentre negli altri casi deve essere utilizzato il metodo indicato dal D.M. 9 marzo 2007.

Il risultato finale del calcolo, rappresentato dalla *classe di resistenza al fuoco*³, ottenuto con le due modalità è spesso uguale.

Il testo illustra, attraverso un esempio, l'utilizzo dei due fogli di calcolo che consentono di determinare il carico di incendio secondo i due decreti. I fogli di calcolo sono scaricabili attivando la WebApp come da procedura riportata nel Capitolo «*Contenuti e attivazione della WebApp*».

I fogli di calcolo contengono un ricco **archivio di oltre 1.500 tipologie di materiali** tratti dal programma Claraf sviluppato dall'Area Protezione Passiva della Direzione Centrale del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, dalle Norme UNI e dalla letteratura tecnica consolidata.

¹ Il *carico di incendio* è definito in entrambi i decreti come: 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. Il carico di incendio è espresso in MJ; convenzionalmente 1 MJ è assunto pari all'energia sviluppata da 0,057 kg di legna equivalente (1 kg di legna equivalente è assunto pari a 17,5 MJ).

² Definito il *carico d'incendio specifico* come il carico di incendio riferito all'unità di superficie lorda di piano, espresso in MJ/m², il *carico d'incendio specifico di progetto* è definito in entrambi i decreti come il *carico d'incendio specifico corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio del compartimento antincendio* e dei fattori relativi alle misure antincendio presenti. Esso costituisce la grandezza di riferimento per le valutazioni della resistenza al fuoco delle opere da costruzione.

³ La *classe di resistenza al fuoco* è intervallo di tempo espresso in minuti, definito in base al carico di incendio specifico di progetto, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la resistenza al fuoco.

È possibile personalizzare il database inserendo ulteriori 200 tipologie di materiali.

Oltre ai due fogli di calcolo è disponibile anche un modello di relazione tecnica in formato modificabile che permette di realizzare un documento completo da poter essere utilizzato, per esempio, quale parte integrante di un progetto di prevenzione incendi o di un documento di valutazione dei rischi di incendio.

È anche disponibile un foglio di calcolo completo della relativa relazione tecnica per la **stima della curva RHR** secondo quanto indicato nella Sezione M dell'allegato I al D.M. 3 agosto 2019 come modificato dal D.M. 18 ottobre 2019. Infine è disponibile un foglio di calcolo che consente entro determinati limiti di valutare l'andamento dell'altezza libera da fumo per compartimenti di semplice geometria.

Tutti i fogli di calcolo e le relative relazioni tecniche sono stati sviluppati con software Microsoft Office Home and Business 2013 e sono disponibili rispettivamente nelle versioni *.xlsx* e *.docx*.

Il Capitolo 5 contiene i testi normativi di riferimento mentre il Capitolo 6 contiene le tabelle con i dati calorimetrici inclusi nei fogli di calcolo.

CAPITOLO 1

IL CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

L'individuazione dei materiali combustibili o infiammabili e delle relative quantità consente di calcolare il carico di incendio e costituisce un punto fondamentale nella individuazione dei pericoli di incendio ma è assolutamente non esaustivo né per l'individuazione dei pericoli né per la valutazione dei rischi di incendio se non vengono effettuate valutazioni più approfondite.

Per tali valutazioni occorrerà infatti valutare sia la tipologia dei materiali presenti sia le condizioni del contesto e dell'ambiente nei quali gli stessi sono inseriti quali ad esempio: la velocità di combustione, la modalità di stoccaggio e manipolazione, l'interazione inneschi-combustibili, la possibile formazione di atmosfere esplosive, le caratteristiche plano-volumetriche dell'ambiente, la disponibilità di aerazione e di superfici utili allo smaltimento di fumi e calore, ecc..

Il carico di incendio per una determinata quantità di legname, per esempio, è infatti indipendente dalla sua forma e pezzatura tuttavia in termini di pericolo di incendio un oggetto solido massiccio (un armadio) determinerà un incendio più lento rispetto a solidi a bassa densità e piccola pezzatura (truciolato) poiché varia la velocità di propagazione.

Analogamente, a parità di tipologia e quantità di materiale combustibile, la modalità di stoccaggio può determinare velocità di propagazioni differenti: per esempio bobine di carta stoccate verticalmente presenteranno una velocità di propagazione maggiore rispetto a bobine stoccate orizzontalmente.

Come più avanti dettagliatamente analizzato, noti i materiali presenti e le relative quantità, unitamente a molti aspetti sopra evidenziati ed elencati sinteticamente nella tabella di seguito riportata (tabella 1.1), si può determinare il carico di incendio specifico di progetto e quindi la classe di resistenza al fuoco che un compartimento antincendio¹ deve possedere ma non ne esaurisce la valutazione del rischio di incendio. Come specificato nel *Codice*, la valutazione del rischio d'incendio rappresenta un'analisi della specifica attività, finalizzata all'individuazione delle più severe ma credibili ipotesi d'incendio e delle corrispondenti conseguenze per gli occupanti, i beni e l'ambiente; aspetti fondamentali non evidenziati nel calcolo del carico di incendio e non trattati nel presente testo.

¹ *Compartimento antincendio (o compartimento)*: parte dell'opera da costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco. Qualora non sia prevista alcuna compartimentazione, si intende che il compartimento coincida con l'intera opera da costruzione.

Tabella 1.1. *Fattori che influenzano il carico di incendio specifico di progetto.*

1. Superficie lorda del compartimento.
2. Probabilità di innesco, velocità di propagazione e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di soccorso.
3. Presenza di impianti idrici antincendio.
4. Presenza di sistemi automatici di estinzione.
5. Presenza di sistemi automatici di rivelazione, segnalazione e allarme incendio.
6. Presenza di sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore.
7. Presenza di squadre aziendali dedicate alla lotta antincendio con specifico attestato (sinteticamente definita come Gestione della Sicurezza Antincendio).
8. Accessibilità ai mezzi di soccorso, percorsi di accesso protetti, possibilità di controllo o arresto degli impianti e possibilità di comunicazioni affidabili per i soccorritori (sinteticamente definita come Operatività Antincendio).

Il calcolo del carico di incendio specifico di progetto può essere effettuato mediante due procedure:

1. Valutazione analitica.
2. Valutazione statistica.

Le due procedure differiscono nella metodologia utilizzata per determinare il valore nominale del carico di incendio specifico (q_f).

La valutazione analitica può essere utilizzata solo quando si ha una conoscenza esatta della tipologia dei materiali combustibili e dei relativi quantitativi presenti e soprattutto quando si ha certezza che tali materiali e quantitativi non varieranno nella gestione del compartimento. La valutazione statistica invece viene generalmente utilizzata quando non si conoscono con esattezza tipologia e quantità dei materiali combustibili presenti nel compartimento oppure quando la tipologia dei materiali è estremamente diversificata e difficilmente quantificabile.

Ad esempio, dovendo calcolare il carico di incendio di un deposito di una attività commerciale di tipo alimentare in cui vengono stoccati differenti tipologie di generi alimentari è certamente opportuno utilizzare la valutazione statistica mentre per un deposito specifico, quale potrebbe essere uno di farine, è preferibile utilizzare la valutazione analitica.

La procedura analitica, rispetto a quella statistica, consente di calcolare con maggiore precisione il valore nominale del carico di incendio specifico tuttavia pone limiti alla modifica o sostituzione dei materiali e vincolerà maggiormente la gestione del compartimento.

1.1. Calcolo del carico di incendio specifico di progetto

Il calcolo del carico di incendio specifico di progetto, indicato nei decreti di riferimento con $q_{f,d}$ ed espresso in $[MJ/m^2]$, è calcolato mediante la seguente formula:

$$[1] \quad q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{qn} \cdot q_f \quad [MJ/m^2]$$

dove i vari fattori sono definiti come di seguito indicato:

ESEMPIO PRATICO

Nell'esempio che segue determineremo il carico di incendio specifico di progetto per un compartimento di una attività commerciale mediante i due possibili approcci:

1. Approccio statistico;
2. Approccio analitico.

L'attività commerciale in esame è inserita in un edificio costituito da un piano seminterato, destinato ad autofficina accessibile da una rampa esterna, comunicante con il sovrastante piano terra, adibito a esposizione e vendita di autovetture, mediante una scala interna protetta.

Il piano terra è suddiviso nei seguenti ambienti: esposizione di autovetture con due uffici di vendita e servizi igienici (area accessibile al pubblico).

Il vano scala collega l'area di esposizione e vendita con la sottostante autofficina e l'appartamento privato posto al piano primo.

L'appartamento posto al piano primo occupa solo una porzione del sottostante piano terra.

La parte del compartimento, che non presenta il piano sovrastante, ha superficie in pianta di 435 m² e ha una **copertura con struttura portante in legno lamellare con superficie totale esposta al fuoco pari a 850 m²**.

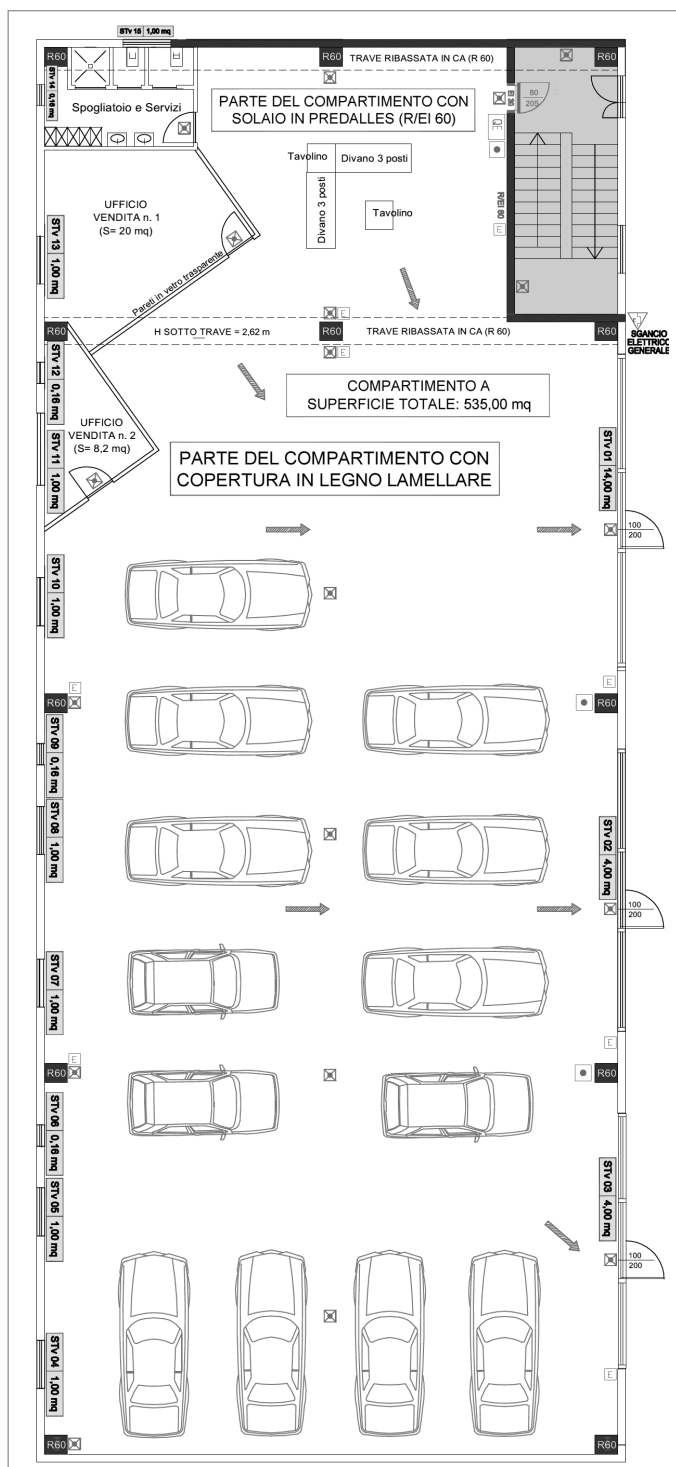
Determineremo il carico di incendio specifico di progetto dell'intero compartimento al piano terra.

La seguente figura 2.1 rappresenta il compartimento oggetto di studio caratterizzato dai seguenti dati:

- Superficie totale del compartimento: **A = 535,00 m²**, così costituita:
 - area espositiva autovetture: $S_1 = 496 \text{ m}^2$;
 - ufficio di vendita n.1: $S_2 = 20 \text{ m}^2$;
 - ufficio di vendita n.2: $S_3 = 8,2 \text{ m}^2$;
 - spogliatoio e servizi igienici: $S_4 = 10,8 \text{ m}^2$.

Il compartimento è dotato solo di estintori e di impianto di rivelazione manuale di incendio. Non è presente alcun impianto automatico di estinzione o rilevazione incendi né sistemi automatici di evacuazione di fumo e calore. Non è presente alcuna rete idrica antincendio.

Il compartimento presenta percorsi protetti di accesso e una buona accessibilità ai mezzi di soccorso dei vigili del fuoco avendo un ampio piazzale esterno accessibile dalla strada statale che viene mantenuto costantemente libero.



CAPITOLO 3

DAL CARICO DI INCENDIO ALLA STIMA DELLA CURVA *RHR*

Il calcolo del carico di incendio non è funzionale esclusivamente alla determinazione della resistenza al fuoco del compartimento ma è spesso valore indispensabile per effettuare scelte appropriate delle diverse strategie antincendio come codificate dettagliatamente nel «Codice di Prevenzione Incendi».

Nel Codice di prevenzione incendi, infatti, molti criteri di attribuzione dei livelli di prestazione delle diverse strategie antincendio dipendono dal carico di incendio specifico.

Nelle tabelle seguenti sono riportati alcuni esempi significativi, per differenti strategie antincendio, da cui si evince che il carico di incendio specifico può determinare differenti livelli di prestazione sia per le strategie antincendio di tipo *gestionale* e *operativo* (tabelle S.5-2 e S.9-2 del Codice) sia per le strategie antincendio di tipo impiantistico quali quelle afferenti alla *estinzione degli incendi*, alla *rivelazione ed allarme incendi*, al *controllo dell'incendio*, al *controllo dell'evacuazione e lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio* (tabelle S.6-2, S.7-2 e S.8-2).

Tabella 3.1. Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione per la strategia «Gestione della sicurezza antincendio» (Tabella S.5-2 del Codice).

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> – profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ▫ R_{vita} compresi in A1, A2; ▫ R_{beni} pari a 1; ▫ $R_{ambiente}$ non significativo; – non prevalentemente destinata ad occupanti con disabilità; – tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -10 m e 54 m; – carico di incendio specifico q_f non superiore a 1200 MJ/m²; – non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; – non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione.
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
III	Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> – profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; – elevato affollamento complessivo: <ul style="list-style-type: none"> ▫ se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; ▫ se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; – numero complessivo di posti letto superiore a 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3;

[segue]

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
III	<ul style="list-style-type: none"> – si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative e affollamento complessivo superiore a 25 occupanti; – si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione e affollamento complessivo superiore a 25 occupanti.

Tabella 3.2. Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione per la strategia «Gestione della sicurezza antincendio» (Tabella S.9-2 del Codice).

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	<p>Opere da costruzione dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> – profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ▫ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ▫ R_{beni} pari a 1; ▫ $R_{ambiente}$ non significativo; – densità di affollamento non superiore a 0,2 persone/m²; – tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 12 m; – carico di incendio specifico q_f non superiore a 600 MJ/m²; – per compartimenti con $q_f > 200$ MJ/m²: superficie lorda ≤ 4000 m²; – per compartimenti con $q_f \leq 200$ MJ/m²: superficie lorda qualsiasi; – non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative; – non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	<p>Opere da costruzione dove sia verificata <i>almeno una</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> – profilo di rischio R_{beni} compreso in 3, 4; – se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; – se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; – numero totale di posti letto > 100 e profili di rischio R_{vita} compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; – si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative ed affollamento complessivo > 25 occupanti; – si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio ed affollamento complessivo > 25 occupanti.

Tabella 3.3. Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione per la strategia «Controllo dell'incendio» (Tabella S.6-2 del Codice).

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette.
	<p>Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> – profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> ▫ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2; ▫ R_{beni} pari a 1, 2; ▫ $R_{ambiente}$ non significativo; – tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m;

[segue]

DETERMINAZIONE DELL'ALTEZZA LIBERA DAI FUMI E GAS DI COMBUSTIONE

4.1. Determinazione della portata massica di fumo durante un incendio

Il calcolo del carico di incendio è un dato fondamentale anche per la valutazione dell'altezza libera da fumo durante lo sviluppo di un incendio.

La portata di fumo e gas di combustione $m_g(t)$ espressa in kg/s che si genera durante un incendio all'istante di tempo t e che stratifica nel tempo a soffitto può essere determinata utilizzando le seguenti espressioni sperimentali indicate dal NIST:

$$a) \quad m_g(t) = 0,124 \cdot RHR(t)^{0,242} \cdot Y(t)^{1,895} \quad \text{valida se } Y(t) \geq 0,2 RHR(t)^{0,4};$$

$$b) \quad m_g(t) = 0,026 \cdot RHR(t)^{0,6364} \cdot Y(t)^{0,909} \quad \text{valida se } 0,08 RHR(t)^{0,4} \leq Y(t) \leq 0,2 RHR(t)^{0,4};$$

$$c) \quad m_g(t) = 0,011 \cdot RHR(t)^{0,566} \cdot Y(t)^{0,7736} \quad \text{valida se } Y(t) < 0,08 RHR(t)^{0,4}.$$

Integrando in modo iterativo per intervalli di tempo molto piccoli ($t_2 - t_1$) (1 o 2 secondi) le equazioni sopra riportate, supponendo che nel periodo ($t_2 - t_1$) l'altezza Y dal pavimento libera da fumo e gas di combustione rimanga costante e pari al valore che aveva al tempo t_1 di inizio dell'intervallo, si può stimare l'altezza libera da fumo al variare del tempo $Y(t)$.

Per far ciò occorre prima ricavare la massa totale di fumo e gas di combustione $M_g(t)$ sviluppata al tempo t , che vale:

$$M_g(t) = \int_0^t m_g(t) dt = \int_0^t 0,124 \cdot RHR(t)^{0,242} \cdot H_{comp}^{1,895} dt \quad [\text{kg}]$$

dove H_{comp} è l'altezza in metri del compartimento.

Per $t_2 > t_1$ si ha:

$$M_g(t_2) = M_g(t_1) + \int_{t_1}^{t_2} m_g(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} 0,124 \cdot RHR(t)^{0,242} \cdot Y(t_{i-1})^{1,895} dt$$

Pertanto per il primo intervallo di tempo da 0 a t_1 , essendo $RHR(t)^{0,242} = (\alpha \cdot t^2)^{0,242}$, si ha:

$$M_g(t_1) = \int_0^{t_1} m_g(t) dt = \int_0^{t_1} 0,124 \cdot (\alpha \cdot t^2)^{0,242} \cdot H_{comp} dt \quad [\text{kg}]$$

$$M_g(t_1) = 0,124 \int_0^{t_1} \alpha^{0,242} \cdot t^{0,484} \cdot H_{comp}^{1,895} dt \quad [\text{kg}]$$

$$M_g(t_1) = 0,124 \int_0^{t_1} \left(\frac{1000}{t_\alpha^2} \right)^{0,242} \cdot H_{comp}^{1,895} dt \quad [\text{kg}]$$

$$M_g(t_1) = 0,124 \cdot 1000^{0,242} \int_0^{t_1} \left(\frac{1}{t_\alpha} \right)^{0,484} \cdot t^{0,484} \cdot H_{comp}^{1,895} dt \quad [\text{kg}]$$

$$M_g(t_1) = 0,124 \cdot 1000^{0,242} \cdot \left(\frac{1}{t_\alpha} \right)^{0,484} \cdot H_{comp}^{1,895} \cdot \frac{1}{1,484} \cdot (t_1^{1,484}) \quad [\text{kg}]$$

$$M_g(t_1) = 0,4446 \cdot \left(\frac{1}{t_\alpha} \right)^{0,484} \cdot H_{comp}^{1,895} \cdot (t_1^{1,484}) \quad [\text{kg}]$$

mentre per t_2 si ha:

$$M_g(t_2) = M_g(t_1) + \int_{t_1}^{t_2} m_g(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} 0,124 \cdot RHR(t)^{0,242} \cdot Y(t_{i-1})^{1,895} dt$$

che con analoghi passaggi si ottiene:

$$M_g(t_2) = M_g(t_1) + 0,4446 \cdot \left(\frac{1}{t_\alpha} \right)^{0,484} \cdot H_{comp}^{1,895} \cdot (t_2^{1,484} - t_1^{1,484}) \quad [\text{kg}]$$

Ovviamente quando $i = 1$ si ha $M_g(t_{i-1}) = M_g(t_0) = M_g(0) = 0$.

4.2. Variazione dell'altezza libera dai fumi e dai gas di combustione durante un incendio

Il volume di fumo e gas di combustione prodotto fino all'istante t_{i-1} è dato dalla seguente espressione:

$$V_g(t_{i-1}) = \frac{M_g(t_{i-1})}{\rho_g(t)} \quad [\text{m}^3]$$

$\rho_g(t)$ rappresenta la densità del fumo e dei gas di combustione che anch'essa varia al variare del tempo in quanto durante l'incendio varia la temperatura all'interno del compartimento; una espressione utilizzabile è data dalla seguente equazione:

$$\rho_g(t) = \rho_a \cdot \frac{T_a}{T_g(t)} \quad [\text{m}^3]$$

dove, alla temperatura ambiente di 20 °C si ha:

APPENDICE 1

RIFERIMENTI NORMATIVI**DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 9 MARZO 2007**

Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco. (G.U. n. 74 del 29 marzo 2007 – Suppl. Ord. n. 87).

IL MINISTRO DELL'INTERNO

Visto il D.Lgs. 08/03/2006, n. 139, recante riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, a norma dell'art. 11 della Legge 29/07/2003, n. 229;

Vista la direttiva del Consiglio 89/106/CEE del 21/12/1988, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione;

Visto il D.P.R. 21/04/1993, n. 246, recante il regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;

Visto il D.P.R. 12/01/1998, n. 37, recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 20, comma 8, della Legge 15/03/1997, n. 59;

Visto il decreto del Ministro dell'interno 04/05/1998, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 104 del 07/05/1998, recante disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco;

Visto il decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14/09/2005, pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 222 del 23/09/2005, recante norme tecniche per le costruzioni;

Visto il decreto del Ministro dell'interno 16/02/2007, recante classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;

Rilevata la necessità di aggiornare i criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco;

Acquisito il parere favorevole del Comitato centrale tecnico scientifico per la prevenzione incendi di cui all'art. 10 del D.P.R. 29/07/1982, n. 577, come modificato dall'art. 3 del D.P.R. 10/06/2004, n. 200;

APPENDICE 2

DATI CALORIMETRICI PER ATTIVITÀ, MATERIALI E ARREDI

Alcuni valori riportati nelle seguenti tabelle presentano una descrizione simile benché numerati diversamente poiché sono stati ricavati da diverse fonti di letteratura tecnica consolidata oltre che dal software Claraf oppure dalle norme UNI.

Nei file in excel riportati nella WebApp inclusa è presente una ulteriore colonna che ne identifica la fonte.

Valori orientativi per tipologie di attività			
Cod.	Descrizione	Potere calorifico	Unità di misura
1	Abiti, manifattura per	510,00	MJ/m ²
2	Abiti, magazzini di vendita	590,00	MJ/m ²
3	Acetilene, deposito di bombole	670,00	MJ/m ²
4	Accumulatori, fabbrica di	500,00	MJ/m ²
5	Accumulatori, spedizione	760,00	MJ/m ²
6	Aeroplani, fabbrica di	170,00	MJ/m ²
7	Aeroplani, officine riparazione manutenzione	170,00	MJ/m ²
8	Agenzia di viaggi	50,00	MJ/m ²
9	Alberghi	340,00	MJ/m ²
10	Alberghi della gioventù	340,00	MJ/m ²
11	Alimentari, commercio di	670,00	MJ/m ²
12	Alimentari, spedizione di prodotti	1000,00	MJ/m ²
13	Alloggio	780,00	MJ/m ²
14	Alluminio, fabbrica di	50,00	MJ/m ²
15	Animali, commercio di	170,00	MJ/m ²
16	Antichità, commercio di	670,00	MJ/m ²
17	Apparecchi fotografici, fabbrica di	340,00	MJ/m ²
18	Appartamenti	340,00	MJ/m ²
19	Armi, fabbrica di	260,00	MJ/m ²
20	Articoli sportivi, vendita	760,00	MJ/m ²
21	Asilo d'infanzia, con pernottamento	420,00	MJ/m ²
22	Asilo per anziani	340,00	MJ/m ²
23	Attrezzi, fabbrica di	170,00	MJ/m ²
24	Automobili, box per	300,00	MJ/m ²

[segue]

CONTENUTI E ATTIVAZIONE DELLA WEBAPP

1. Contenuti della WebApp

▪ Calcolo del carico di incendio specifico di progetto

- Relazione tecnica del calcolo del carico di incendio calcolato secondo quanto richiesto dal Codice.
- Fogli di calcolo del carico di incendio calcolato secondo quanto richiesto dal Codice sia con metodo statistico sia con metodo analitico.
- Relazione tecnica del calcolo del carico di incendio calcolato secondo quanto richiesto dal D.M. 9 marzo 2007.
- Fogli di calcolo del carico di incendio calcolato secondo quanto richiesto dal D.M. 9 marzo 2007 sia con metodo statistico sia con metodo analitico.
- Relazione tecnica relativa alla stima della curva RHR secondo quanto richiesto dal Codice.
- Fogli di calcolo per la stima della curva RHR con una o due tipologie di materiali e la relativa somma grafica.
- Foglio di calcolo per la costruzione della curva relativa all'andamento dell'altezza libera dai fumi e gas di combustione durante un incendio.

I fogli di calcolo contengono un archivio di oltre 1.500 tipologie di materiali ed è possibile personalizzare il database inserendo ulteriori 200 tipologie di materiali o prodotti finiti. La relazione tecnica in formato modificabile consente di realizzare un documento da poter essere parte integrante del progetto di prevenzione incendi.

I contenuti delle WebApp sono di due tipologie:

- **File in formato .docx contenenti le relazioni tecniche**, integralmente modificabili;
- **File in formato .x/sx che contengono i fogli di calcolo collegati alle relazioni tecniche**, parzialmente protetti per evitarne la compromissione ma personalizzabili sia nell'intestazione sia nel piè di pagina. È comunque possibile rimuovere la protezione del foglio di calcolo utilizzando la password «GRAFILL».

Il foglio contenente i poteri calorifici non è protetto da password in modo da poter essere personalizzato sia per la visualizzazione sia per l'inserimento di ulteriori dati. In questa tipologia di file (.x/sx) le celle modificabili sono solo quelle in cui inserire i dati richiesti e sono di colore giallo chiaro oppure rosa chiaro. È consigliabile inserire i dati partendo dall'alto (cioè dalle righe di valore numerico inferiore) verso il basso (righe di valore numerico maggiore). Alcune celle contengono controlli sui dati inseriti: qualora gli stessi non siano congruenti tra loro può comparire una scritta rossa riportante l'attenzione e/o l'errore commesso.

A titolo puramente esemplificativo: se nella cella C7 del file «C.0 – Parte B – Foglio di calcolo Carico di incendio CODICE – GRAFILL» viene inserito 500,00 (mq) e la somma dei valori contenuti nelle celle da C10 a C14 è diverso da 500,00 nella cella L2 compare la scritta «<- Attenzione ! Somma superfici parziali superiore alla superficie in pianta del compartimento» poiché la somma delle varie parti non dovrebbe essere superiore alla superficie in pianta del compartimento a meno della presenza di soppalchi. Tale scritta è visualizzata esternamente all'area di stampa in quanto potrebbe non essere un errore. Nei casi in cui l'errato inserimento dei dati costituisca errore essenziale e non una nota di attenzione la scritta comparirà invece internamente all'area di stampa.

- **Banca dati normativa e giurisprudenza** consultabile attraverso un motore di ricerca, con aggiornamenti automatici per 365 giorni dall'attivazione della WebApp.

2. Requisiti hardware e software

- Dispositivi con MS Windows, Mac OS X, Linux, iOS o Android;
- Accesso ad internet e browser web con Javascript attivo;
- Software per la gestione di documenti Office e PDF (consigliati Adobe Reader 11.0+ e MS Office 2010+).

3. Attivazione della WebApp

1. Collegarsi al seguente indirizzo internet:

https://www.grafill.it/pass/0227_7.php

2. Inserire i codici «A» e «B» (vedi ultima pagina del volume) e cliccare su **[Continua]**.
3. Accedere al **Profilo utente Grafill** oppure crearne uno su **www.grafill.it**.
4. Cliccare sul pulsante **[G-CLOUD]**.
5. Cliccare sul pulsante **[Vai alla WebApp]** in corrispondenza del prodotto acquistato.
6. Fare il **login** usando le stesse credenziali di accesso al **Profilo utente Grafill**.
7. Lo scaffale **Le mie App** presenterà tutte le WebApp attive: per entrare nella WebApp abbinata alla presente pubblicazione cliccare sulla relativa immagine di copertina.

4. Assistenza tecnica sui prodotti Grafill

Per assistenza tecnica sui prodotti Grafill aprire un ticket su **<https://www.supporto.grafill.it>**. L'assistenza è gratuita per 365 giorni dall'acquisto ed è limitata all'installazione e all'avvio del prodotto, a condizione che la configurazione hardware dell'utente rispetti i requisiti richiesti.

