

Promat



Marco Antonelli
Materiali e prodotti per la
resistenza al fuoco, marchio CE
ed asseverazione di rinnovo



Prato

14/04/2015

Promat

SPEAKER:

Marco Antonelli

Head of Product Managers Team
Responsabile relazioni esterne

Promat

etex
a speciality of Bekaert

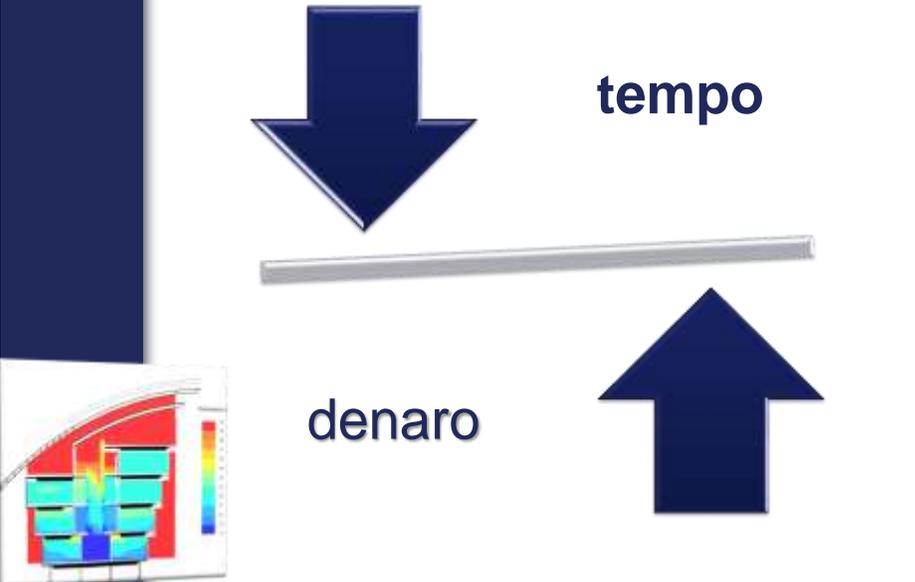
PROMAT S.p.A. s.u.

C.so Paganini 39/3
16125 Genova
Tel 010.24.88.411 – Fax 010.213768
www.promat.it
e-mail: info@promat.it

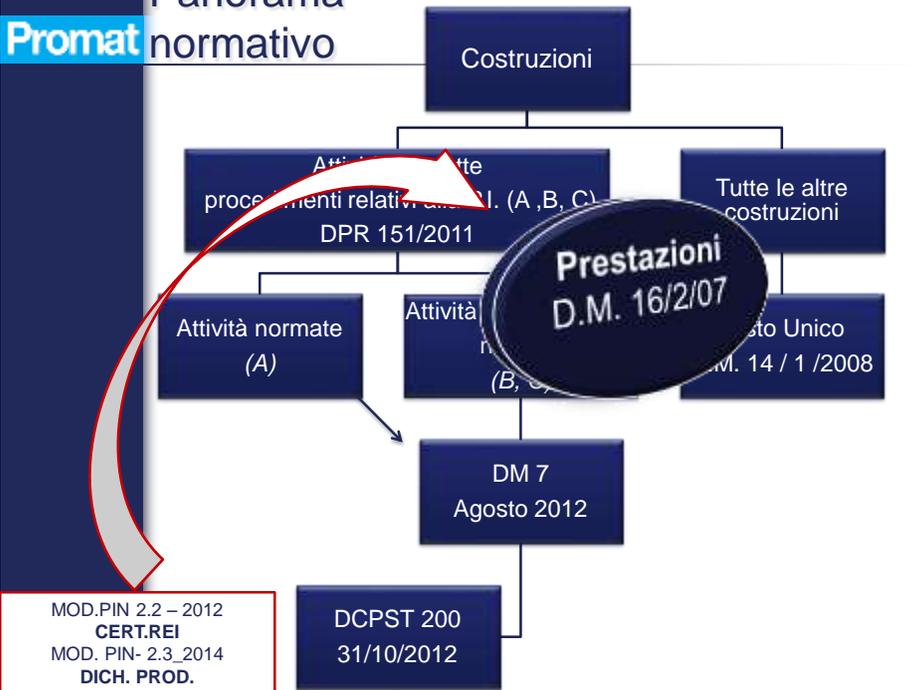
Dal mio piccolo aereo di stelle io ne vedo...

(I. Fossati)

Protezione passiva



Panorama normativo





- **Art. 2. Classificazione di resistenza al fuoco**
 - Le prestazioni di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi possono essere determinate in base ai risultati di prove, calcoli, confronti con tabelle.



Promat

Lettera circolare
9663
23/7/2012



Validità dei rapporti di prova di resistenza al fuoco emessi in base alla circolare 91 del 1961 Chiarimenti applicativi

OGGETTO: Validità dei rapporti di prova di resistenza al fuoco emessi in base alla circolare n. 91 del 1961. Chiarimenti applicativi.

Con l'approvazione della lista di tipi validati per l'impiego dei rapporti di prova di resistenza al fuoco emessi in base alla circolare n. 91 del 1961, si ritiene utile rivedere il quadro normativo di riferimento e, nell'occasione, fornire alcuni chiarimenti applicativi.

Nella seguente tabella sono riportati gli stati delle disposizioni di prevenzione incendi che regolamentano lo stesso lo oggetto:

Disposizione normativa	Contenuto del riferimento
articolo 2 comma 1 del d.lgs. 16/2007	<p>La prova di prova di resistenza al fuoco rilasciati ai sensi della circolare M.I.A. (Ministero dell'Interno) n. 91 del 1961, in vigore dal 1961, e del laboratorio di resistenza delle costruzioni del Corpo statale ed equivalente del Corpo statale dei vigili del fuoco emessi da laboratorio autorizzati ai sensi del decreto del Ministero dell'Interno 26 marzo 1985, sono da ritenersi validi, al fine della commercializzazione dei prodotti ed elementi costruttivi oggetto delle prove, nel rispetto dei seguenti limiti temporali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rapporti emessi entro il 31 dicembre 1985: fino a un anno dall'entrata in vigore del presente decreto; • rapporti emessi dal 1 gennaio 1986 al 31 dicembre 1995: fino a un anno dall'entrata in vigore del presente decreto; • rapporti emessi dal 1 gennaio 1996: fino a cinque anni dall'entrata in vigore del presente decreto.

Rapporti di prova emessi dopo il 1 gennaio 1996 Scadenza: 25 settembre 2012

prodotto/elementi costruttivi diversi dalle strutture in cemento di rapporti di prova sperimentali emessi ai sensi della circolare M.I.A. n. 91 del 1961.

Promat

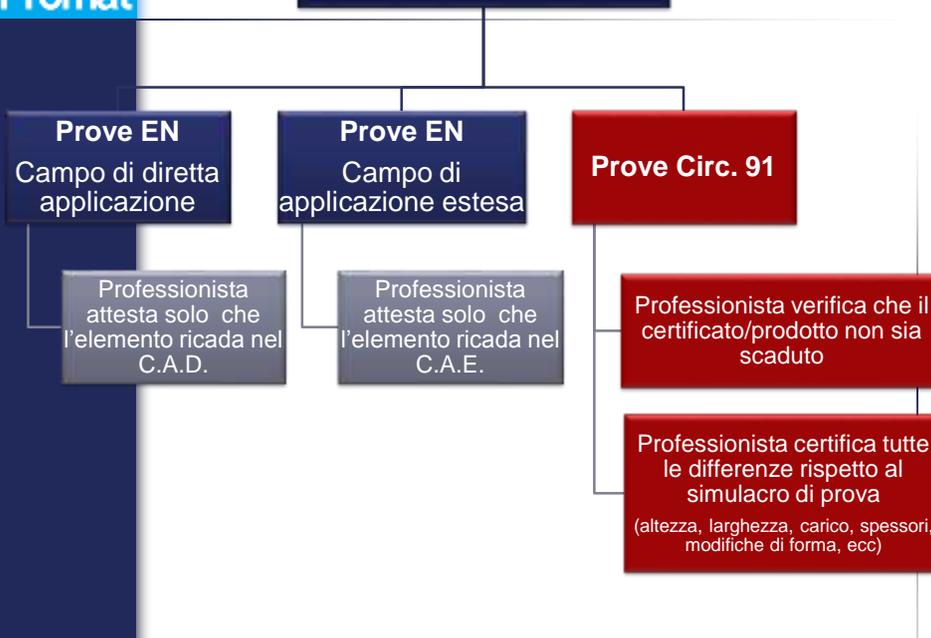
Elementi portanti

elementi strutturali (acciaio, calcestruzzo, misti, ecc.)

progetto presentato prima del	sperimentale	analitico (+ protettivi)	tabellare
25-set-07	Circolare 91/61	UNI 9502-3-4 - parametri termofisici riportati nella norma stessa (se esistenti)	Circolare 91/61
progetto presentato dopo il	sperimentale	analitico (+ protettivi)	tabellare
25-set-07	Circ. 91/61; norme EN 1365-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 parametri termofisici protettivi riportati nella norma stessa (solo per intumescenti calcolati con EN/V 13381-x)	DM 16-2-07
25-set-08	Circ.91/61 (emessi dopo il 31 dicembre 1985); EN 1365-X, Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 parametri termofisici protettivi riportati nella norma stessa (solo per intumescenti calcolati con EN/V 13381-x)	DM 16-2-07
25-set-10	Circ.91/61 (emessi dopo il 31 dicembre 1995); EN 1365-X, Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 parametri termofisici protettivi calcolati con EN/V 13381-x	DM 16-2-07
25-set-12	EN 1365-X, Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 parametri termofisici protettivi calcolati con EN/V 13381-x	DM 16-2-07
11-apr-13	EN 1365-X, Fascicoli tecnici	UNI-ENV 1992-1-2 parametri termofisici protettivi calcolati con EN/V 13381-x	DM 16-2-07

elementi non portanti (pareti, soffitti, barriere passive, canali, estrattori, ecc.)			
progetto presentato <i>prima</i> del	<i>sperimentale</i>	<i>analitico</i>	<i>tabellare</i>
25-set-07	Circolare 91	UNI 9502-3-4	Circ.91/61
progetto presentato <i>dopo</i> il	<i>sperimentale</i>	<i>analitico</i>	<i>tabellare</i>
25-set-07	Circ.91/61; EN 1364-X; EN 1366-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 oppure EC 1992/3/4...-1-2	DM 16-2-07
25-set-08	Circ.91/61 (<i>emessi dopo il 31 dicembre 1985</i>); EN 1364-X; EN 1366-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 oppure EC 1992/3/4...-1-2	DM 16-2-07
25-set-10	Circ.91/61 (<i>emessi dopo il 31 dicembre 1995</i>); EN 1364-X; EN 1366-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 oppure EC 1992/3/4...-1-2	DM 16-2-07
25-set-12	EN 1364-X; EN 1366-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 oppure EC 1992/3/4...-1-2	DM 16-2-07
11-apr-13	EN 1364-X; EN 1366-X; Fascicoli tecnici	UNI ENV 1992/3/4...-1-2	DM 16-2-07

Prove al fuoco



Campo diretta applicazione

- *DM 16 febbraio 2007 – Art.1 . Pt 6*
- Il campo di applicazione diretta del risultato della prova è l'ambito previsto **dallo specifico metodo di prova** e riportato nel **rapporto di classificazione**, delle **limitazioni d'uso** e delle **possibili modifiche** apportabili al campione che ha superato la prova, **tali da non richiedere** ulteriori valutazioni, calcoli o approvazioni per l'attribuzione del risultato conseguito

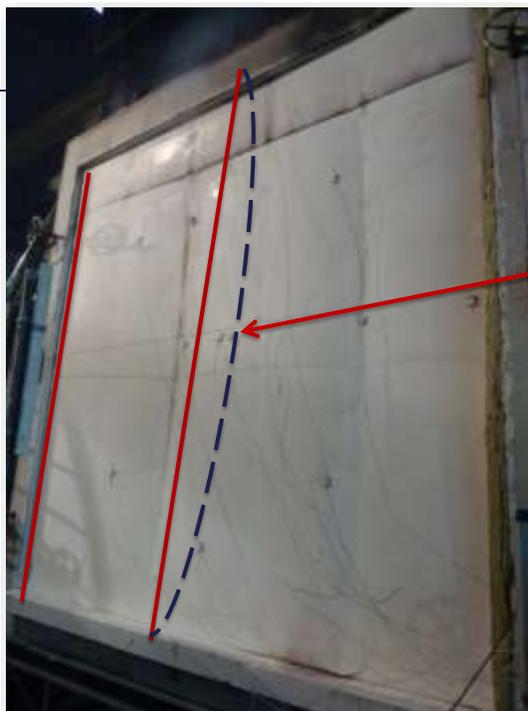
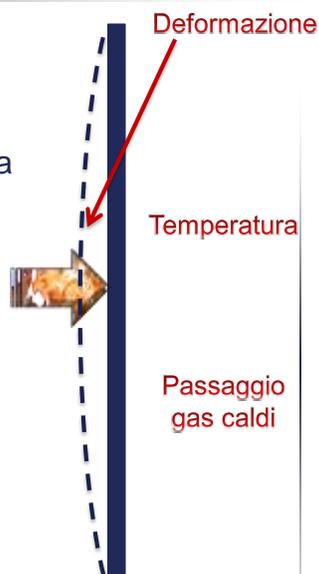
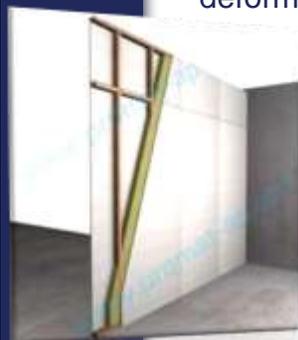
Test EN

prodotti con intrinseca resistenza al fuoco

- **EN 1364-1 (muri e pareti non portanti)**
- EN 1365-1 (muri e pareti portanti)
- **EN 1364-2 (soffitti non portanti)**
- EN 1365-2 (soffitti portanti)
- EN 1364- 3-6 (facciate)
- EN 1365-3 (travi)
- EN 1365- 4 (pilastri)
- **EN 1366-1 (canali di ventilazione)**
- EN 1366-2 (serrande tagliafuoco)
- *EN 1366- 3-4 (barriere passive)*
- *EN 1366-5 (cavedi)*
- EN 1366- 6 (pavimenti flottanti)
- **EN 1366- 8-9 (estrattori)**
- EN 1634-1-3 (porte)
- Ecc...

Pareti non portanti: EN 1364-1

- Prova di una parete di grande dimensione, con giunto libero
- Verifica delle temperatura sulla faccia non esposta e delle deformazioni (flessione)



Deformazione massima

R	E	I	w	t	M	C	S	G	K
	E			120					
	E	I		120					

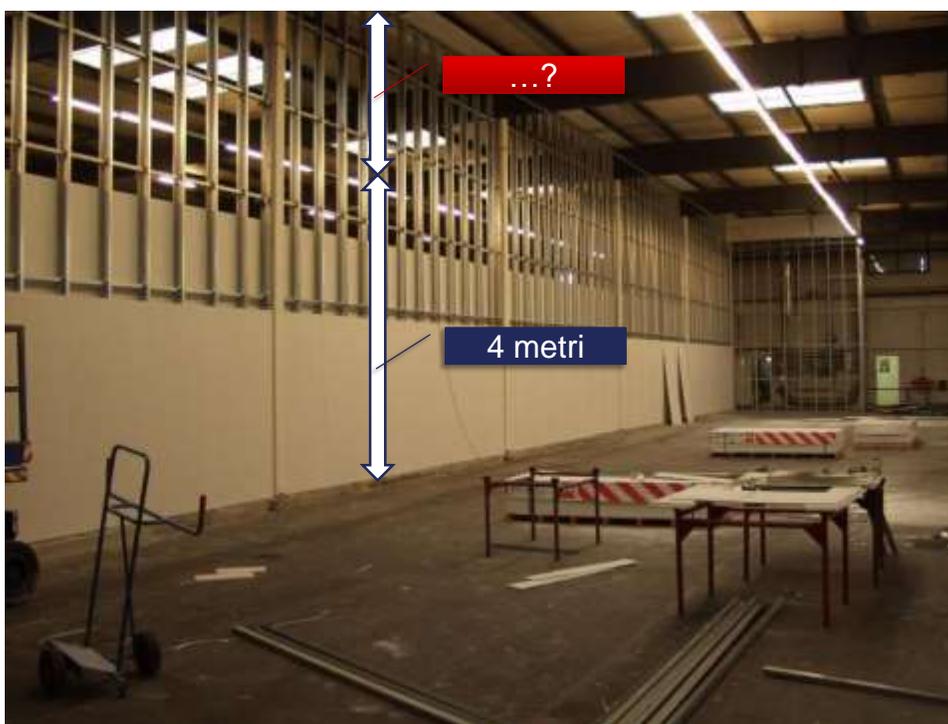
Art. 13 Campo diretta applicazione

Diminuzione dell'altezza

- **Lunghezza infinita**
- **Portafrutti / scatole elettriche provate**
- Aumento dello spessore delle lastre
- Aumento dell'isolante
- Aumento del numero montanti
- **Altezza massima: 4 metri**
- ...

EI 120





Promat **D.M. 16 FEBBRAIO 2007**
(G.U. n. 74 del 29 marzo 2007 s.o. n. 87)

B.8 In caso di variazioni del prodotto o dell'elemento costruttivo classificato, non previste dal campo di diretta applicazione del risultato di prova, **il produttore è tenuto a predisporre un fascicolo tecnico** contenente almeno la seguente documentazione:

B.8.1 **elaborati grafici** del prodotto modificato;

B.8.2 **relazione tecnica**, tesa a dimostrare il mantenimento della classe di resistenza al fuoco, basata su prove, calcoli e altre valutazioni...

B.8.3 eventuali altre approvazioni...

B.8.4 **parere tecnico positivo (del laboratorio che ha effettuato la prova)** sulla completezza e correttezza delle ipotesi a supporto e delle valutazioni effettuate...

Il produttore è tenuto a conservare suddetto fascicolo tecnico e a renderlo disponibile per il professionista

Estensione parete EI 120 (alcuni esempi)

Interasse struttura metallica (mm)	montanti	spessore montanti	larghezza montante	spessore parete	altezza m
600	singoli	0,6	75	115	8,9
	doppi	0,6	75	115	10,9
	doppi in serie	0,6	75	190	12,0
400	singoli	0,6	75	115	10,2
	doppi	0,6	75	115	12,0
	doppi in serie	0,6	75	190	12,0
300	singoli	0,6	75	115	11,3
	doppi	0,6	75	115	12,0
	doppi in serie	0,6	75	190	12,0

Interasse struttura metallica (mm)	posizione montanti	spessore montanti	larghezza montante	spessore parete	altezza m
600	singoli	0,6	100	140	11,1
	doppi	0,6	100	140	12,0
	doppi in serie	0,6	100	240	12,0
400	singoli	0,6	100	140	12,0
	doppi	0,6	100	140	12,0
	doppi in serie	0,6	100	240	12,0
300	singoli	0,6	100	140	12,0
	doppi	0,6	100	140	12,0
	doppi in serie	0,6	100	240	12,0

Controsoffitti



Protettivi strutturali

EN13381-1 (contributo alla resistenza al fuoco di strutture in acciaio, legno, calcestruzzo, miste, ecc.)

Parte di un sistema

EN 1365-2 (soffitto portante protetto)

Elementi di compartimentazione

EN 1364-2 (soffitto non portante)

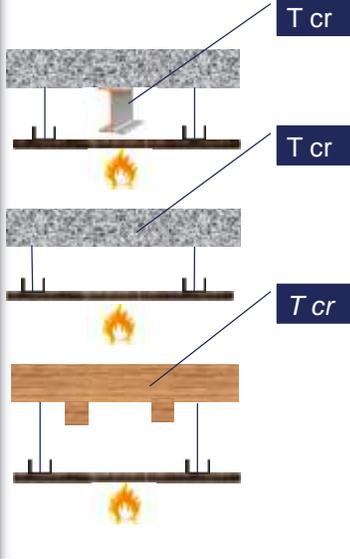
Tipologie controsoffitto

Protezioni strutturali
EN 13381-1
(contributo alla
resistenza al fuoco
di strutture in
acciaio, legno,
calcestruzzo, miste,
ecc.)

Parte di un sistema
EN 1365-2 (soffitto
portante protetto)

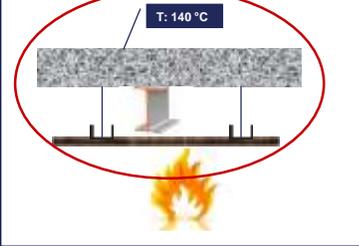
Elementi di
compartmentazione
EN 1364-2 (soffitto
non portante)

EN 13381-1



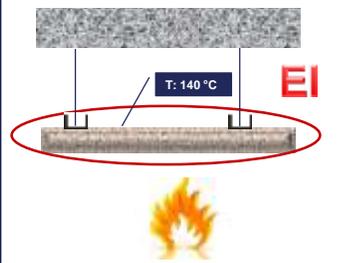
EN 1365-2

REI



EN 1364-2

EI



LEGENDA TECNICA:

1	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
2	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
3	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
4	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
5	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
6	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³
7	PROTEZIONE STRUTTURALE (EN 13381-1) - Spessore: 20 mm (con spessore minimo di 10 mm) - Densità: 2000 kg/m³

Strutture ad alta massa
Impianti elettrici
Canalizzazioni
Grandi dimensioni delle lastre
Numero limitato di fissaggi
Nessun trattamento dei giunti
Ecc.

Lettera Circolare 465 del 16/01/2014

Classificazione dei controsoffitti ai fini della resistenza al fuoco. Chiarimenti

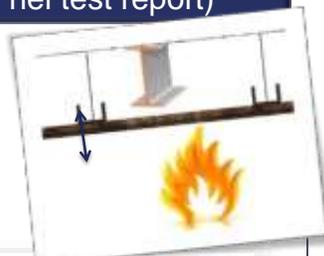


Sia nel caso di utilizzo dei rapporti di classificazioni che dei rapporti di valutazione **il professionista antincendio certificherà sulla base del campo di applicazione diretta in essi riportato**. Si ricorda che il campo di applicazione diretta del risultato di prova rappresenta "l'ambito, previsto dallo specifico metodo di prova e riportato nel rapporto di classificazione, delle limitazioni d'uso e delle possibili modifiche apportagli al campione che ha superato la prova, tali da non richiedere ulteriori valutazioni, calcoli o approvazioni per l'attribuzione del risultato conseguito." (Art. 1 del DM 16/2/2007)

Fascicolo tecnico controsoffitto 002/12/11

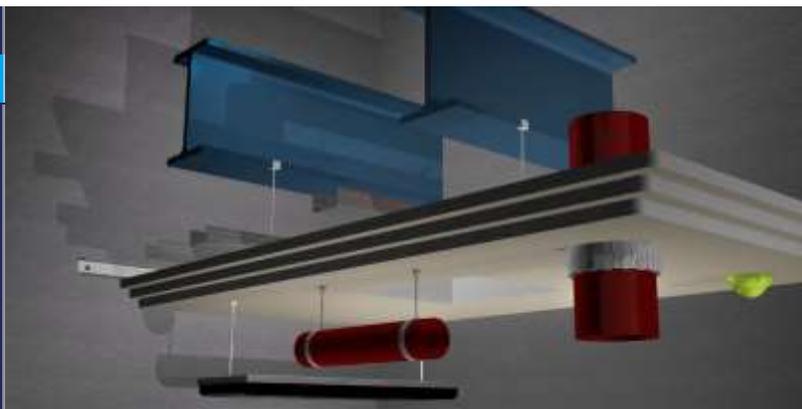


Estensione risultato a cavità **di 300 mm**
(invece di 400 mm previste nel test report)



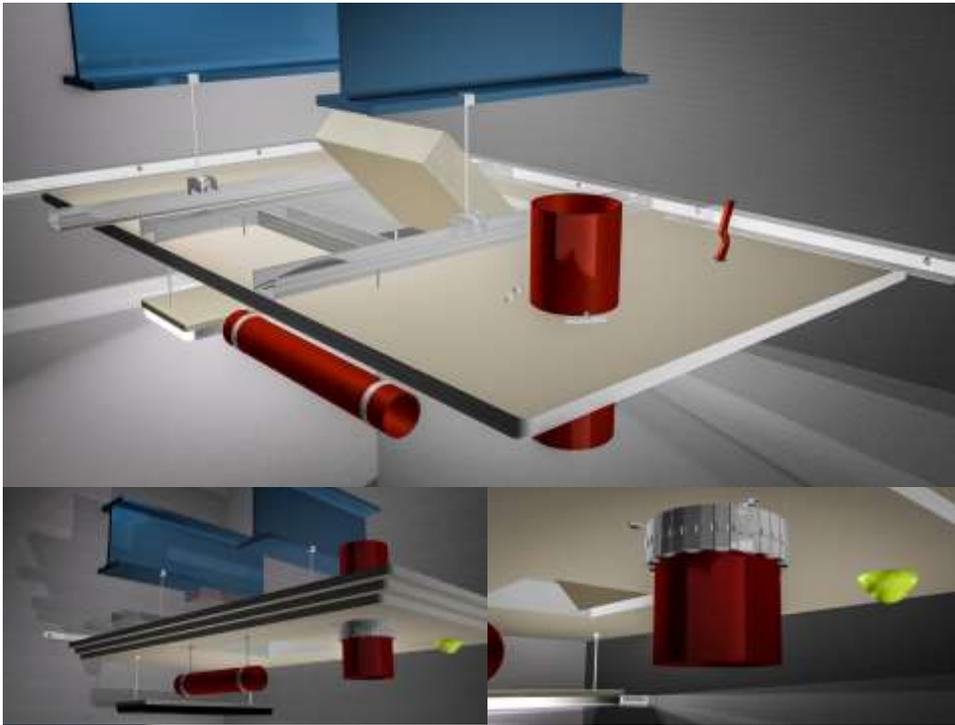
Estensione del risultato di prova per i profil in acciaio con fattore di sezione $\leq 269 \text{ m}^4$

Classe Profilo	Fattore di utilizzazione massimo μ_e	Temperatura critica T_{cr}	Temperatura analitica T_{pr}	Resistenza al fuoco ottenibile R
1,2 e 3	0,47	596°C	596°C	≤ 120
4	-	350°C	350°C	≤ 60



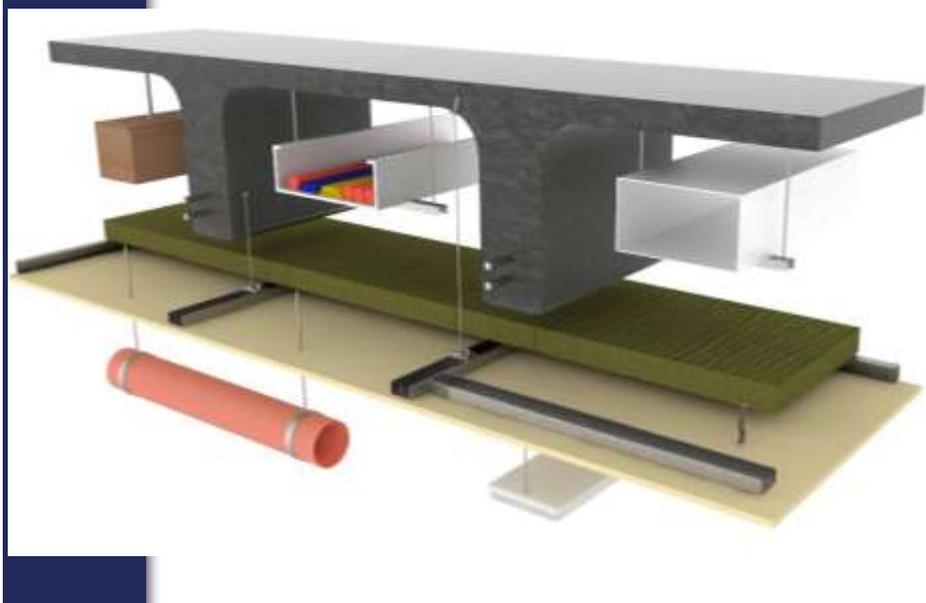
Campo di diretta applicazione:

- Botole di ispezione
- Attraversamento tubazioni combustibili
- Corpi illuminanti appesi
- Attraversamenti barre filettate/pendini metallici sostegno di impianti sprinkler
- Attraversamento cavi elettrici e fissaggio rivelatore fumi



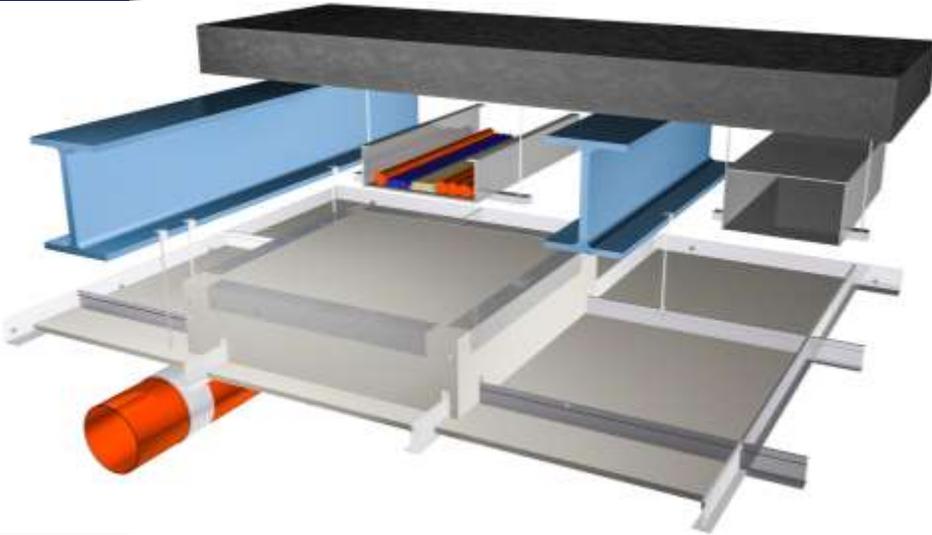
Promat

Campi di diretta applicazione



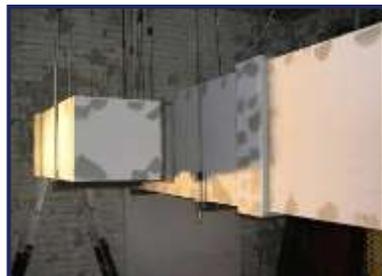
Promat

Campi di diretta applicazione



Promat

UNI EN 1366-1:2001 (CONDOTTE)



Norme EN per condotte

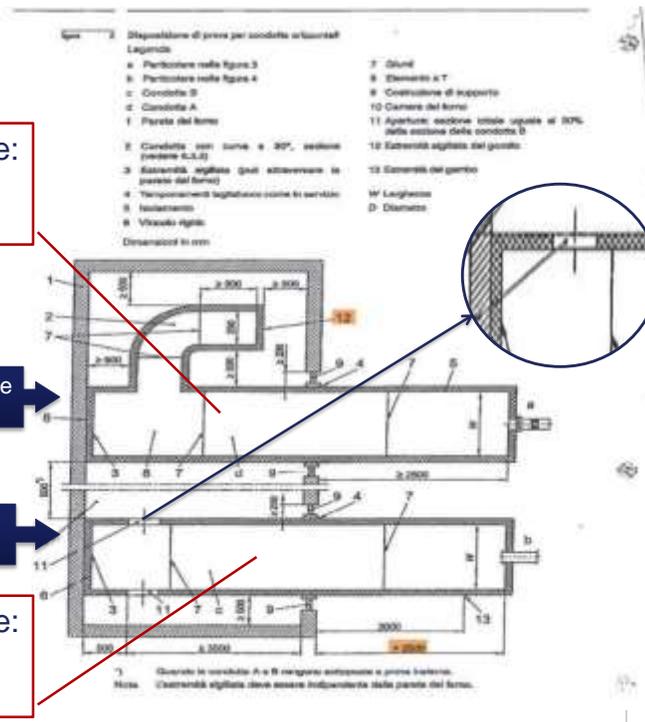
- **EN 1366-1 (canali di ventilazione)**
- EN 1366- 3-4 (barriere passive)
- EN 1366-5 (cavedi)
- **EN 1366- 8-9 (estrattori)**

Canale A orizzontale:
simula fuoco
dall'**esterno**

Simula una situazione
«standard»

Simula un canale
danneggiato, rotto, aperto

Canale B orizzontale:
simula fuoco
dall'**interno**



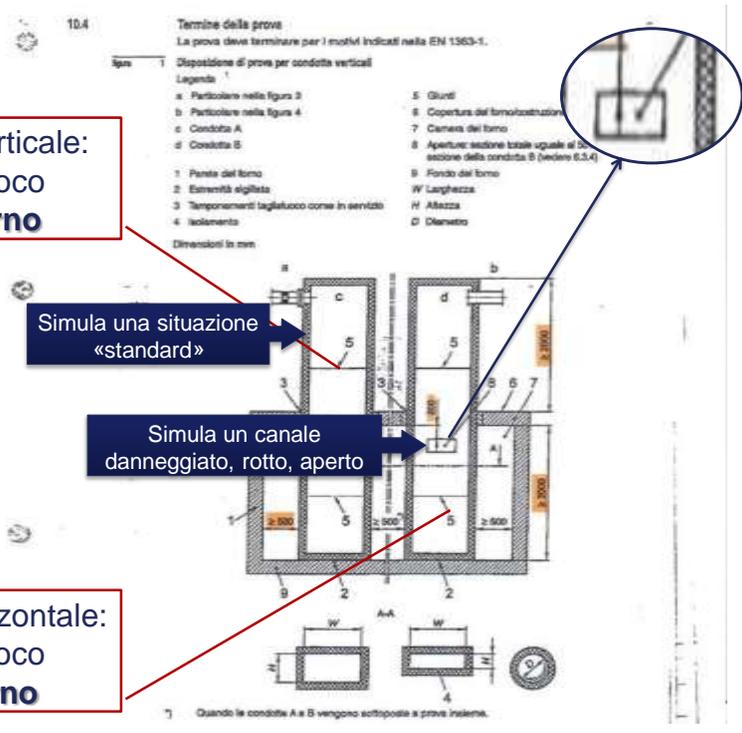
Promat

Canale A verticale:
simula fuoco
dall'**esterno**

Simula una situazione
«standard»

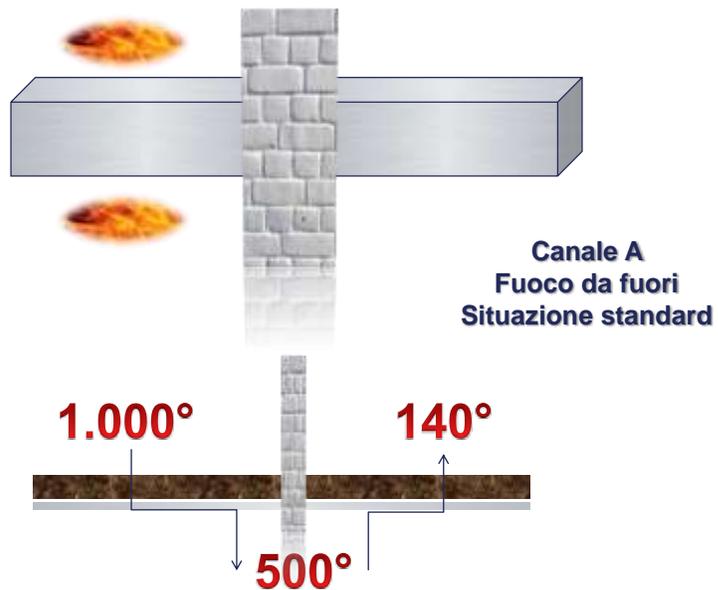
Simula un canale
danneggiato, rotto, aperto

Canale B orizzontale:
simula fuoco
dall'**interno**

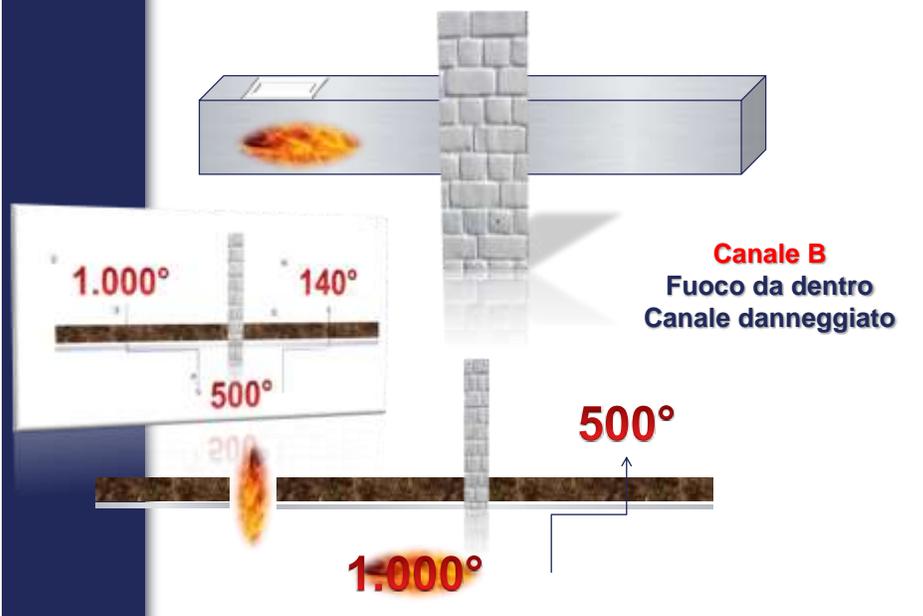


Promat

Differenza di isolamento fra canale A e B



Differenza di isolamento fra canale A e B



Classificazione

4- CLASSIFICAZIONE E CAMPO DI APPLICAZIONE DIRETTO

4.1- NORMA DI CLASSIFICAZIONE

La presente classificazione è stata effettuata in conformità al paragrafo 7.2.2 della norma EN 13501-3:2005.

4.2- CLASSIFICAZIONE

L'elemento "Condotta di ventilazione resistente al fuoco EI 120 v₀ (0 → i)" si classifica secondo la seguente combinazione di parametri e classi. Non si ammettono altre classificazioni.

Classificazione di Resistenza al Fuoco EI 120 ve (0 → i) S

Resistenza al fuoco 120 min

Verticale

(0 → i)
Tipo A: fuoco dall'esterno

Tenuta: 120 min (portata ≥ 10 m³/h)

Promat

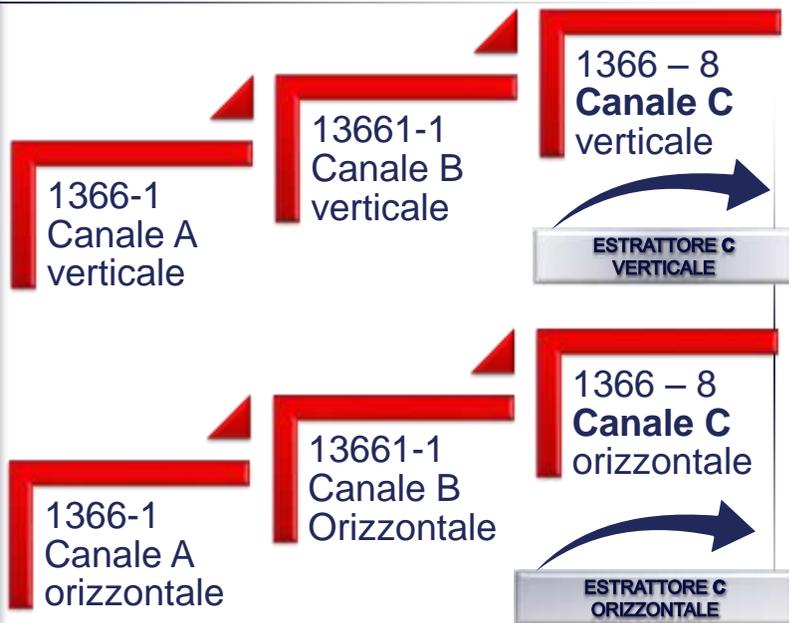
UNI EN 1366-8:2005

(CONDOTTE ESTRAZIONE FUMO – **Canale C**)



Promat

Procedura di test



Barriere passive

□ EN 1366-3 : sigillatura di penetrazioni

- Si intendono elementi/servizi attraversanti un elemento di compartimentazione quali tubi, cavi, blindosbarre, ecc.

□ EN 1366-4: sigillatura di giunti lineari

- Si intendono giunti, spazi , piccole aperture o altre discontinuità fra due elementi di separazione. Queste aperture sono definite lineari perché hanno una lunghezza maggiore dell'altezza che sono definite con un valore del suddetto rapporto di 10:1

EN 1366-3 – sigillatura di penetrazioni

- Valutazione della capacità di una sigillatura di non compromettere le performance dell'elemento attraversato. Sono esclusi camini, canali di ventilazione, estrattori, cavedi.
- La valutazione è condotta su elementi di separazione standard (pareti flessibili, pareti rigide, soffitti rigidi e flessibili)
- La classificazione ottenuta su elementi flessibili "*may be*" applicata su elementi pesanti
- Si possono provare:
 - Grandi attraversamenti di cavi
 - Piccoli attraversamenti di cavi
 - Sistemi modulari o scatole elettriche
 - Blindosbarre
 - Penetrazione di tubazioni
 - Penetrazioni miste
 - Penetrazioni critiche di cavi e tubazioni (particolari dimensioni e/o configurazioni)

Collari: è cambiato tutto...



- ❑ **Collari per tubazioni combustibili**
- ❑ Una norma (EN1366-3) di 97 pagine...
- ❑ *Test per tipo di tubo*
- ❑ *Test per diversi elementi (parete leggera, parete in cls, cls leggero)*
- ❑ *Test per diverse orientazioni (parete, soffitto, inclinato)*
- ❑ *e molto altro...*

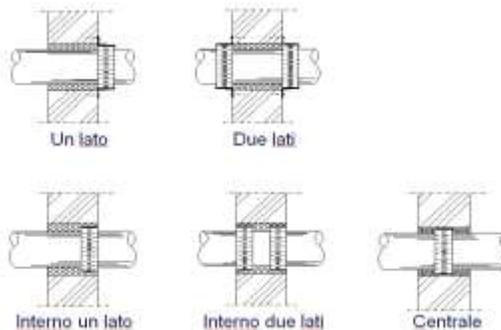
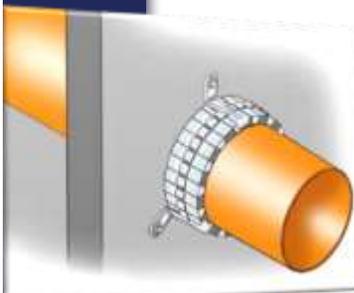


Collari tagliafuoco

Configurazione finale delle tubazioni

Condizioni di prova	Configurazione delle tubazioni nel test di prova		Tipo di tubazioni su cui è possibile intervenire.
	All'interno del forno di prova	All'esterno del forno di prova	
U/U	Aperto	Aperto	Applicabile a qualsiasi tipo di tubazione
	Chiuso	Aperto	Plastiche: di scarico non ventilate; gas: per acqua potabile; acqua calda. Metalliche: supportate da sospensione / sistema di aggancio resistente al fuoco.
	Aperto	Chiuso	Plastiche: pannello; Metalliche: supportate da sospensione / sistema di aggancio non resistente al fuoco; Metalliche: smaltimento rifiuti.
C/C	Chiuso	Chiuso	—

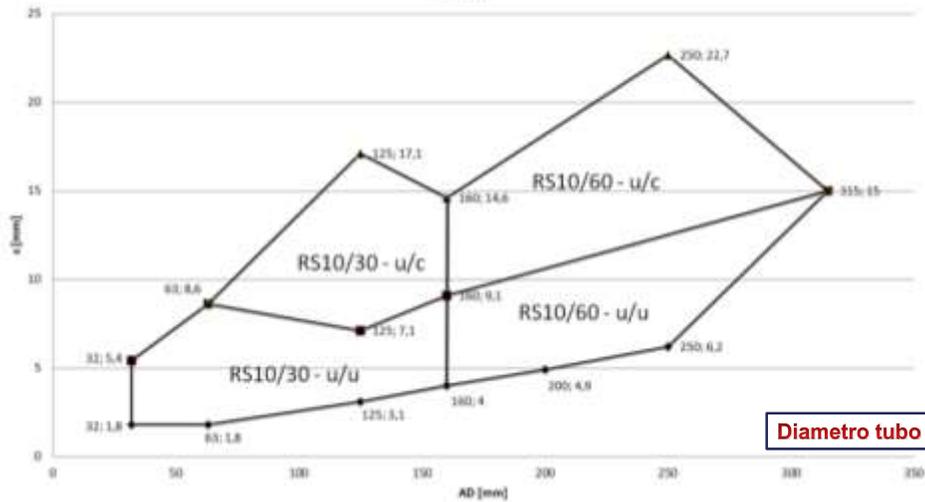
Universale (punto E.2.7.3) non tappato non tappato U/U



Spessore tubo

PP-H Rohre mit aufgesetzter RS10 Manschette
in Massivdecke ($\rho \geq 650\text{kg/m}^3$) $d \geq 150\text{mm}$
EI120

150 mm

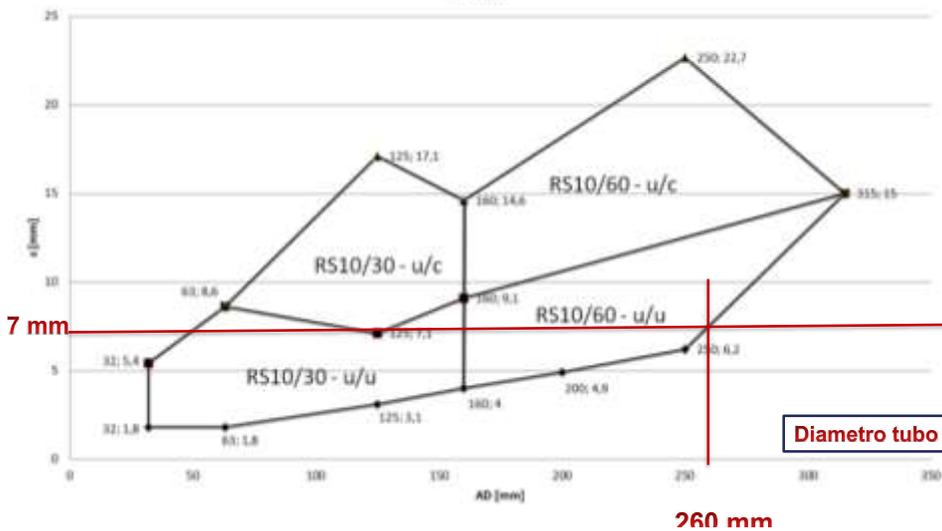


Diametro tubo

Spessore tubo

PP-H Rohre mit aufgesetzter RS10 Manschette
in Massivdecke ($\rho \geq 650\text{kg/m}^3$) $d \geq 150\text{mm}$
EI120

150 mm



7 mm

Diametro tubo

260 mm

EN 1366-4: giunti lineari

- Valutazione dei giunti lineari, con riferimento alle caratteristiche di isolamento e tenuta
- Verifica di giunti **senza movimento o con movimento indotto** (dilatazione)
- Elementi di supporto: elementi pesanti (2.400 kg/mc) e leggeri (650 kg/mc) sia orizzontali sia verticali. Elementi in legno o acciaio.
- Valutazione di
 - *Resistenza al fuoco*
 - *Massime dimensioni*
 - *Massimo movimento indotto (%)*
 - *Tipologia di costruzione (elemento finito o da realizzare in cantiere)*

Estensioni del risultato

Tested orientation	Limits of application of tested orientation
A	A, D
B	B
C	C, D

The diagrams illustrate four types of linear joints: A (Floor-Floor), B (Wall-Wall), C (Floor-Wall), and D (Wall-Floor). Each diagram shows the cross-section of the joint with labels for the components involved.

Pavimento	Pavimento
Pavimento	Pavimento/parete
Parete	Parete
Parete (sezione)	Parete (sezione)
	Pavimento / parete

il risultato riportato nel rapporto di classificazione non ha alcun valore se non all'interno del campo di diretta applicazione, che deve essere sempre letto e valutato prima redigere qualsiasi progetto o firmare modelli DICH PROD e, soprattutto CERT REI.



DM 16 febbraio 2007

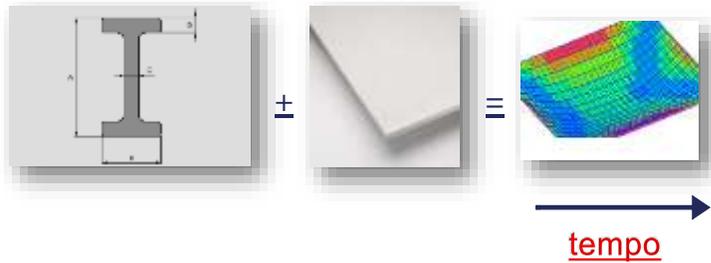
A.3 Prodotti e sistemi per la protezione di parti o elementi portanti delle opere di costruzione	
A.3.1 - Si applica a	Controsoffitti privi di intrinseca resistenza al fuoco
Norme	EN 13501-2 ; EN 13381-1
Classificazione: espressa negli stessi termini previsti per gli elementi portanti protetti	
Annotazioni	Alla classificazione viene aggiunto il simbolo « sn » se il prodotto è conforme ai requisiti previsti per l'incendio « seminaturale ».
A.3.2 - Si applica a	Rivestimenti, pannelli, intonaci, vernici e schermi protettivi dal fuoco.
Norme	EN 13501-2; EN 13381-2,3,4,5,6,7
Classificazione : espressa negli stessi termini previsti per gli elementi portanti protetti	

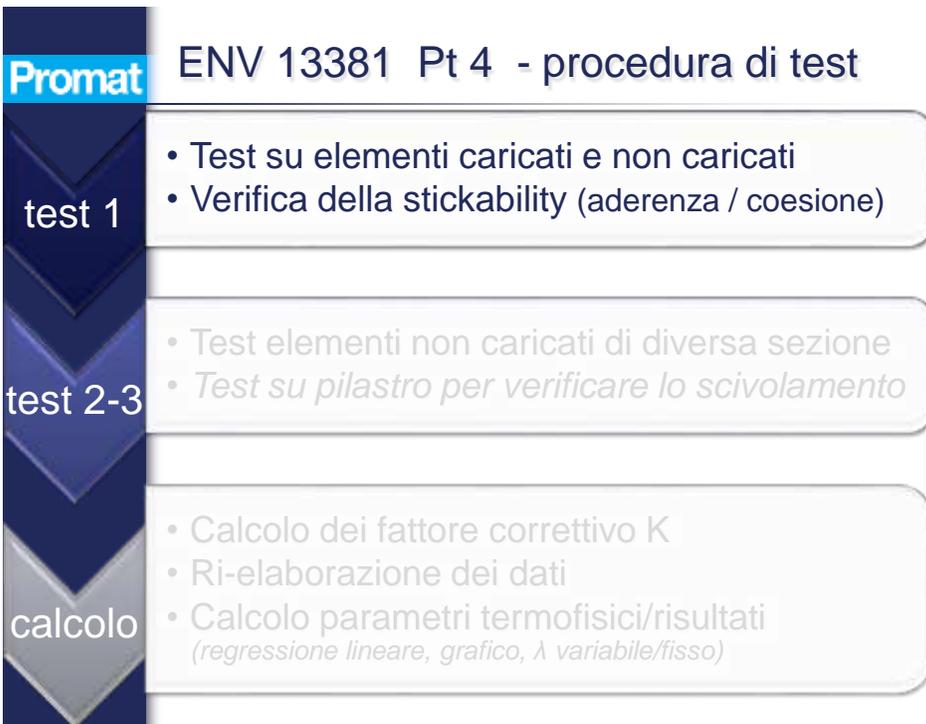
ENV 13381 Pt x

- 2 - Membrane protettive verticali
- 3 – Protezione ad elementi di calcestruzzo
- 4 - Protezione ad elementi di acciaio
- 5 – Protezione ad elementi composti di calcestruzzo/lastre profilate di acciaio
- 6 – Protezione a colonne cave di acciaio riempite con calcestruzzo
- 7 - Protezione applicata ad elementi di legno
- 8 – *Protezione di strutture in acciaio con prodotti reattivi (pitture intumescenti)*

EN/ENV 13381-4 (acciaio)

- Trovare una relazione (matematica o grafica) fra **massività** della struttura, **spessore di protettivo** e **temperatura sull'acciaio**, in funzione del tempo







Promat

Metodi di valutazione

L'elaborazione e l'estensione dei risultati dei test è possibile in termini di fattore di sezione, spessori applicati e temperatura in accordo con la tabella 6 della norma EN.

Metodo di valutazione	λ variabile	λ fisso	Regressione lineare	Metodo grafico
annex	F	G	H	J
massività	-20% → +50%	-20% → +50%	-10% → +10%	± 0%
spessore	-20% → +20%	-5% → +5%	-5% → +5%	± 0%
temperatura Critica	-0% → +10%	-0% → +7,5%	-0% → +5%	± 0%

Promat

ENV 13381 Pt 4 - procedura di test

test 1

- Test su elementi caricati e non caricati
- Verifica della stickability (aderenza / coesione)

test 2-3

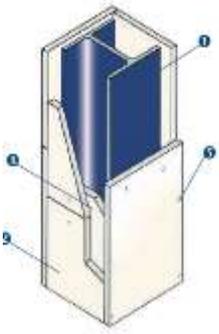
- Test elementi non caricati di diversa sezione
- *Test su pilastro per verificare lo scivolamento*

calcolo

- Calcolo del fattore correttivo K
- Ri-elaborazione dei dati
- Calcolo parametri termofisici/risultati
(*regressione lineare, grafico, λ variabile/fisso*)

Promat

Example (Pt 200 – columns)



R 120		Temperature Critiche (°C)								
Fattore di sezione (m ²)		348	408	492	590	690	800	930	1080	1260
0	20	18	18	15	15	15	15	15	15	15
40	20	18	18	15	15	15	15	15	15	15
80	20	20	18	18	15	15	15	15	15	15
120	25	25	20	20	18	18	18	18	18	18
160	25	25	25	20	20	18	18	18	18	18
200	30	25	25	25	20	20	20	18	18	18
240	33	30	25	25	25	20	20	20	20	18
280	33	33	30	25	25	25	20	20	20	20
320	35	33	33	25	25	25	25	20	20	20
360	35	35	33	30	25	25	25	25	20	20
400	35	35	33	33	30	25	25	25	25	20
440	35	35	33	33	30	30	25	25	25	25
480	35	35	33	33	30	30	30	25	25	25
520	35	35	33	33	30	30	30	30	25	25
560	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
600	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
640	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
680	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
720	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
760	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
800	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
840	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
880	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
920	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
960	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1000	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1040	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1080	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1120	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1160	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1200	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1240	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1280	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1320	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1360	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1400	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1440	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1480	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1520	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1560	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1600	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1640	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1680	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1720	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1760	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1800	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1840	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1880	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1920	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
1960	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2000	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2040	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2080	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2120	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2160	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2200	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2240	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2280	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2320	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2360	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2400	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2440	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2480	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2520	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2560	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2600	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2640	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2680	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2720	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2760	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2800	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2840	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2880	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2920	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
2960	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3000	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3040	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3080	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3120	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3160	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3200	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3240	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3280	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3320	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3360	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3400	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3440	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3480	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25
3520	35	35	33	33	30	30	30	30	30	25

Promat

Lastre: possono essere applicate su profili H, I, T, L, C, strutture cave, ect)

$$\text{Modified thickness} = d_e \left(1 + \frac{A_e \cdot T}{1000} \right)$$

if $A_e \cdot T$ values up to 250 m².

if $A_e \cdot T$ values higher than 250 m².

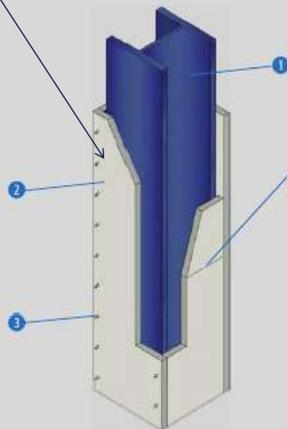
Modified thickness = 1.27 d_e

spray

Promat

Resistenza al fuoco di colonne in acciaio protette su 4 lati con lastre in PROMATECT®200

EN 13381-4 R30/360



Spessori delle lastre riportati nelle tabelle sul retro

Protezione utilizzabile anche per sezioni cave ed a profili doppi (pattuglieri, tubolari, tronde...)

Spessore in funzione della resistenza al fuoco e della massività in accordo alle tabelle contenute nel rapporto di valutazione

lascio circa 4 mm

Promat

Iter procedurale: acciaio

Fase 1

- Calcolo **temperatura critica** (funzione del grado di utilizzo, del tipo di acciaio e/o della classe dell'acciaio, ecc)

Fase 2

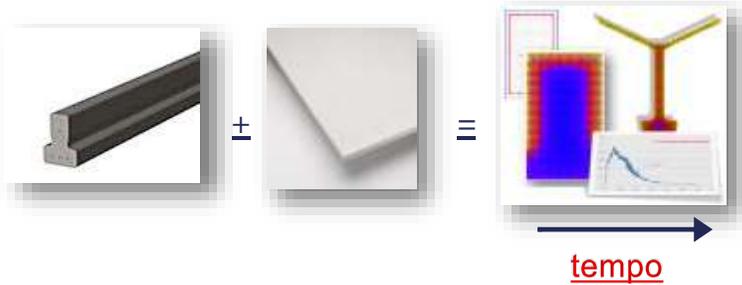
- Calcolo del **fattore di forma** (massività) della struttura in funzione del tipo di esposizione e di protezione (scatolare o perimetrale)

Fase 3

- Scelta dello **spessore** di protettivo in funzione della classe di resistenza al fuoco richiesta

ENV 13381-3 (calcestruzzo)

- Trovare una relazione (matematica o grafica) fra **spessore di protettivo ed incremento della temperatura all'interno del cls e sull'armatura in funzione del tempo.**



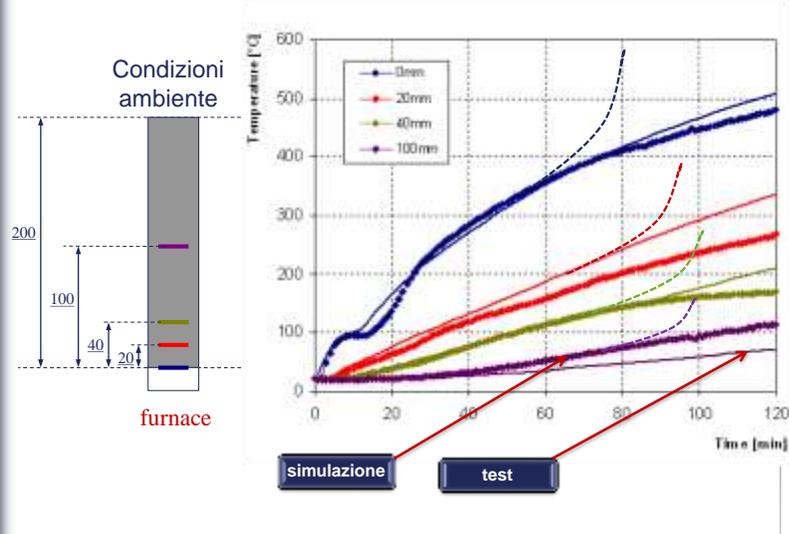
Effetto spalling



- **Spalling:**
distacco di parti di calcestruzzo quando l'elemento è esposto ad alta temperatura, in funzione (*principalmente*) del contenuto di umidità, del gradiente termico, della porosità e delle tensioni interne

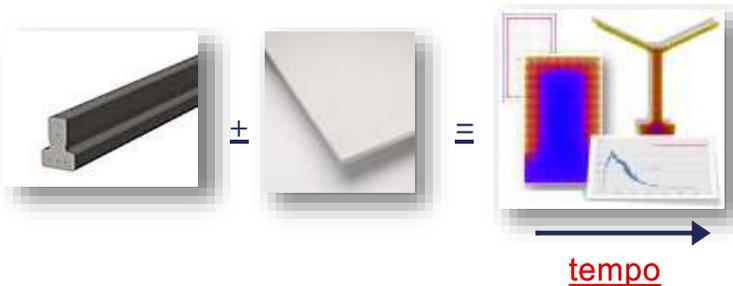
Programmi di calcolo: effetto spalling?

Confronto fra simulazione e realtà

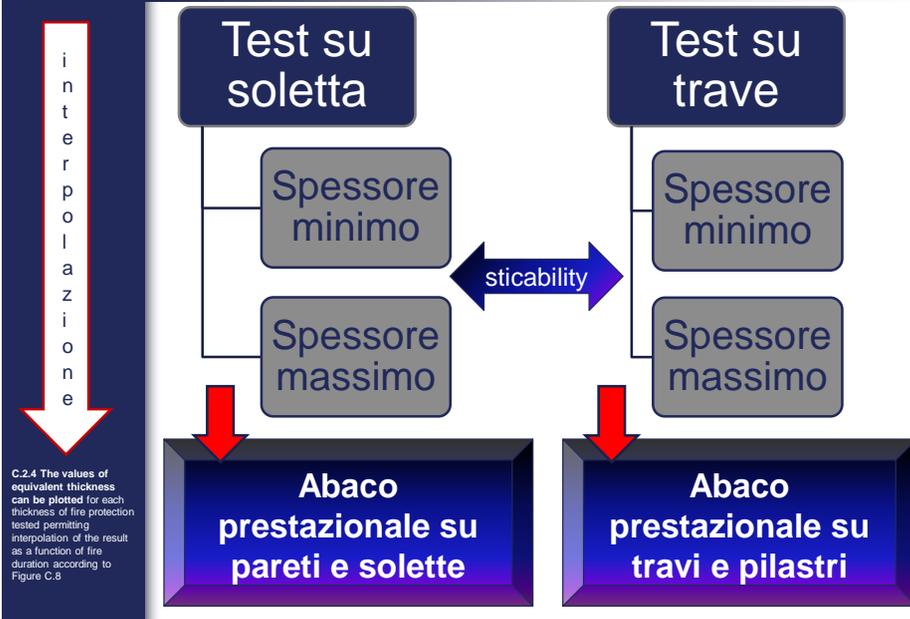


ENV 13381-3 (calcestruzzo)

- Trovare una relazione (matematica o grafica) fra **spessore di protettivo ed incremento della temperatura all'interno del cls e sull'armatura** in funzione del **tempo**.



Abachi prestazionali su CA/CAP



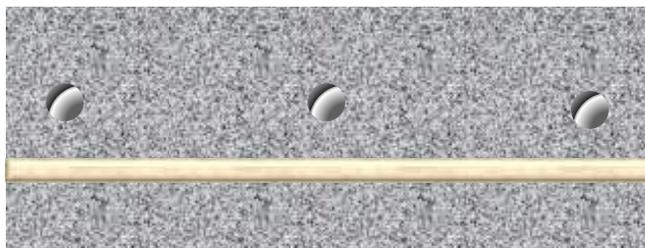
Risultati ENV 13381-3

- I risultati si possono esprimere come:
- **Spessori di equivalenza** (ad esempio: 14 mm di protettivo, per 60 min di esposizione, hanno un spessore equivalente di 58 mm)
- **Fattori di equivalenza** (ad esempio $F_{eq} = 4,1$ cioè 1 cm di protettivo corrisponde a 4,1 cm di cls per 60 minuti di esposizione)
- **Spessore di protettivo** necessario per ottenere una data resistenza al fuoco, in funzione della temperatura critica e del copriferro

Type of concrete structure	Thickness of (mm)	Equivalent thickness of concrete (mm)					
		30 min	60 min	90 min	120 min	180 min	240 min
Slab	14	50	58	60	58	50	-
	36	85	>85	>85	>85	>85	>85
Beam	17	22	32	45	62	85	-
	48	24	35	79	99	107	100

		60 min	90 min	120 min	180 min
spessore provato (mm)	14	58	60	58	50
	fattore di equivalenza	4,14	4,29	4,14	3,57
spessore provato (mm)	36	85	85	85	85
	fattore di equivalenza	2,36	2,36	2,36	2,36

Esempio applicativo



Copriferro richiesto per **R 120**: 60 mm

Copriferro esistente: 25 mm

Calcestruzzo mancante: 35 mm

Alternativa: *protettivo con F_{eq} 4,5*

$35/4,5 = 7,8 = 8 \text{ mm di protettivo}$



Spessore Pt H su soletta R 180

	temperatura critica (°C) R 180					
copriferro	300	350	400	450	500	550
10 / 14 mm	32	30	27	25	22	20
15 / 19 mm	30	30	25	22	20	20
20 / 24 mm	30	27	22	20	20	20
25 / 29 mm	27	25	20	20	20	15
30 / 34 mm	25	25	20	20	15	12
35 / 39 mm	25	22	20	15	12	10
40 / 44 mm	22	20	15	12	10	8

Iter procedurale: c.a. – c.a.p

Fase 1

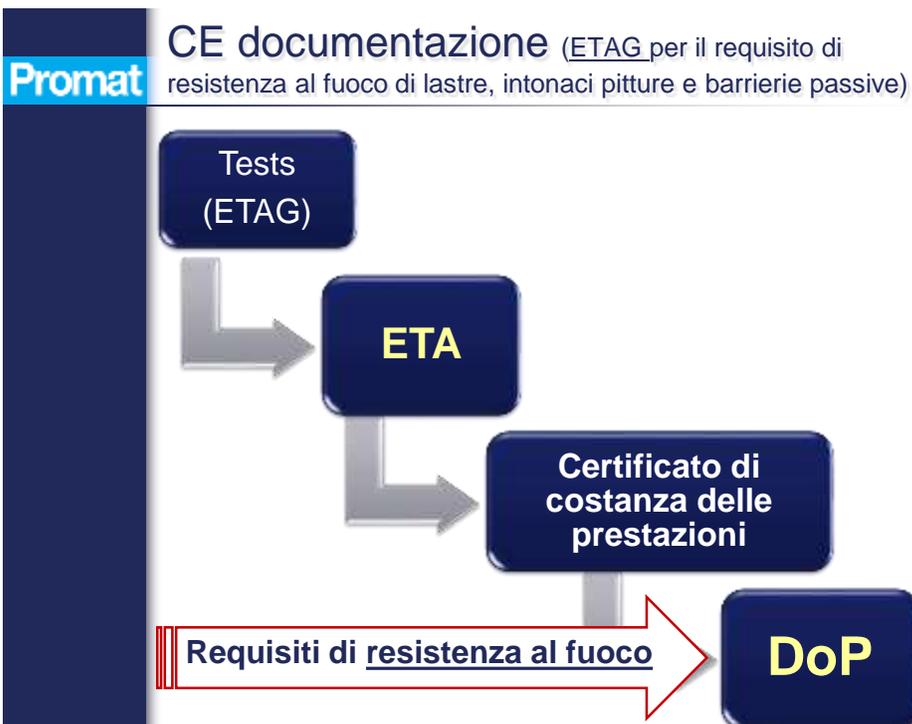
- **Calcolo del copriferro necessario** a garantire la resistenza al fuoco richiesta (in funzione anche della temperatura critica dell'acciaio)

Fase 2

- **Verifica del copriferro esistente** (oppure ipotesi cautelative)

Fase 2

- Calcolo del copriferro mancante e dello **spessore** di protettivo da applicare (in funzione dello specifico fattore di equivalenza)



Documenti per CERT REI

- **Rapporto di classificazione (valutazione)**
 - Classificazione (risultato o contributo)
 - Indicazioni sul «prodotto» (ovvero sul sistema che è stato classificato).
 - Campo di diretta applicazione (limiti di applicazione)
- **Fascicolo Tecnico**
 - Campo di applicazione estesa
- **DoP**
 - Usi previsti
 - Prestazioni
 - Durabilità
 - Tipo di esposizione (esterno, interno, ecc.)

