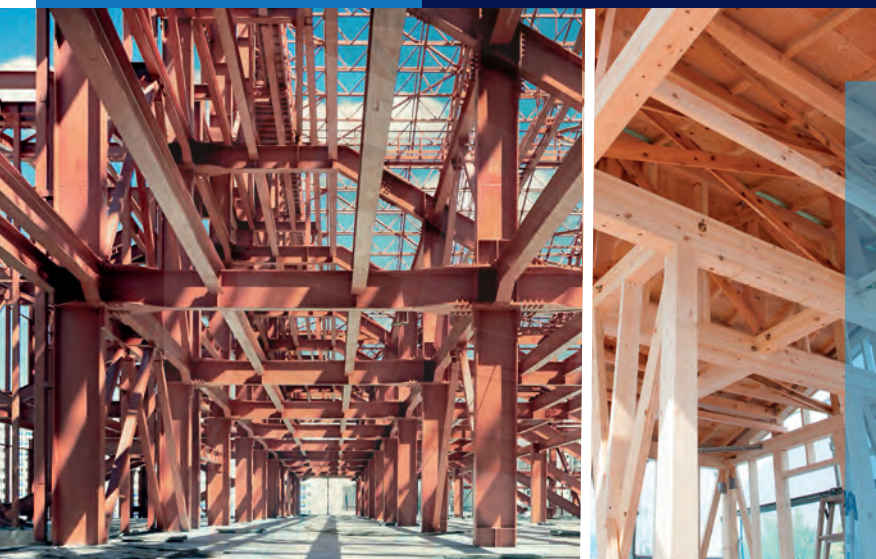
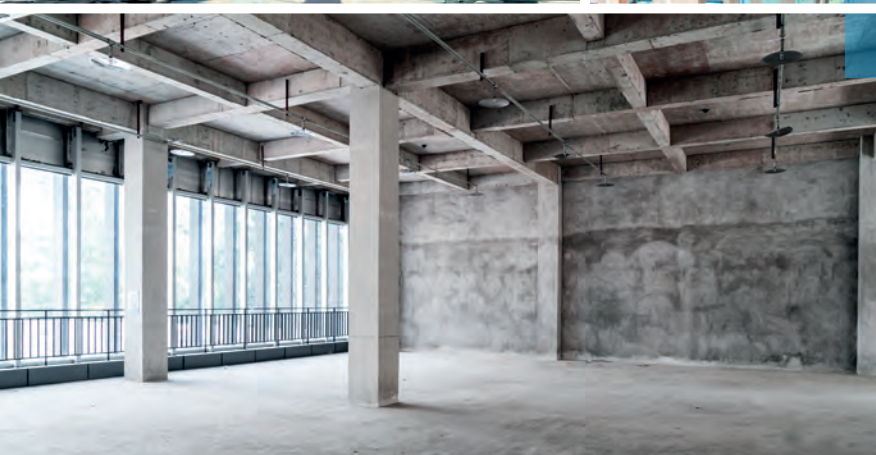


Promat



Tripla protezione strutturale dal fuoco

- Pitture intumescenti
- Intonaci isolanti
- Lastre



**La sicurezza di poter scegliere
la tecnologia ideale**



**Protettivi per elementi strutturali
in acciaio e cemento armato**

Metodo di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali**Parte 1: membrane protettive orizzontali:**

Lo standard EN 13381-1, nella sua edizione 2014, definisce un metodo di prova per determinare la capacità di una membrana orizzontale, utilizzata come barriera antincendio, di contribuire alla resistenza di fuoco di uno o più elementi costruttivi strutturali standard.

Lo scopo della prova è quello di registrare, durante l'incendio standard, le temperature nella cavità fra la membrana protettiva orizzontale ed il solaio sovrastante, al fine di determinare diverse resistenze al fuoco, in funzione del tempo di esposizione e delle temperature raggiunte, per una serie definita di solai ed elementi portanti.

Le temperature critiche utilizzate per le classificazioni sono differenziate per tipo di solaio e materiale costruttivo utilizzato, pertanto le resistenze al fuoco indicate nei risultati di prova si intendono riferite a tipologie standard di solaio, con la possibilità di estenderle ad elementi simili, all'interno dei limiti di applicabilità del documento.

In altre parole, le membrane orizzontali, o controsoffitti, come sono comunemente chiamate, sono classificate in funzione del solaio protetto standard in modo indipendente dal carico al quale è sottoposto l'elemento strutturale, assumendo che per certe temperature critiche non si verifichino collassi. In ogni caso, durante la prova al fuoco, i solai standard sono caricati secondo quanto previsto dalla norma EN 1363-1, al fine di verificare le eventuali deformazioni e l'influenza che queste possono avere sulla tenuta e l'isolamento della membrana.

Nel caso sia necessario effettuare test di controsoffitti su elementi strutturali non standard, quindi non previsti da questo metodo di prova, oppure per valutare la prestazione in condizioni particolari di carico, dovrà essere usata la norma EN 1365-2.

Lo standard EN 13381-1 può essere utilizzato solo nel caso di controsoffitti e membrane orizzontali, cioè quando è presente un'intercapedine, detta cavità, fra la membrana stessa e l'elemento protetto. In caso contrario, dovranno essere usati gli standard di prova EN 13381-3 (strutture in cls), EN 13381-4 (strutture in acciaio) o EN 13381-5 (strutture miste).

Poiché l'esposizione di fuoco, in accordo alla curva temperatura/tempo riportata dalla EN 1363-1, avviene sempre dal basso, questo standard simula l'incendio sempre e solo nel compartimento inferiore e mai in quello superiore o nell'intercapedine.

I risultati della prova al fuoco e le registrazioni delle temperature possono essere utilizzati direttamente nel calcolo della resistenza di fuoco in accordo agli EC 1992-1-2, 1993-1-2, 1994-1-2 e 1995-1-2.

Il controsoffitto utilizzato nel test deve essere rappresentativo della realtà, in particolare per quanto riguarda i sistemi di aggancio, di sospensione, le cornici perimetrali, i sistemi di tenuta e dilatazione, oltre allo spessore dei pannelli, la loro composizione e relativa densità. Inoltre devono essere simulati sia giunti longitudinali sia trasversali per mettere il loro utilizzo nelle applicazioni pratiche.

Lo standard di prova definisce quattro tipologie di solaio standard:

- a) Soletta in CA alleggerito (650Kg/mc) supportata da travi in acciaio
- b) Soletta in CA ad alta densità (2.350 Kg/mc) supportata da travi in acciaio
- c) Solaio in legno (assito e travi)
- d) Lamiera grecata in acciaio con getto in calcestruzzo (in accordo alla EN 13381-5)

E' possibile scegliere uno dei quattro solai standard da provare al fuoco, ottenendo poi diverse classificazioni in funzione delle temperature registrate, delle deformazioni della soletta e del comportamento del protettivo.

I valori di temperatura nella cavità, sull'elemento protetto e quelli di deformazione degli elementi strutturali, sono utilizzati per elaborare un assesment (rapporto di valutazione) che riporta le classificazioni della membrana protettiva orizzontale.

In particolare lo standard di prova impone alcune temperature critiche massime per diversi tipi di solaio:

Temperatura massima nella cavità:

- 600 °C per strutture in CA
- 530 °C per elementi in CA e travi in acciaio
- 450 °C per elementi in CAP
- 400 °C per strutture miste contenenti elementi compositi acciaio/calcestruzzo
- 370 °C per elementi in acciaio formati a freddo
- 300° C per solai in legno

La norma impone anche diverse temperature massime registrabili sulla superficie degli elementi protetti, in particolare di acciaio.

La classificazione finale della membrana protettiva, pertanto, è funzione dell'elemento testato, delle temperature raggiunte sia nell'intercapedine sia sugli elementi strutturali e delle possibili estensioni secondo la seguente tabella:

Elemento testato	Risultato applicabile, se soddisfatti i criteri di temperature massima nell'intercapedine e sulla superficie dell'elemento protetto			
	Soletta in CA alleggerito (650Kg/mc) supportata da travi in acciaio	Soletta in CA ad alta densità (2.350 Kg/mc) supportata da travi in acciaio	Lamiera grecata in acciaio con getto in calcestruzzo e travi in acciaio	Solaio in legno (assito e travi)
Soletta in CA alleggerito (650Kg/mc) supportata da travi in acciaio	Sì	Sì	Sì	Sì
Soletta in CA ad alta densità (2.350 Kg/mc) supportata da travi in acciaio	NO	Sì	Sì	NO
Lamiera grecata in acciaio con getto in calcestruzzo e travi in acciaio	NO	Sì (2)	Sì	NO
Solaio in legno (assito e travi)	Sì (1)	Sì (1)	Sì (1)	Sì

- 1) solo per il tempo necessario a raggiungere 300°C nella cavità durante il test sul solaio in legno, protetto con la stessa membrana orizzontale
- 2) solo per il tempo necessario a raggiungere 400°C nella cavità durante il test sul solaio composto acciaio/cls, protetto con la stessa membrana orizzontale

Per ogni tipologia di solaio classificato, lo standard EN 13381-1 impone alcuni limiti di utilizzo, fra i quali i principali sono:

- Altezza della cavità, spessore della membrana orizzontale e spessore dei singoli componenti: non inferiori a quelli testati
- Massività delle strutture in acciaio non superiore a quelle provate
- Spessore delle solette e dei singoli componenti (ad esempio spessore della lamiera per profilati a caldo): non inferiore a quelli testati.
- Elementi di legno: spessore non inferiore a 21 mm

A titolo di esempio, un controsoffitto provato su una soletta in CA ad alta densità (2.350 Kg/mc) supportata da travi in acciaio, che ha raggiunto nell'intercapedine 300° C dopo 30 minuti, 400° dopo 45 minuti, 500 dopo 60 minuti e 580° dopo 120 minuti (supponendo che tutte le altre temperature previste dallo standard di prova risultino inferiori ai limiti) sarà classificato:

- Soletta in CA alleggerito (650Kg/mc) supportata da travi in acciaio protetta con il controsoffitto provato: R 120
- Soletta in CA ad alta densità (2.350 Kg/mc) supportata da travi in acciaio protetta con il controsoffitto provato: R 120
- Soletta /travi in CAP protetta con il controsoffitto provato: R 45
- Soletta in lamiera grecata in acciaio con getto in calcestruzzo e travi in acciaio, protetta con il controsoffitto provato: R 45
- Solaio in legno protetto con il controsoffitto provato: R 30

Per i test su elementi in legno, sono previste alcune limitazioni per l'estensione su solette in cls (in particolare è consentito utilizzare le classificazioni riportate nell'assessment, purché lo spessore della soletta leggera sia almeno 100 mm e/o quella ad alta densità sia almeno 60 mm).

La presente descrizione è solo indicativa e contiene alcune semplificazioni ed omissioni. Inoltre non sono stati riportati tutti i dati e le limitazioni contenute nello standard originale, pertanto il suo utilizzo si intende solo per scopi divulgativi e/o unicamente per una conoscenza generale. Per una lettura più approfondita, o per un utilizzo professionale della norma di prova e delle classificazioni, si rimanda al testo originale completo.

Metodo di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali

Parte 3: protettivi per elementi in calcestruzzo

Lo standard EN 13381-3, nella sua edizione 2012, definisce un metodo di prova per determinare il contributo alla resistenza al fuoco di un protettivo applicato su elementi strutturali in calcestruzzo (CA/CAP, in accordo alle regole contenute nell'EC 1992-1-2), utilizzati come travi, pilastri, solette o pareti.

Il metodo si applica a qualsiasi tipo di protettivo, sia esso reattivo (pitture intumescenti) o passivo (intonaci, lastre, pannelli) con o senza intercapedine fra il protettivo e l'elemento da proteggere (si noti che la precedente versione, ENV 13381-3:2002, poteva essere utilizzata per protettivi con intercapedine massima pari a 5 mm).

La prova al fuoco fornisce dati sulla capacità del protettivo di rimanere aderente e coeso per tutta la durata dell'esposizione al programma termico, oltre alla distribuzione delle temperature sia all'interno del calcestruzzo sia sulle armature. I risultati della prova, e le registrazioni delle temperature, possono essere utilizzati direttamente nel calcolo della resistenza di fuoco in accordo all'EC EN 1992-1-2.

In sintesi, lo standard EN13381-3 tenta di trovare una relazione fra lo spessore di protettivo e le temperature raggiunte all'interno dell'elemento strutturale in funzione del tempo. Inoltre, per semplicità di calcolo, i metodi di assessment riportano le performance del protettivo ad uno spessore di calcestruzzo tale da garantire lo stesso isolamento termico. In questo modo si determina uno spessore di calcestruzzo equivalente, che può essere utilizzato in tutti i calcoli ed i predimensionamenti eseguiti con gli Eurocodici (o con le norme nazionali, ove consentito).

Il set completo di prove prevede l'esecuzione di test su quattro elementi orizzontali (due travi e due solette) sulle quali è stato applicato il minimo ed il massimo spessore di protettivo (deciso dal produttore).

Durante l'esposizione al fuoco sono registrate:

- La distribuzione delle temperature nell'elemento in calcestruzzo e sulle armature
- Il comportamento del protettivo e la sua aderenza e coesione
- Il comportamento dell'elemento esposto alla curva temperatura/tempo standard in funzione dei criteri prestazionali specifici.

Il risultato finale delle prove su solette, consente di calcolare le performance del protettivo applicato sia su solette sia su murature (cioè elementi esposti al fuoco su un solo lato - monodirezionali) per spessori variabili fra il minimo ed il massimo testato (gli spessori intermedi sono calcolati per estrapolazione).

Il risultato finale delle prove su travi, consente di calcolare le performance del protettivo applicato sia su travi sia su pilastri (cioè elementi esposti al fuoco su due lati - bidirezionali) per spessori variabili fra il minimo ed il massimo testato (gli spessori intermedi sono calcolati per estrapolazione). Nel caso di prova solo su soletta, i risultati non potranno essere applicati su travi o pilastri. Analogamente, nel caso di prova solo su trave, i risultati non potranno essere applicati su solette o murature.

Nel caso di prova di un solo spessore, il risultato sarà valido solo per quello spessore e non saranno consentite estrapolazioni o estensioni.

Una volta ottenuti tutti i dati ed effettuata la valutazione sull'aderenza e coesione (determinate attraverso osservazioni visive e, soprattutto, grazie ad uno specifico controllo del variare della temperatura in funzione del tempo sull'interfaccia fra protettivo ed elemento di calcestruzzo), lo standard di prova prevede una particolare elaborazione dei risultati che porta a:

- Preparazione di tabelle che legano le temperature raggiunte allo spessore del materiale, in funzione del tempo.
- Calcolo dello spessore equivalente di calcestruzzo relativo al solo isolamento termico.

Da notare che, nel caso il protettivo perda aderenza e coesione, il suo contributo, da quel momento in poi, sarà nullo e quindi la sua classificazione, in termini di spessore equivalente, sarà pari a zero.

In definitiva il risultato delle prove (con le loro limitazioni sul tipo di esposizione al fuoco e spessore) sarà espresso nei seguenti modi:

- Spessore equivalente di calcestruzzo per ogni specifico spessore di protettivo, per diversi tempi di esposizione al fuoco (intervalli di 30 minuti). Come, ad esempio, nella seguente tabella che riporta i dati del prodotto PROMASPRAY®P300 secondo il rapporto di classificazione Efectis 11-U-239

PROMASPRAY®P300					
Tipo di struttura	spessore di protettivo (mm)	Spessore equivalente di calcestruzzo (mm)			
		R 30	R 60	R 90	R 120
soletta	10	33	40	41	40
	50	>85	>85	>85	>85
trave	9	10	27	25	--
	29	20	50	62	70
	49	24	74	80	87

- fattore di equivalenza, cioè mm (o cm) di calcestruzzo corrispondenti ad un mm (o un cm) di protettivo, per diversi tempi di esposizione al fuoco (intervalli di 30 minuti) – Come, ad esempio, nella seguente tabella che riporta i dati del prodotto PROMATECT®H secondo il rapporto di prova nr. LP-1124.2-A-07-GW

PROMATECT®H ENV 13381-3		
resistenza al fuoco	spessore	fattore di equivalenza
30	6	5,83
60	6	6,83
90	6	7,17
120	6	6,00
180	6	na
240	6	na
30	50	1,86
60	50	1,94
90	50	2,00
120	50	2,16
180	50	2,38
240	50	2,78

- tabella indicante lo spessore di protettivo necessario a garantire una data resistenza al fuoco, in funzione del copriferro esistente e della temperatura critica sulle armature. Come, ad esempio, nella seguente tabella che riporta i dati del prodotto PROMATECT®H secondo il rapporto di prova nr. LP-1124.2-A-07-GW

R 180:

PROMATECT®H	Temperatura Critica (°C)					
copriferro esistente	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

Quest'ultimo metodo, considerato il più pratico e quello maggiormente utilizzato dai professionisti, merita una breve spiegazione:

Poiché il protettivo è utilizzato per aumentare la resistenza al fuoco di un elemento esistente, è chiaro che l'elemento stesso avrà già un copriferro (in questo caso calcolato come distanza fra la superficie esterna dell'elemento in ferro e la superficie del conglomerato cementizio), che contribuirà alla resistenza al fuoco. Lo spessore mancante, cioè la differenza fra lo spessore necessario per ottenere quella data resistenza al fuoco, in funzione della temperatura critica dell'armatura (normalmente 300/350°C per elementi tesi e 500/550°C per armatura lenta) e quello esistente, sarà moltiplicata per il fattore di equivalenza, ottenendo il valore di spessore di protettivo equivalente da applicare nel caso specifico. In altre parole, con queste tabelle, il professionista eviterà di eseguire il calcolo dello spessore di copriferro necessario con gli Eurocodici, semplificando il lavoro e riducendo notevolmente i tempi di calcolo.

I risultati della prova e degli assessment hanno alcune limitazioni, fra le quali si ricordano:

- I risultati degli elementi monodirezionali non possono essere applicati ai bidirezionali e viceversa
- I risultati sono validi solo per gli spessori provati. Nel caso di prova con minimo e massimo spessore, per tutti quelli intermedi.
- Il protettivo dovrà essere applicato o fissato nello stesso modo della prova
- Nel caso di cavità, questa non potrà essere inferiore a quella della prova e non potranno essere presenti materiali combustibili nell'intercapedine, salvo che non siano stati utilizzati anche nel test al fuoco
- I risultati sono validi per calcestruzzo con densità pari a quella provata con tolleranza $\pm 15\%$, con le stesse caratteristiche meccaniche e preparato con lo stesso tipo di aggregati. Inoltre lo spessore minimo di soletta che potrà essere protetta non dovrà essere inferiore a quello della soletta sottoposta a prova (analogamente la larghezza minima della trave che potrà essere protetta non dovrà essere inferiore a quella della trave sottoposta a prova).
- Nel caso di prodotto applicato con spessori multipli (multilayer), il numero di spessori massimo applicabile non potrà essere superiore a quella della prova. Ne consegue che in caso di prova con elementi a spessore unico, non potranno essere applicati spessori multipli, anche se lo spessore totale sarà superiore allo spessore unico.
- Nel caso di utilizzo in prova di reti o rinforzi (ad esempio per gli intonaci) protezione di angoli (ad esempio per le pitture) o altri sistemi particolari di fissaggio o aggancio, questi dovranno essere utilizzati anche nelle applicazioni reali in cantiere
- Potranno essere utilizzati solo i tipi di disarmanti provati nel test al fuoco ufficiale.

EN 13381-4 - EN 13381-8: metodi di prova per la determinazione del contributo di protettivi passivi e reattivi alla resistenza al fuoco di elementi strutturali di acciaio

1 Introduzione

Le strutture di acciaio hanno una certa vulnerabilità quando esposte all'incendio dovuta alla loro alta conducibilità termica, che permette un rapido trasferimento di calore dalle sezioni più esterne a quelle più interne, ma, soprattutto, a causa della perdita di alcune loro importanti caratteristiche meccaniche. In particolare la tensione di snervamento si riduce in modo importante già a partire da 400°C, mentre a circa 600°C risulta praticamente dimezzata. Infine una delle caratteristiche fondamentali dell'acciaio da carpenteria, cioè la sua leggerezza rispetto ad altri materiali da costruzione (proprietà che ne ha decretato il notevole successo soprattutto negli edifici industriali e negli alti fabbricati), agisce a sfavore in caso di incendio, poiché comporta un incremento di temperatura molto rapido anche nelle prime fasi del cimento termico. Per molti anni queste caratteristiche hanno parzialmente limitato l'utilizzo di questo materiale, imponendo alti costi per la protezione al fuoco, da sommare a quella anticorrosiva, e oggettive difficoltà di realizzazione, soprattutto in caso di strutture molto snelle, in compatimenti in cui era presente un notevole carico di incendio. Negli ultimi anni, soprattutto grazie ad un uso più razionale del calcolo, ad una migliore progettazione, ad una più accurata verifica del comportamento dell'intera struttura e non più del singolo elemento e, soprattutto, all'uso di nuovi e più efficaci protettivi, l'acciaio è stato rivalutato anche dal punto di vista della resistenza al fuoco.

2 Protettivi per acciaio

La protezione degli elementi strutturali in acciaio è concettualmente molto semplice. È necessario applicare un protettivo capace di rallentare l'incremento di temperatura sulla struttura in modo che questa non raggiunga quella critica di collasso (o quella che il progettista ha definito come la massima temperatura accettabile) durante l'intera esposizione all'incendio. Poiché gli elementi di acciaio esposti ad alte temperature non modificano sostanzialmente la loro composizione, non emettono gas o fumi e, generalmente, non subiscono delaminazioni o distacchi, il protettivo dovrà possedere solo caratteristiche altamente isolanti ed avere una "elasticità" tale da non compromettere l'adesione e la coesione quando l'elemento strutturale, a causa del carico applicato e delle temperature raggiunte, si deformerà.

Questa semplicità è solo apparente perché, oltre ad avere caratteristiche di isolamento estreme (decisamente superiori a quelle necessarie per i protettivi destinati a calcestruzzo o al legno, ad esempio), il protettivo dovrà essere in grado di essere applicato su una struttura piuttosto liscia, non porosa nella quale è particolarmente complesso posizionare elementi di fissaggio quali chiodi, viti o altro. Inoltre i protettivi per acciaio dovranno essere compatibili con i cicli anticorrosivi, qualora siano applicati direttamente sulla superficie, oppure essere sufficientemente leggeri da essere installati anche in condizioni difficili e su geometrie complesse, quando si tratta di elementi rigidi.

In generale i protettivi per acciaio si dividono fra prodotti spruzzati, che aderiscono direttamente sulla superficie dell'acciaio e seguono la forma della struttura, e prodotti rigidi, generalmente sotto forma di lastre che invece rivestono l'elemento da proteggere con un carter e che quindi devono essere fissati direttamente sull'elemento stesso attraverso agganci meccanici, oppure su altri elementi di compartimentazione quali solette e pavimenti o, in alcuni casi, partizioni verticali. I protettivi spruzzati hanno il vantaggio di essere generalmente leggeri e di non variare in modo sostanziale la geometria degli elementi protetti, pertanto risultano molto gradevoli esteticamente, in particolare quando si tratta di prodotti vernicianti. Fra gli svantaggi si annoverano la scarsa massa, che comporta incrementi di temperatura piuttosto veloci nelle prime fasi dell'incendio e l'applicazione talvolta complessa, soprattutto per le alte resistenze al fuoco.

I protettivi rigidi hanno generalmente una notevole densità ed, essendo applicati come carter intorno all'elemento da proteggere, riducono notevolmente la superficie esposta al fuoco rispetto al volume, consentono quindi di ottenere un fattore di forma (massività) decisamente più basso, cioè favorevole, rispetto a strutture protette lungo tutta la superficie. Tale differenza può anche raggiungere il 20 - 25%, con un conseguente miglioramento delle prestazioni pari alle stesse percentuali. Fra gli svantaggi vi è il peso che grava sulle strutture, la perdita dell'effetto estetico originale e la difficoltà di montaggio nel caso di geometrie particolari o di nodi complessi.

In accordo alle normative di collaudo, invece, i prodotti sono distinti in due diverse categorie:

- Rivestimenti protettivi reattivi:
o Protettivi che mutano il loro stato fisico durante il riscaldamento e proteggono grazie alle caratteristiche termofisiche dello stato variato, oltre agli effetti raffreddanti indotti dal cambiamento di stato e/o dalle reazioni chimiche.
- Rivestimenti protettivi passivi:
o Protettivi che non mutano il loro stato fisico durante il riscaldamento e proteggono grazie alle loro caratteristiche termofisiche iniziali ed all'acqua legata chimicamente.

Si noti che i prodotti che contengono acqua, come ad esempio il gesso o alcuni particolari tipi di silicato di calcio, pur trasformandosi in parte a causa della perdita di acqua, sono considerati passivi.

3 Standard di prova EN 13381-4 - EN 13381-8

Il CEN, attraverso il comitato tecnico TC 127, ha affrontato il tema della resistenza al fuoco degli elementi strutturali già alla fine degli anni ottanta, elaborando una serie di norme per la verifica della resistenza al fuoco di elementi sottoposti a flessione o compressione, sia orizzontali sia verticali. Questi test, perfezionati negli anni successivi fino alle attuali

norme della serie EN 1365 (soffitti, travi, pilastri, ecc.), forniscono dati estremamente precisi sul comportamento al fuoco di un elemento singolo, eventualmente protetto. Inoltre, attraverso il campo di diretta applicazione, consentono l'estensione del risultato anche ad elementi diversi da quello provato, anche se con numerose limitazioni e nessuna possibilità di valutare configurazioni con caratteristiche considerate peggiorative rispetto al campione provato.

Questo apparato normativo, considerato di ottima qualità per i cosiddetti "prodotti" cioè elementi dotati di intrinseca resistenza al fuoco, aveva enormi limiti per quanto riguardava i protettivi che non potevano essere in alcun modo qualificati o valutati, se non nel caso specifico dell'elemento provato. Alcune nazioni avevano già affrontato il problema con test di qualificazione dei protettivi (in particolare le norme britanniche, francesi e tedesche), mentre in altre nazioni, dove questi test non erano utilizzabili per le certificazioni di resistenza al fuoco, si usavano metodi più o meno empirici e spesso poco dettagliati, portando spesso a situazioni di difficile valutazione o, come nel caso dell'Italia, ad un mercato poco controllabile nel quale esistevano pochissime certezze, molta imprecisione ed altrettanta approssimazione. All'inizio degli anni novanta anche il TC 127 ha cominciato sviluppare una serie di standard di prova per la qualificazione dei protettivi, inizialmente volontari, denominati ENV YYY, che tentavano di uniformare i diversi metodi europei e fornire dati sufficientemente precisi con un numero di prove limitato. Alla fine del decennio queste norme sono entrate nella loro forma definitiva con la nuova sigla EN/V 13381, differenziate per tipo di elemento protetto. In particolare, per quanto riguarda la protezione dell'acciaio, lo standard Europeo è denominato: EN/V 13381-4 con il titolo: "Metodi di verifica del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali. Parte 4 - rivestimenti protettivi applicati su strutture di acciaio" (2002). Questo metodo di prova è stato introdotto in Italia con il D.M. 16 febbraio 2007 ed è diventata cogente da settembre 2007 per le pitture intumescenti e da settembre 2010 per gli intonaci e le lastre antincendio (si intendono progetti presentati alle competenti Autorità successivamente alle citate date). In tempi recenti, sotto la spinta del mondo della produzione, è stata presa la decisione di scindere lo standard EN/V 13381 per i protettivi in acciaio in due diverse norme, limitando l'uso della EN 13381-4 (attualmente all'edizione 2013) ai protettivi passivi ed introducendo la EN 13381-8 (attualmente in edizione 2013).

Scopo della prova

Gli standard EN 13381 Pt 4 e Pt 8, relativi ai protettivi per l'acciaio, tentano di trovare una relazione fra lo spessore di protettivo applicato, la massività dell'elemento strutturale e le temperature raggiunte sulla superficie dell'acciaio durante l'esposizione al fuoco standard previsto dalla EN 1363-1, in funzione del tempo. I risultati delle prove e le successive valutazioni possono essere usate direttamente nel calcolo della resistenza al fuoco di elementi strutturali in acciaio secondo le procedure riportate negli Eurocodici EN 1993-1-2 e EN 1994-1-2. La metodologia di prova fornisce anche dati sull'aderenza e coesione del protettivo, quando applicato su strutture sotto carico, attraverso il calcolo di un fattore correttivo chiamato K, che tiene conto della differenza di performance dello stesso protettivo, applicato al minimo ed al massimo spessore, su colonne e travi non caricate rispetto a quelle caricate. Gli standard di prova sono applicabili ad elementi H e I, angolari e strutture cave, con i limiti riportati successivamente.

Procedura di prova

Gli standard EN 13381 Pt 4 e Pt 8 prevedono l'esecuzione di numerose prove su diversi tipi di profilo e diversi spessori di protettivo, al fine di tracciare una mappatura di temperature in funzione del tempo, della massività e dello spessore applicato, utili per elaborare i risultati finali. Innanzitutto è necessario effettuare le prove per il calcolo del fattore K, sottoponendo al programma termico due travi e due colonne (caricate e non) sulle quali è stato applicato il massimo spessore del protettivo ed un altro set di quattro elementi identici ai quali è stato applicato il minimo spessore (la scelta degli spessori è a carico del produttore del protettivo). Il fattore K è il semplice rapporto fra il tempo impiegato per raggiungere una data temperatura nell'elemento caricato (intorno ai 550°C) e quello impiegato per raggiungere la stessa temperatura nell'elemento identico non caricato. I valori del fattore K per spessori intermedi fra minimo e massimo sono calcolati per semplice interpolazione lineare. Una volta ottenuto il fattore K, si procede con i test di elementi di piccole dimensioni (circa 1.000 mm) di diversa massività e protetti con diversi spessori secondo quanto suggerito dallo standard stesso. Più precisamente è necessario selezionare un numero minimo di provini (per un totale di 26 elementi, nel caso si vogliano ottenere risultati sia sui pilastri sia sulle travi) con massività tali da coprire i valori intermedi fra quella minima e quella massima scelte dal produttore (generalmente da un minimo di 45-50 m⁻¹ ad un massimo di 300-400 m⁻¹). Nel caso di protettivi intumescenti (EN 13381-8) è necessario anche testare una serie di profili cavi (rettangolari e circolari) al fine di poter utilizzare il prodotto anche su queste sezioni, mentre per i protettivi passivi queste prove sono facoltative, potendo applicare gli stessi spessori, a parità di massività, utilizzati per gli elementi a H e I nel caso di lastre, oppure spessori corretti con una particolare formula per gli intonaci e gli altri spruzzati passivi.

L'applicazione dei protettivi deve avvenire secondo le istruzioni indicate dal produttore ed il controllo degli spessori, dei sistemi di fissaggio e montaggio è effettuato dal personale del laboratorio di prova, secondo specifiche procedure standard, al pari dell'applicazione delle termocoppie e di tutti i sistemi di misurazione e controllo delle temperature. Il test viene interrotto quanto sono raggiunte le massime temperature richieste dal committente (generalmente 750°C per l'analisi generale). Il test report, rilasciato dal laboratorio di prova al produttore, riporta tutti i dati termici, il calcolo del fattore K, le procedure di applicazione, la verifica e le indicazioni sugli spessori applicati, la massività degli elementi provati, il carico applicato e le eventuali osservazioni. Questa massa di dati, sebbene di enorme interesse scientifico, è difficilmente utilizzabile dai progettisti per l'analisi della resistenza al fuoco di elementi strutturali, pertanto è necessario un ulteriore intervento del laboratorio, o di altro ente autorizzato, per elaborare i valori, effettuare le necessarie correzioni dovute al fattore K e restituire i risultati in una forma più fruibile.

Gli standard di prova prevedono quattro possibili metodi di valutazione (la scelta fra uno o più metodi è a carico del produttore) i cui risultati hanno lo stesso valore dal punto di vista dell'utilizzo finale, ma si differenziano per le possibili estensioni dei risultati e per la possibilità o meno di essere direttamente utilizzati nei codici di calcolo riportati negli Eurocodici. In tutti i casi, prima di elaborare i dati con uno qualsiasi dei metodi proposti dalle EN 13381 Pt 4 e Pt 8, è necessario correggere i dati termici delle prove, moltiplicandoli per il fattore riduttivo K (eventualmente corretto a sua volta), al fine di simulare il comportamento di strutture caricate anche quando sono stati utilizzati spezzoni di trave e colonne non sottoposti a carico. I risultati, qualsiasi sia il sistema di valutazione scelto, sono presentati indicando lo spessore di protettivo necessario per raggiungere una o più temperature critiche, in funzione della massività dell'elemento protetto e del tempo di esposizione al fuoco.

4 Analisi dei risultati

4.1 Metodo grafico

Il metodo grafico è quello più semplice, non comportando particolari calcoli e valutazioni, ma è quello che consente le minori estensioni rispetto ai risultati della prova e nel quale le interpolazioni sono maggiormente a favore di sicurezza.

Il metodo si compone di 7 steps:

- 1: determinazione dello spessore nominale
- 2: preparazione dei grafici
- 3: plotting di curve o linee
- 4: applicazione dei criteri di accettabilità
- 5: determinazione delle intersezioni
- 6: interpolazione lineare
- 7: presentazione dei risultati

Nel caso si vogliano tracciare curve (step 3) al posto di linee, saranno necessari almeno 6 punti. Nel caso di interpolazione lineare dei risultati, dovranno essere presenti almeno 4 valori di spessore per protettivi con spessore fino a 40 mm (3 mm nel caso degli intumescenti), 5 punti per spessore da 40 a 75 mm (da 3 a 5 mm) e 6 punti per spessori oltre 75 mm (oltre 6 mm).

4.2 Analisi equazione differenziale - metodo λ variabile

Questo metodo, considerato il più complesso, ma probabilmente il più preciso, è quello che permette il migliore utilizzo degli Eurocodici e la maggiore precisione nei valori di spessore e massività non direttamente testati al fuoco. Si compone di 11 steps:

- 1: formula base;
- 2: individuazione dei dati di base;
- 3: preparazione dei dati di base;
- 4: determinazione del plateau di umidità; (questo punto viene saltato nel caso di reattivi)
- 5: determinazione della conducibilità variabile elementare per ogni elemento provato;
- 6: determinazione delle temperature del protettivo;
- 7: trasformazione delle conducibilità;
- 8: determinazione della conducibilità variabile media del protettivo;
- 9: controllo dei criteri di accettabilità;
- 10: correzione della conducibilità variabile caratteristica (min/max spessore di protettivo)
- 11: presentazione dei risultati.

La formula di base, tratta direttamente dalle norme EN 13381-4-8, utilizzata per lo step 1 (si faccia riferimento anche all'Eurocodice EN 1993-1-2), è la seguente:

$$\Delta\theta_{\lambda t} = \left[\frac{\lambda_{pt}/d_p}{c_a \rho_a} \times \frac{A_m}{V} \times \left(\frac{1}{1 + \phi/3} \right) \times (\theta_t - \theta_{at}) \Delta t \right] - \left[(e^{\phi/10} - 1) \Delta\theta_t \right]$$

$$\text{Where } \Phi = \frac{c_p \rho_p}{c_a \rho_a} \times d_p \times \frac{A_m}{V}$$

Where

$\Delta\theta_{\lambda t}$ is the steel temperature rise over time step Δt , in degrees Kelvin;

$\Delta\theta_t$ is the furnace temperature rise over time step Δt , in degrees Kelvin;

d_p is the drive film thickness of reactive product, in metres;

$\frac{c_a}{c_a}$ is the temperature dependant specific heat capacity of steel at θ_{λ} in joules per kilogram per Kelvin

ρ_a is the density of steel, in kilogram per cubic metre;

$\frac{A_m}{V}$ is the steel section factor, in m⁻¹;

θ_t is the furnace temperature in degrees Celsius;

θ_{at} is the steel temperature in degrees Celsius;

Δt is the time step, in seconds;

λ_{pt} is the thermal conductivity of the protective material at time t and for d_p thickness of protective material, in watts per metre per degrees Kelvin.

With

$$\Delta\theta_{\lambda t} \geq 0 \text{ and } \Delta t \leq 30 \text{ s}$$

4.3 Analisi equazione differenziale - metodo λ costante

Anche questo metodo fornisce dati di grande precisione, ma permette un approccio leggermente semplificato rispetto a quello precedente ed un utilizzo immediato delle formule contenute nell'EC 1993-1-2. Per questo motivo, il metodo del λ costante è uno di quelli maggiormente utilizzati dai professionisti, insieme alla regressione lineare (vedi punto successivo).

Il metodo si compone di 6 steps

- 1: uso dei dati di input derivanti dai risultati dei test.
- 2 : determinazione del λ per definite temperature di progetto sull'acciaio
- 3 : regressione lineare.
- 4 : verifica dei criteri di accettabilità;
- 5 : modifica di c_0 (in funzione dei criteri di accettabilità)
- 6 : presentazione dei risultati.

La formula di base per la determinazione del λ (step 2) è quella già riportata nel punto precedente. La funzione generale del λ , per le temperature di progetto, si ottiene attraverso la regressione lineare usando la seguente formula (determinare le costanti c_0 , c_1 , e c_2 usando tutti i dati ricavati dalle temperature sulle colonne/travi non caricate, per ogni temperatura di progetto definita):

$$\lambda = c_0 + c_1 \times A_m/V + c_2 \times d_p$$

Al pari del caso precedente, per i prodotti passivi, è necessario calcolare la lunghezza del plateau di umidità.

4.4 Analisi regressione lineare

Il metodo della regressione lineare è uno di quelli più utilizzati dai produttori e dai professionisti perché abbina una notevole precisione ad una buona possibilità di estensione ed, infine, consente un controllo dei dati piuttosto agevole. Il metodo si compone di 6 steps:

- 1 - 5: uso dei dati di input derivanti dai risultati dei tests
- 6: presentazione dei risultati.

I primi cinque steps sono sintetizzabili nel seguente percorso, partendo dalla formula di base:

$$t = a_0 + a_1 d_p + a_2 \frac{d_p}{A_m/V} + a_3 \theta_a + a_4 d_p \theta_a + a_5 d_p \frac{\theta_a}{A_m/V} + a_6 \frac{\theta_a}{A_m/V} + a_7 \frac{1}{A_m/V}$$

Where t (minutes)	time to design temperature
d_p mm	thickness of protection material
A_m/V m ⁻¹	measured section factor
a_0 to a_7	regression coefficients
θ_a °C	steel temperature

Si determinano le costanti a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 e a_7 risolvendo la formula di regressione lineare, usando tutti i dati termici delle prove per temperature critiche minime e massime (con intervalli di 50°C). Usando le costanti, si calcola il tempo necessario per raggiungere ogni temperatura critica di progetto per i vari spessori di protettivo e per le varie massività. Si comparano poi i risultati previsti con le misure reali (corrette) e si verificano i criteri di accettabilità (se necessario, si applica un fattore di modificazione lineare "x").

5 Esempio di presentazione dei risultati

Come precedentemente evidenziato, qualsiasi metodo di valutazione sia scelto dal produttore, i risultati saranno espressi in tabelle che legano, per le diverse temperature critiche di progetto (da 350° a 750°C), lo spessore necessario a raggiungere una data resistenza al fuoco per elementi di diversa massività.

Per ottenere lo spessore necessario a garantire una data resistenza al fuoco, il professionista dovrà quindi semplicemente incrociare le linee in funzione della temperatura critica che avrà scelto e del profilo che dovrà valutare. In alternativa, il professionista potrà utilizzare i dati di λ ricavati secondo i metodi descritti nei punti precedenti ed utilizzarli direttamente nelle formule degli Eurocodici.

Di seguito un esempio di presentazione dei risultati e relativi esempi di valutazione degli spessori:

R120	Temperature Critiche (°C)								
Ap/V (m ⁻¹)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
0	20	18	18	15	15	15	15	15	15
46	20	18	18	15	15	15	15	15	15
50	20	20	18	18	15	15	15	15	15
60	25	25	20	20	18	18	18	18	18
70	25	25	25	20	20	18	18	18	18
80	30	25	25	25	20	20	20	18	18
90	33	30	25	25	25	20	20	20	18
100	35	33	30	25	25	25	20	20	20
110	35	33	33	25	25	25	25	20	20
120	36	35	33	30	25	25	25	25	20
130	38	35	33	33	30	25	25	25	25
140	38	36	35	33	30	30	25	25	25
150	40	38	35	33	30	30	25	25	25
160	40	38	36	33	33	30	30	25	25
170	40	38	36	35	33	30	30	30	25
180	40	40	38	35	33	30	30	30	25
190	45	40	38	35	33	33	30	30	25
200	45	40	38	36	35	33	30	30	30
210	45	40	38	36	35	33	30	30	30
220	45	40	40	38	35	33	30	30	30
230	45	45	40	38	35	33	30	30	30
240	45	45	40	38	35	33	33	30	30
250	45	45	40	38	36	33	33	30	30
260	45	45	40	38	36	35	33	30	30
270	45	45	40	38	36	35	33	30	30
280	45	45	40	38	38	35	33	30	30
290	45	45	45	40	38	35	33	30	30
300	45	45	45	40	38	35	33	30	30
310	45	45	45	40	38	35	33	33	30
320	45	45	45	40	38	35	33	33	30
330	45	45	45	40	38	36	35	33	30
340	45	45	45	40	38	36	35	33	30
350	45	45	45	40	38	36	35	33	30

Esempio 1:

spessore necessario per ottenere R 120 su una struttura in acciaio con massività 200 m⁻¹ e temperatura critica pari a 400°C: 40 mm

Esempio 2:

spessore necessario per ottenere R 120 su una struttura in acciaio con massività 140 m⁻¹ e temperatura critica pari a 650°C: 25 mm

6 Limiti di applicabilità

Numerosi sono i limiti di applicabilità degli standard EN 13381-4 e EN 13381-8.

Fra i principali si ricordano:

- I risultati del test e dei rapporti di valutazione sono applicabili solo ai protettivi applicati, negli spessori provati, per i valori massimi e minimi di massività e per le massime temperature critiche raggiunte nei test.
- Nel caso di lastre, la distanza massima dei pannelli protettivi dall'elemento protetto può essere da - 5mm a + 50mm rispetto a quanto utilizzato in prova, purché i sistemi di fissaggio non siano cambiati. In ogni caso i sistemi di aggancio e fissaggio non possono essere modificati, se non comprovando la loro efficacia con test appropriati.
- Nel caso di spruzzati (sia reattivi sia passivi) i risultati si ritengono validi solo nel caso di utilizzo dello stesso sistema di applicazione usato in prova.

- I risultati di test e rapporti di valutazione sono applicabili anche ad altri tipi di acciaio diversi da quello testato, in accordo ai limiti riportati nella EN 10025-1.
- I risultati delle valutazioni sono applicabili per qualsiasi tipo di elemento in acciaio (sezione) nel caso di lastre, per qualsiasi tipo di elemento (ma con spessori corretti per le strutture cave) per gli spruzzati passivi e solo per le tipologie testate nel caso di reattivi (per le quali è previsto uno specifico metodo di prova per le strutture cave).
- I risultati non si applicano ad elementi sottoposti a trazione.

Tutte le formule sono tratte dalla norma EN 13381-4

7 Conclusioni

Oggi è possibile, grazie all'utilizzo degli standard di qualificazioni dei protettivi per acciaio sia passivi (EN13381-4) sia reattivi (EN 13381-8), calcolare facilmente lo spessore di protettivo necessario per raggiungere una determinata resistenza al fuoco, su un elemento strutturale in acciaio di massività nota e per una data temperatura critica. I metodi di prova, pur essendo molto complessi, restituiscono i risultati in forma facilmente leggibile ed immediatamente utilizzabili sia in fase di pre-dimensionamento sia in quella di progettazione definitiva e certificazione. I metodi standard, infine, consentono un semplice confronto fra i prodotti protettivi, consentendo al progettista ed al professionista antincendio la miglior scelta in funzione delle esigenze di sicurezza, economiche ed estetiche.

La presente descrizione è solo indicativa e contiene alcune semplificazioni ed omissioni. Inoltre non sono stati riportati tutti i dati e le limitazioni contenute nello standard originale, pertanto il suo utilizzo si intende solo per scopi divulgativi e/o unicamente per una conoscenza generale. Per una lettura più approfondita, o per un utilizzo professionale della norma di prova e delle classificazioni, si rimanda al testo originale completo.

Metodo di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Parte 5: protettivi per elementi in calcestruzzo e profilati di acciaio - strutture miste

Lo standard EN 13381-5, nella sua edizione 2014, definisce un metodo di prova per determinare il contributo alla resistenza al fuoco di un protettivo applicato su elementi strutturali in calcestruzzo e profilati di acciaio, cioè strutture miste composte da lamiera e getto in calcestruzzo, che potrà essere leggero, normale o ad alta densità e con classi da 20/25 (LC/C/HC) a 50/60 (LC/C/HC). Il metodo si applica a qualsiasi tipo di protettivo, sia esso reattivo (pitture intumescenti) o passivo (intonaci, lastre, pannelli) con o senza intercapedine fra il protettivo e l'elemento da proteggere (si noti che la precedente versione, ENV 13381-5:2002, poteva essere utilizzata per protettivi con intercapedine massima pari a 5 mm). La prova al fuoco fornisce dati sulla capacità del protettivo di rimanere aderente e coeso per tutta la durata dell'esposizione al programma termico, oltre alla distribuzione delle temperature sia sulla superficie dell'acciaio sia sul lato non esposto al fuoco e, in modo facoltativo, anche all'interno del calcestruzzo (per calcolare eventuali applicazioni estese). I risultati della prova, e le registrazioni delle temperature, possono essere utilizzati direttamente nel calcolo della resistenza di fuoco in accordo all'EC EN 1994-1-2. In pratica, il metodo di prova cerca di trovare una relazione fra lo spessore di protettivo, le temperature raggiunte dalla lamiera in acciaio e quelle sul lato non esposto, in funzione del tempo e mette in relazioni questi spessori con quelli equivalenti di calcestruzzo, cioè con spessore di calcestruzzo che avrebbero lo stesso effetto isolante del protettivo applicato nella prova, nelle stesse condizioni termiche.

Il set completo di prove prevede l'esecuzione di test su due solette caricate sulle quali è stato applicato il minimo ed il massimo spessore di protettivo (deciso dal produttore). Inoltre può essere provata anche una soletta di piccole dimensioni per raccogliere dati aggiuntivi (ad esempio su spessori intermedi oppure per solette con caratteristiche diverse da quelle standard).

Durante l'esposizione al fuoco sono registrate:

- La distribuzione delle temperature sull'interfaccia fra protettivo e lamiera di acciaio
- Il comportamento del protettivo e la sua aderenza e coesione
- La distribuzione delle temperature sul lato non esposto al fuoco
- Le temperature all'interno del calcestruzzo (opzionali)

Nel caso di prova di un solo spessore, su una sola soletta, il risultato sarà valido solo per quello spessore e non saranno consentite estrapolazioni o estensioni.

Una volta ottenuti tutti i dati, ed effettuata la valutazione sull'aderenza e coesione (determinate attraverso osservazioni visive e, soprattutto, grazie ad uno specifico controllo del variare della temperatura in funzione del tempo sull'interfaccia fra protettivo ed elemento di calcestruzzo), lo standard di prova prevede una particolare elaborazione dei risultati che porta a:

- preparazione di tabelle che legano le temperature raggiunte dall'interfaccia fra protettivo e lamiera e lo spessore del protettivo stesso, in funzione del tempo.
- calcolo dello spessore equivalente di calcestruzzo relativo al solo isolamento termico.

Da notare che, nel caso il protettivo perda aderenza e coesione, il suo contributo, da quel momento in poi, sarà nullo e quindi la sua classificazione, in termini di spessore equivalente, sarà pari a zero. Eventuali dati ottenuti su solette non caricate, oppure alle quali è stato tolto il carico durante la prova, saranno validi solo per elementi non caricati.

La temperatura massima sull'interfaccia fra protettivo e lamiera di acciaio, in accordo al metodo di prova e di assessment, è pari a 350 °C. E' possibile interpolare i dati fra spessore e minimo e spessore massimo per ottenere spessori intermedi, mantenendo costante la temperatura di 350°C e variando solo il tempo di esposizione al fuoco (cioè di classificazione).

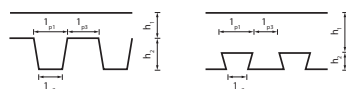
La temperatura raggiunta sul lato non esposto al fuoco è utilizzata per determinare lo spessore equivalente di calcestruzzo per un dato spessore di protettivo (cioè lo spessore di calcestruzzo che garantisce le stesse performance termiche dello spessore di protettivo applicato in prova).

La procedura per il calcolo dello spessore equivalente di calcestruzzo è la seguente:

a) calcolare lo spessore effettivo della soletta mista (h_{eff}) in accordo alla seguente formula:

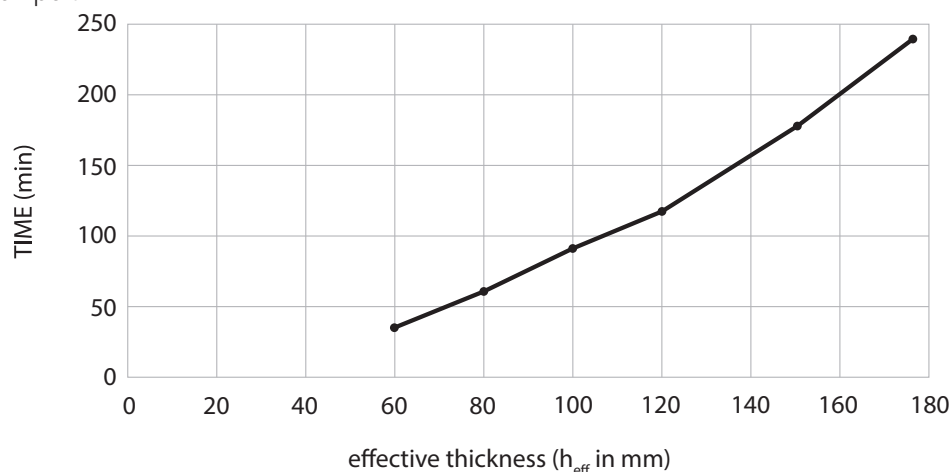
$$h_{eff} = h_1 + \left[h_2 \times \frac{(l_{p1} + l_{p2})}{2} \right] / [(l_{p1} + l_{p3})]$$

per le definizioni dei parametri, si veda la seguente figura:



b) determinate il tempo (t_r) nel quale la temperatura media sulla faccia non esposta aumenta di 140°C rispetto alla temperatura ambiente durante la prova, oppure durante il quale una delle termocoppie raggiunge un incremento di temperatura di 180 °C, quale delle due inferiore)

c) determinare lo spessore effettivo equivalente della soletta mista protetta (h_e) utilizzando la seguente tabella, inserendo nelle ordinate il tempo t_r



d) determinare lo spessore equivalente di calcestruzzo corrispondente ad un particolare spessore di protettivo provato (h_{eq}) con la seguente formula:

$$h_{eq} = h_e - h_{eff}$$

Gli spessori equivalenti di spessori intermedi fra quelli provati si possono ottenere per interpolazione lineare.

Il rapporto di valutazione, rilasciato dopo aver eseguito le prove previste dallo standard, includerà:

- Il tempo impiegato dalla lamiera grecata per raggiungere l'incremento di temperatura di 350°C, rispetto a quella ambiente, per qualsiasi spessore di protettivo provato (questa tempo corrisponde alla classificazione della soletta standard, ad esempio R 60, R 120, ecc. protetta con quel determinato spessore di protettivo) e tutte le classificazioni per gli spessori di protettivo intermedi fra il minimo e massimo provate, ottenute per interpolazione lineare.
- Il valore di h_{eq} di calcestruzzo per ogni spessore di protettivo provato e di tutti quelli intermedi (calcolati per estrapolazione.)
- Una valutazione delle performance della soletta in accordo ai criteri della EN 1363-1 (incluso il criterio I, cioè isolamento termico, derivante dal rilevamento delle temperature sulla faccia non esposta.)
- Eventuali risultati di termocoppie aggiuntive posizionate a diverse altezze all'interno della soletta in prova

Un dato spessore di protettivo, quindi, potrà essere utilizzato per garantire la resistenza al fuoco REI di solette aventi spessore minimo pari a quello testato, oppure spessori maggiori a cui corrispondono tempi di resistenza al fuoco più elevati.

Come, ad esempio, nella seguente tabella che riporta i dati del prodotto PROMASPRAY®P300 secondo il rapporto di classificazione Efectis 09-F-303

Spessore totale soletta ($h_1 + h_2$) in cm	Spessore minimo di prodotto PROMASPRAY®P300 da applicare (in mm)			
	Classificazione REI			
	REI 30	REI 60	REI 120	REI 180
10	13	16	26	40
11	13	16	26	36
12	13	16	26	36
13	13	16	26	36
14	13	16	26	36
15	13	16	26	36
16	13	16	26	36
17	13	16	26	36
18	13	16	26	36
19	13	16	26	36
20 ecc...	13	16	26	36

Tipo di profilo	Minimo spessore in mm di PROMASPRAY®P300 per raggiungere la temperatura di 350°C sulla lamiera di acciaio			
	Tempo di esposizione al fuoco (criterio R)			
	REI 30	REI 60	REI 120	REI 180
trapezoidale	13	16	26	36
coda di rondine	16	16	16	24

Il rapporto di valutazione riporta anche gli spessori minimi di protettivo in grado di garantire il criterio R sui diversi tipi di soletta e lamiera provata, considerando la temperatura critica sempre pari a 350°C. Come, ad esempio, nella seguente tabella che riporta i dati del prodotto PROMASPRAY®P300 secondo il rapporto di classificazione Efectis 09-F-303

I risultati della prova e degli assessment hanno alcune limitazioni, fra le quali si ricordano:

- I risultati di prova e assessment degli elementi con lamiera grecata trapezoidale possono essere impiegati solo per quel tipo di profilo. Analogamente, i risultati degli elementi con lamiera a coda di rondine, possono essere impiegati solo per quel profilo.
- I risultati sono validi solo per solette con spessori superiori a quelli testati (spessore della lamiera, spessore del getto, ecc.).
- Lo spessore equivalente per un certo spessore di protettivo è applicabile fino alla resistenza al fuoco testata per quel determinato spessore (non sono consentite estrapolazioni.)
- I risultati sono validi solo per gli spessori provati. Nel caso di prova con minimo e massimo spessore, si possono calcolare anche tutti quelli intermedi.
- Il protettivo dovrà essere applicato o fissato nello stesso modo della prova
- Nel caso di cavità, questa non potrà essere inferiore a quella della prova e non potranno essere presenti materiali combustibili nell'intercapedine, salvo che non siano stati utilizzati anche nel test al fuoco
- I risultati sono validi per calcestruzzo con densità pari a quella provata con tolleranza $\pm 15\%$, con le stesse caratteristiche meccaniche e preparato con lo stesso tipo di aggregati. Inoltre lo spessore minimo di soletta che potrà essere protetta non dovrà essere inferiore a quello della soletta sottoposta a prova (analogamente la larghezza minima della trave che potrà essere protetta non dovrà essere inferiore a quella della trave sottoposta a prova).
- Nel caso di prodotto applicato con spessori multipli (multilayer), il numero di spessori massimo applicabile non potrà essere superiore a quella della prova. Ne consegue che in caso di prova con elementi a spessore unico, non potranno essere applicati spessori multipli, anche se lo spessore totale sarà superiore allo spessore unico.
- Nel caso di utilizzo in prova di reti o rinforzi (ad esempio per gli intonaci) protezione di angoli (ad esempio per le pitture) o altri sistemi particolari di fissaggio o aggancio, questi dovranno essere utilizzati anche nelle applicazioni reali in cantiere

La presente descrizione è solo indicativa e contiene alcune semplificazioni ed omissioni. Inoltre non sono stati riportati tutti i dati e le limitazioni contenute nello standard originale, pertanto il suo utilizzo si intende solo per scopi divulgativi e/o unicamente per una conoscenza generale. Per una lettura più approfondita, o per un utilizzo professionale della norma di prova e delle classificazioni, si rimanda al testo originale completo.



Comportamento dell'acciaio al fuoco

È noto che le caratteristiche meccaniche dell'acciaio variano con la temperatura e, più precisamente, peggiorano con l'aumentare della stessa. Ciò consente di capire come una struttura in acciaio, sottoposta all'azione dei carichi esterni e contemporaneamente all'incendio perda la sua capacità portante e vada, dopo un certo tempo, incontro a collasso. Qualora sia richiesta la resistenza meccanica in caso di incendio, le strutture di acciaio devono essere progettate in modo tale da mantenere la loro funzione portante durante la loro esposizione. Tale fenomeno è regolato da alcuni parametri fondamentali che devono essere presi in considerazione qualora si voglia studiare il comportamento in caso di incendio di una determinata struttura, per stabilirne il grado di resistenza al fuoco e per determinare il dimensionamento del rivestimento protettivo necessario al conseguimento della resistenza al fuoco richiesta dal particolare tipo di edificio.

La progettazione strutturale al fuoco tiene in considerazione che la carpenteria metallica può essere:

- non protetta;
- isolata mediante materiali per la protezione al fuoco;
- protetta mediante schermature al calore;
- protetta mediante qualsiasi altro metodo che limiti l'aumento della temperatura nell'acciaio.

La valutazione del comportamento strutturale nella progettazione per una situazione di incendio deve essere effettuata sulla base di uno dei seguenti metodi o combinazioni di essi; modelli di calcolo semplice del singolo elemento (metodi di progetto semplificati in grado di fornire risultati cautelativi), modelli di calcolo completi (metodi nei quali i principi ingegneristici sono applicati realisticamente a casi particolari) e prove.



Temperatura critica

Da quanto sopra si deduce che, per ogni elemento costituente una struttura, si potrà determinare una temperatura oltre la quale l'elemento stesso non sarà più in grado di assolvere alla propria funzione portante. Tale temperatura (temperatura critica), per un assegnato livello di carico, è la temperatura in corrispondenza della quale ci si aspetta il collasso di un elemento di acciaio strutturale soggetto ad una distribuzione di temperature uniforme. Nell'ipotesi semplificativa di temperatura uniforme nella sezione e quando non sia richiesta la verifica di deformabilità della struttura, la verifica può essere condotta nel dominio delle temperature, con riferimento a una temperatura critica per l'acciaio determinata in funzione del grado di utilizzo μ_0 definito come il rapporto fra l'azione di progetto in caso di incendio e la resistenza di progetto in caso di incendio calcolata per istante iniziale e che tiene conto della classe della sezione. Le sezioni degli elementi strutturali in acciaio sono suddivise in classi di resistenza identificate dai numeri da 1 a 4 in funzione della capacità di rotazione plastica delle sezioni; in particolare le classi sono definite nel modo seguente:

- classe 1: sezioni per le quali può aversi la completa formazione di una cerniera plastica;
- classe 2: sezioni per le quali è prevista la completa formazione di una cerniera plastica, ma con limitata capacità di deformazione;
- classe 3: sezioni per le quali, a causa di fenomeni di instabilità locale, non è possibile la distribuzione plastica delle tensioni nella sezione e il momento ultimo coincide con quello al limite elastico convenzionale;
- classe 4: sezioni per le quali, a causa di importanti fenomeni d'instabilità locale, il momento ultimo è minore di quello al limite elastico convenzionale.

Per sezioni di classe 1,2 e 3 con μ_0 compreso tra 0,22 e 0,80, la temperatura critica in °C è riportata nella sotto indicata tabella A, mentre per sezioni di classe 4 la temperatura critica deve essere limitata a 350°C.

Tabella A: Temperatura critica $\theta_{a,cr}$ in funzione del tasso di utilizzo μ_0

μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

Fattore di sezione

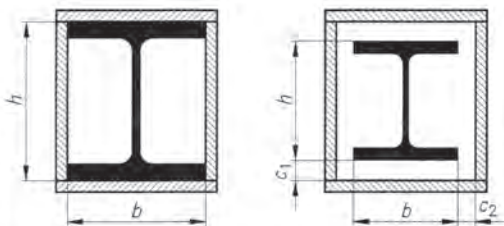
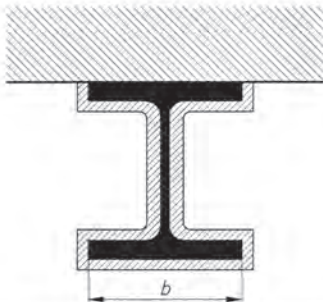
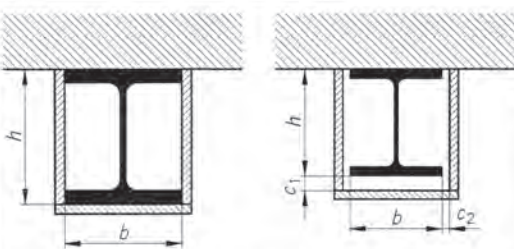
Si definisce fattore di sezione, per un dato elemento, il rapporto tra la superficie esposta al fuoco ed il volume dell'elemento stesso. È importante notare che il fattore di sezione deve essere calcolato tenendo conto dell'effettiva superficie attraverso cui avviene lo scambio termico e quindi esso stesso risulterà, in generale, diverso a seconda del posizionamento dell'elemento (totale o parziale esposizione al fuoco) e del tipo di protezione (in aderenza, scatolare, ecc). Per le connessioni bullonate non è necessario effettuare la verifica della sezione netta in corrispondenza dei fori, in quanto la temperatura dell'acciaio nella zona della connessione è più bassa rispetto alla parte centrale dell'elemento strutturale, grazie alla presenza di materiale aggiuntivo, quale ad esempio le squadrette del collegamento. Per elementi non protetti deve essere preso in considerazione anche l'effetto shadow, in accordo all' EC EN 1993-1-2. A proposito del fattore di sezione è un parametro indicativo delle risorse di un particolare elemento nei confronti della sollecitazione da incendio. Da ciò consegue la inderogabile necessità di tener conto dei parametri geometrici degli elementi qualora si voglia valutare l'effettiva resistenza al fuoco di una struttura o si voglia dimensionare correttamente il rivestimento protettivo (Tabella B e C). Utilizzare lo stesso spessore di rivestimento per profilati differenti, anche quando le sollecitazioni unitarie risultino confrontabili, significa quindi andare incontro a soluzioni non corrette che possono portare a risultati antieconomici o inefficaci.

NB: Il fattore di sezione è comunemente chiamato anche "fattore di massa", "fattore di forma" o "massività" ed è spesso indicato con il simbolo S/V

Esempio di calcolo del fattore di sezione A_p/V

Tabella B:

Fattore di sezione A_p/V per elementi di acciaio isolati da materiale di protezione al fuoco

Disegno	Descrizione	Fattore di sezione (A_p/V)
	Rivestimento aderente di spessore uniforme	$\frac{\text{perimetro dell'acciaio}}{\text{area della sezione trasversale di acciaio}}$
	Rivestimento scatolare di spessore uniforme ¹⁾	$\frac{2(b+h)}{\text{area della sezione trasversale di acciaio}}$
	Rivestimento aderente di spessore uniforme, esposto al fuoco su tre lati	$\frac{\text{perimetro dell'acciaio} - b}{\text{area della sezione trasversale di acciaio}}$
	Rivestimento scatolare di spessore uniforme ¹⁾ esposto al fuoco su tre lati	$\frac{2h+b}{\text{area della sezione trasversale di acciaio}}$

1) Le dimensioni di gioco c_1 e c_2 non dovrebbero normalmente eccedere $h/4$.

Tabella C: Valori dei fattori di sezione di profili laminati (m⁻¹)

Protezione					Protezione					Protezione					Protezione				
IPE					HD					HE					HE				
IPE 80 A	437	509	317	389	HD 260x54,1	176	214	108	146	HE 100 AA	290	355	181	245	HE 700x352	51	58	39	46
IPE 80	369	429	270	330	HD 260x68,2	141	171	88	117	HE 100 A	217	264	138	185	HE 700x418	44	50	34	40
IPE A 100	389	452	286	349	HD 260x93,0	105	127	66	88	HE 100 B	180	218	115	154	HE 800 AA	108	122	84	98
IPE 100	334	387	247	300	HD 260x114	86	104	55	73	HE 100 M	96	116	65	85	HE 800 A	84	94	66	76
IPE A 120	370	428	271	329	HD 260x142	71	86	46	60	HE 120 AA	296	361	182	247	HE 800 B	72	81	57	66
IPE 120	311	360	230	279	HD 260x172	59	72	39	51	HE 120 A	220	267	137	185	HE 800 M	60	68	48	55
IPE A 140	354	409	260	314	HD 320x74,2	152	184	95	127	HE 120 B	167	202	106	141	HE 800x373	52	59	41	48
IPE 140	291	335	215	259	HD 320x97,6	117	141	74	98	HE 120 M	92	111	61	80	HE 800x444	44	50	35	41
IPE A 160	332	382	245	295	HD 320x127	91	110	58	77	HE 140 AA	281	342	172	233	HE 900 AA	101	113	81	93
IPE 160	269	310	200	241	HD 320x158	74	89	48	63	HE 140 A	208	253	129	174	HE 900 A	81	90	65	74
IPE A 180	308	354	227	274	HD 320x198	60	72	39	51	HE 140 B	155	187	98	130	HE 900 B	70	78	57	65
IPE 180	253	291	188	226	HD 320x245	50	60	33	43	HE 140 M	88	106	58	76	HE 900 M	62	69	50	57
IPE O 180	226	260	168	202	HD 320x300	42	50	28	36	HE 160 AA	244	297	150	203	HE 900x391	54	60	43	49
IPE A 200	283	326	210	253	HD 360x134	104	125	63	85	HE 160 A	192	234	120	161	HE 900x466	45	51	37	42
IPE 200	235	270	176	211	HD 360x147	95	114	58	78	HE 160 B	140	169	88	118	HE 1000 AA	98	108	79	90
IPE O 200	212	244	158	190	HD 360x162	87	105	53	71	HE 160 M	83	100	54	71	HE 1000x249	88	97	71	81
IPE A 220	260	298	193	231	HD 360x179	79	95	49	65	HE 180 AA	229	279	141	190	HE 1000 A	81	89	66	74
IPE 220	221	254	165	198	HD 360x196	72	87	45	60	HE 180 B	131	159	83	110	HE 1000 B	70	78	57	65
IPE O 220	200	230	149	179	HD 400x187	78	94	47	64	HE 180 M	80	96	52	68	HE 1000 M	64	70	52	59
IPE A 240	240	276	178	214	HD 400x216	68	82	42	56	HE 200 AA	211	256	130	175	HE 1000x393	57	63	47	53
IPE 240	205	236	153	184	HD 400x237	63	76	38	52	HE 200 A	174	211	108	145	HE 1000x415	54	60	44	50
IPE O 240	185	213	139	167	HD 400x262	57	69	35	47	HE 200 B	122	147	77	102	HE 1000x438	51	57	42	48
IPE A 270	230	265	171	205	HD 400x287	52	63	32	43	HE 200 M	76	92	49	65	HE 1000x494	46	51	38	43
IPE 270	197	227	147	176	HD 400x314	48	58	30	40	HE 220 AA	200	242	122	165	HE 1000x584	39	44	33	37
IPE O 270	170	195	127	152	HD 400x347	44	53	28	37	HE 220 A	161	195	99	134	HL 920x345	69	79	52	62
IPE A 300	216	248	160	192	HD 400x382	40	49	25	34	HE 220 B	115	140	72	97	HL 920x368	65	74	49	58
IPE 300	188	216	139	167	HD 400x421	37	45	23	31	HE 220 M	73	88	47	62	HL 920x390	62	70	46	55
IPE O 300	163	187	121	145	HD 400x463	34	41	22	29	HE 240 AA	185	225	114	154	HL 920x420	58	66	43	51
IPE A 330	199	228	149	178	HD 400x509	31	38	20	27	HE 240 A	147	178	91	122	HL 920x449	54	61	41	48
IPE 330	175	200	131	157	HD 400x551	29	35	19	25	HE 240 B	108	131	68	91	HL 920x491	50	56	37	44
IPE O 330	152	175	114	137	HD 400x592	28	33	18	23	HE 240 M	61	73	39	52	HL 920x537	46	52	35	41
IPE A 360	185	211	138	165	HD 400x634	26	31	17	22	HE 260 AA	176	214	108	146	HL 920x588	42	48	32	37
IPE 360	163	186	122	146	HD 400x677	25	30	16	21	HE 260 A	141	171	88	117	HL 920x656	38	43	29	34
IPE O 360	142	162	107	127	HD 400x744	23	27	15	20	HE 260 B	105	127	66	88	HL 920x725	35	39	26	31
IPE A 400	176	200	133	158	HD 400x818	21	25	14	18	HE 260 M	59	72	39	51	HL 920x787	32	37	25	29
IPE 400	152	174	116	137	HD 400x900	19	23	13	17	HE 280 AA	168	204	104	139	HL 920x970	27	30	20	24
IPE O 400	135	154	103	122	HD 400x990	18	22	12	16	HE 280 A	136	165	84	113	HL 1000 A	82	92	63	73
IPE A 450	165	187	127	149	HD 400x1086	17	20	11	15	HE 280 B	102	123	64	85	HL 1000 B	76	85	58	68
IPE 450	143	162	110	130						HE 280 M	59	71	38	50	HL 1000 M	66	74	51	59
IPE O 450	122	138	94	110						HE 300 AA	158	192	97	131	HL 1000x443	55	63	43	50
IPE A 500	152	172	118	138						HE 300 A	126	153	78	105	HL 1000x483	51	58	40	46
IPE 500	134	151	104	121						HE 300 B	96	116	60	80	HL 1000x539	46	52	36	42
IPE O 500	114	129	89	104						HE 300 M	50	60	33	43	HL 1000x554	45	51	35	41
IPE A 550	142	160	111	129						HE 320 AA	152	184	95	127	HL 1000x591	42	48	33	39
IPE 550	124	140	97	113						HE 320 A	117	141	74	98	HL 1000x642	39	44	31	36
IPE O 550	108	121	85	98						HE 320 B	91	110	58	77	HL 1000x748	34	38	27	31
IPE A 600	131	147	103	119						HE 320 M	50	60	33	43	HL 1000x883	29	33	23	27
IPE 600	115	129	91	105						HE 340 AA	147	177	94	123	HL 1100 A	76	85	59	68
IPE O 600	93	104	73	85						HE 340 A	112	134	72	94	HL 1100 B	67	75	52	60
750 x 137	128	144	101	116						HE 340 B	88	106	57	75	HL 1100 M	61	68	47	55
750 x 147	120	134	94	109						HE 340 M	50	60	34	43	HL 1100 R	53	59	42	48
750 x 173	102	114	81	93						HE 360 AA	142	170	92	120					
750 x 196	91	102	72	83						HE 360 A	107	128	70	91					
										HE 360 B	86	102	56	73					
										HE 360 M	51	61	34	44					
										HE 400 AA	135	161	90	115					
										HE 400 A	101	120	68	87					
										HE 400 B	82	97	56	71					
										HE 400 M	52	62	36	45					
										HE 450 AA	133	156	91	114					
										HE 450 A	96	113	66	83					
										HE 450 B	79	93	55	69					
										HE 450 M	53	62	38	47					
										HE 500 AA	130	152	91	113					
										HE 500 A	92	107	65	80					

Analisi degli elementi

In alternativa all'analisi strutturale globale, è possibile condurre un'analisi su singoli elementi per la situazione di incendio. In generale, le condizioni di incastro sugli appoggi e sulle estremità degli elementi, le sollecitazioni interne ed i momenti sugli appoggi e sulle estremità degli elementi applicabili al tempo $t=0$, possono essere considerate costanti per tutta la durata dell'esposizione al fuoco. E' necessario considerare solamente gli effetti delle deformazioni termiche risultanti da gradienti termici lungo la sezione trasversale. Gli effetti delle dilatazioni termiche degli elementi possono essere trascurati.

Proprietà meccaniche dell'acciaio

Per velocità di riscaldamento tra 2 e 50 K/min, il legame costitutivo dell'acciaio ad alte temperature deve essere ottenuto tramite la relazione tra sollecitazioni e deformazioni. La massa volumica dell'acciaio ρ_a può essere assunta come indipendente dalla temperatura dell'acciaio. Si ammette il valore $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$. Al contrario alcune proprietà termiche degli acciai al carbonio, quali la dilatazione termica, il calore specifico e la conducibilità termica, variano in funzione della temperatura. La dilatazione termica dell'acciaio aumenta all'aumentare della temperatura dell'acciaio stesso. La dilatazione relativa $\Delta l/l$ deve essere calcolata in base alle seguenti formule nei vari intervalli termici di riferimento:

$$\Delta l/l = 1,2 \times 10^{-5} \theta_a + 0,4 \times 10^{-5} \theta_a^2 - 2,416 \times 10^{-4} \quad (20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C})$$

$$\Delta l/l = 1,1 \times 10^{-2} \quad (750^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq 860^\circ\text{C})$$

$$\Delta l/l = 2 \times 10^{-5} \theta_a - 6,2 \times 10^{-3} \quad (860^\circ\text{C} < \theta_a \leq 1200^\circ\text{C})$$

Il calore specifico risente della trasformazione di fase che avviene a 735°C , descrivendo una cuspidi, pertanto il calcolo dovrà essere effettuato nel modo seguente:

$$c_a = 425 + 7,73 \times 10^{-3} \theta_a - 1,69 \times 10^{-3} \theta_a^2 + 2,22 \times 10^{-6} \theta_a^3 \quad [\text{J/kgK}] \quad (20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 600^\circ\text{C})$$

$$c_a = 666 + \frac{13002}{738 - \theta_a} \quad [\text{J/kgK}] \quad (600^\circ\text{C} \leq \theta_a < 735^\circ\text{C})$$

$$c_a = 545 + \frac{17820}{\theta_a - 731} \quad [\text{J/kgK}] \quad (735^\circ\text{C} \leq \theta_a < 900^\circ\text{C})$$

$$c_a = 650 \quad [\text{J/kgK}] \quad (900^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq 1200^\circ\text{C})$$

La conducibilità termica, che diminuisce con dell'aumento di temperatura dell'acciaio, deve essere calcolata per mezzo delle formalistiche sotto riportate:

$$\lambda_a = 54 - 3,3 \times 10^{-2} \theta_a \quad [\text{W/mK}] \quad (20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 800^\circ\text{C})$$

$$\lambda_a = 27,3 \quad [\text{W/mK}] \quad (800^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq 1200^\circ\text{C})$$

Classe di duttilità delle sezioni

La classe di duttilità delle sezioni indica la capacità di rotazione plastica delle sezioni; in particolare le classi sono definite dai numeri da 1 a 4. La classificazione di una sezione trasversale dipende dai rapporti dimensionali di ciascuno dei suoi elementi compressi, o di un momento flettente per la combinazione di carico considerata, stabiliti dalla norma UNI EN 1993-1-1.

I criteri per la classificazione di sezioni trasversali di profili di acciaio alle alte temperature sono disponibili nella norma UNI EN 1993 - 1-2. Per la classificazione in caso di incendio è conveniente adottare il valore di ϵ :

$$\epsilon = 0,85 \sqrt{235/f_y}$$

Di seguito la tabella D riporta i valori di ϵ in caso di incendio rapportati al tipo al tipo di acciaio usato nelle costruzioni metalliche, che attualmente prevedono tre tipi di acciaio: strutturale S235 (Fe360), per armature S275 (Fe430) e alta resistenza S355 (Fe510). Nella tabella D è stato inserito anche un tipo di acciaio di caratteristiche resistenti più elevate e precisamente il tipo S460.

Tabella D: Valore di ϵ e ϵ^2 in caso di incendio

f_y	S235	S275	S355	S460
ϵ	0,85	0,79	0,69	0,61
ϵ^2	0,72	0,62	0,48	0,37

Dimensionamento del rivestimento protettivo

La resistenza al fuoco degli elementi strutturali in acciaio non protetti è piuttosto limitata, nell'ordine di pochi minuti per le strutture più snelle e di 30- 45 minuti per quelle più massicce. L'elevata conduttività termica dell'acciaio ed i valori di fattore di sezione dei normali elementi da costruzione, fanno sì che l'incremento di temperatura nella sezione si possa considerare come uniforme; in tale circostanza può eseguirsi la verifica della capacità portante dell'elemento del dominio della temperatura e a tal proposito, dovrà controllarsi in corrispondenza di quale tempo t , nella sezione resistente maggiormente sollecitata della trave, la temperatura raggiunge il valore critico T_{cr} al quale corrisponde la perdita di capacità portante conseguente alla combinazione dell'azione di progetto $F_{fi,d}$. L'impiego di un idoneo rivestimento protettivo rallenta il flusso termico che colpisce l'elemento metallico ed evita il raggiungimento delle condizioni di collasso (temperatura critica). Perché sia efficace, il rivestimento deve essere correttamente dimensionato e garantire la capacità isolante anche in presenza di deformazioni dell'elemento strutturale. L'affidabilità delle protezioni e dei sistemi di montaggio è comprovata attraverso prove sperimentali, dalle quali è anche possibile ottenere le informazioni necessarie a caratterizzare le proprietà termofisiche dell'isolante.

Ripetendo più prove con elementi di diversa massività e con spessori differenti di rivestimento, si ottengono abachi, che permettono di estrapolare i risultati a tutti i tipi di profilo. Le tabelle relative ai protettivi riportano, in funzione del rapporto di sezione S/V (Hp/A) dei profili e del grado di resistenza al fuoco richiesto, gli spessori di rivestimento necessari per la protezione di travi e colonne, ottenuti per valutazione secondo i metodi standard previsti dalle norme EN 13381-4/8) con riferimento a diverse temperature critiche. Per comodità di calcolo, è possibile utilizzare le seguenti temperature critiche cautelative: 520°C per le classi 1 e 2, 490°C per la classe 3 mentre 350°C per la classe 4, per le travi, mentre per le colonne la temperatura saranno: 490°C per le classi 1 e 2, 400°C per la classe 3 e 350°C per la classe 4. Per i profili in classe 4 si deve utilizzare la Tcr 350°C. Il metodo di calcolo analitico permette di dimensionare lo spessore di rivestimento in funzione dell'effettiva sollecitazione presente negli elementi. Al variare della sollecitazione cambia infatti la temperatura critica degli elementi: per elementi poco sollecitati la temperatura critica può crescere oltre 600°C o addirittura 700°C. La norma UNI ENV 1993 -1 - 2 "Progettazione delle strutture di acciaio Parte 1-2: regole generali- progettazione della resistenza all'incendio." fornisce la procedura di calcolo.

Una volta determinata a caldo la classe della sezione trasversale del profilo, il passo successivo consiste nella verifica dei profili stessi in base alla tipologia applicativa. Detta verifica può essere effettuata nel dominio della temperatura, non entrando nel merito del dominio della resistenza. La temperatura critica dell'elemento in acciaio al carbonio, nell'ipotesi di una distribuzione uniforme di temperatura, viene determinata per ogni grado di utilizzo μ_0 al tempo $t=0$ utilizzando la seguente formula:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \left[\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482$$

Per gli elementi in acciaio con sezione trasversale di Classe 1, Classe 2 e Classe 3 e per tutti gli elementi tesi, il grado di utilizzo è dato da

$$\mu_0 = \frac{E_{f,d}}{R_{f,d,0}}$$

Il secondo passo consiste nel calcolare l'incremento di temperatura del profilo in acciaio attraverso il procedimento di calcolo che tiene conto degli effetti benefici del materiale protettivo stesso. Risolvendo le equazioni del transitorio termico all'interno dello strato protettivo la soluzione esatta è stata semplificata introducendo il termine correttivo esponenziale ϕ . Il calcolo deve essere svolto per via incrementale attraverso la formula:

$$\Delta_{a,s} = \frac{\lambda_p A_p / V (\theta_{g,s} - \theta_{a,s})}{d_p c_a \rho_a (1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta \theta_{g,s} \quad \text{dove } \phi = \frac{c_p \rho_p d_p A_p}{c_a \rho_a V}$$

In questo modo, si potrà determinare lo spessore protettivo necessario ad ottenere sul profilo in acciaio una temperatura inferiore alla temperatura critica, per il periodo di tempo richiesto.

La temperatura dell'elemento metallico cresce tanto più rapidamente quanto maggiore è il fattore di massività S/V.

Affinché sia garantita la resistenza al fuoco R, posto $t = R$, deve risultare $\theta_a \leq T_{cr}$.

Le prestazioni dei protettivi devono essere valutate esclusivamente ricorrendo alle valutazioni e prove riportate nelle norme 13381 pt. 4 (per i prodotti passivi) e pt. 8 per i prodotti reattivi. Al momento non esistono norme di prodotto per la marcatura CE, quindi è necessario seguire la procedura della marcatura CE attraverso la linea guida ETAG 018 (pt. 1-2-3-4) al fine di ottenere una ETA e poter emettere la relativa dichiarazione di prestazione (DoP). Maggiore è il livello di rischio del prodotto, più frequente e complesso è il ricorso a "enti terzi" notificati per il controllo (vedere la tabella riassuntiva). Per i prodotti di protezione passiva all'incendio (ETAG 018) è richiesto il livello 1. Va sottolineato che altre norme di prodotto non specifiche per la protezione passiva, quale ad esempio le norme di prodotto per il cartongesso, prevedono livelli molto più bassi (pari a 3).



Sistema attestazione di conformità	Compiti del produttore	Compiti dell'ente notificato
1+	Controllo di produzione nello stabilimento Prove secondo quanto stabilito nello standard di prodotto	Prova di tipo iniziale del prodotto Ispezione iniziale del luogo di produzione e del sistema del controllo di produzione Sorveglianza, valutazione e approvazione continue del sistema di controllo di produzione aziendale Prove a campione di verifica sul materiale prelevato dalla produzione
1	Controllo di produzione nello stabilimento Prove secondo quanto stabilito nello standard di prodotto	Prova di tipo iniziale del prodotto Ispezione iniziale del luogo di produzione e del sistema del controllo di produzione Sorveglianza, valutazione e approvazione continue del sistema di controllo di produzione aziendale
2+	Prova iniziale del prodotto Controllo di produzione nello stabilimento Prove secondo quanto stabilito nello standard di prodotto	Ispezione iniziale del luogo di produzione e del sistema del controllo di produzione Sorveglianza, valutazione e approvazione continue del sistema di controllo di produzione aziendale
2	Prova iniziale del prodotto Controllo di produzione nello stabilimento	Ispezione iniziale del luogo di produzione e del sistema del controllo di produzione
3	Controllo di produzione nello stabilimento	Prova di tipo iniziale del prodotto
4	Prova iniziale del prodotto Controllo di produzione nello stabilimento	Nessuno

Il comportamento del calcestruzzo alle alte temperature è piuttosto complesso e dipende, oltre che dalla compattezza ed omogeneità del getto, dalla composizione del calcestruzzo (rapporto acqua/cemento, tipo e quantità di inerte, tipo di cemento), dalle condizioni di carico ed, infine, dalla forma e dimensione della struttura. Durante l'incendio si innescano articolate trasformazioni nel materiale che inducono diverse conseguenze, sia fisiche (stati tensionali interni dovuti ai differenti coefficienti di dilatazione della pasta cementizia e degli aggregati) sia chimiche (evaporazione dell'acqua, decomposizione dell'ossido di calcio, ecc.) che possono compromettere la resistenza al fuoco della struttura. La decomposizione dei silicati idrati ad alte temperature, unita all'evaporazione dell'acqua, concorre a generare fortissime pressioni interne, soprattutto nei calcestruzzi meno porosi, che inducono il fenomeno dello spalling (cioè del distacco per espulsione e microesplosioni di parti di calcestruzzo che lasciano scoperte le armature, variano la forma e, soprattutto, le dimensioni delle strutture). Questo effetto, considerato il più dannoso, complesso e meno prevedibile fra quelli dovuti all'incendio di elementi in calcestruzzo, rende queste strutture più vulnerabili al fuoco di quanto comunemente si crede, quindi l'uso dei protettivi è spesso determinante, soprattutto nel caso di richieste di alte resistenze al fuoco. Promat, nell'ambito del proprio impegno per la protezione passiva all'incendio, ha messo a punto una vasta gamma di soluzioni testate al fuoco atte ad evitare, o a rallentare, il collasso delle strutture in calcestruzzo. Fino a qualche anno fa ci si basava solo, sulla Circolare 91/61 del Ministero degli Interni, che richiedeva una prova sperimentale per ogni tipo di struttura. Dal 1989 e successivamente col DM del 4 maggio 1998, qualora le strutture da proteggere non erano conformi a quella collaudate, si poteva utilizzare un sistema di calcolo analitico per stabilire lo spessore di protezione ritenuto sufficiente a garantire la resistenza al fuoco richiesta. La norma utilizzata per il calcolo, che poteva essere utilizzata ovviamente anche per la verifica di strutture non protette, era la UNI 9502 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso".

Dal 25 settembre 2007, giorno di entrata in vigore del D.M. 16/02/2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione", la valutazione di resistenza al fuoco delle strutture in calcestruzzo può essere eseguita, con significative differenze rispetto al passato, con metodologie di tipo sperimentale, analitico o tabellare.

Per quanto riguarda le tabelle, sono utilizzabili solamente quelle contenute del D.M. stesso (che riportano solo alcuni casi standard), mentre per le prove sperimentali devono essere utilizzate le norme specifiche EN 136X in funzione dell'elemento da valutare (trave pilastro, soletta, muratura, ecc.). Si noti che l'utilizzo dei risultati delle prove è sempre limitato al campo di diretta applicazione contenuto nel rapporto di classificazione (che, per sua stessa definizione, è piuttosto limitato).

In tutti gli altri casi è necessario ricorrere al calcolo ed, eventualmente all'uso di protettivi. In accordo al DM 16 febbraio 2007, ed alle successive circolari esplicative, per tutti i progetti presentati dopo il 25 settembre 2010, possono essere usati unicamente protettivi collaudati con la norma ENV 13381-3 (Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi di calcestruzzo) e non più con altri test quali quelli previsti dalla Circolare 91/61 e nemmeno i valori di riferimento contenuti nella norma UNI 9502 (in particolare il fattore di equivalenza). Da notare che per i soli rivestimenti reattivi (cioè intumescenti) la ENV 13381-3 era già cogente per progetti presentati dopo il 25 settembre 2007. Per quanto riguarda il codice di calcolo la situazione è più complessa: per progetti presentati fino al 10 aprile 2013, è possibile utilizzare ancora la norma UNI 9502, mentre per progetti presentati successivamente, dovrà essere usato esclusivamente l'Eurocodice UNI ENV 1992-1-2 ("Progettazione delle strutture di calcestruzzo" Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio).

Per rendere più semplice il lavoro al professionista, riportiamo la seguente tabella riassuntiva:

Elementi strutturali in calcestruzzo (c.a. / c.a.p.)			
progetto presentato <i>prima</i> del	sperimentale	analitico (+ protettivi)	tabellare
25-set-07	Circolare 91	UNI 9502-3-4 - parametri termofisici riportati nella norma stessa	Circolare 91/61
progetto presentato <i>dopo</i> il	sperimentale	analitico (+ protettivi)	tabellare
25-set-07	Test Circ. 91/61; norme EN 1365-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 - parametri termofisici protettivi riportati nella norma stessa (solo per gli intumescenti parametri termofisici calcolati con ENV 13381-x)	DM 16-2-2007
25-set-08	Test C.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 gli intumescenti parametri termofisici calcolati con ENV 13381-x)	DM 16-2-2007
25-set-10	Test C.91/61 (emessi dopo il 31 dicembre 1995); EN 1365-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 - parametri termofisici protettivi calcolati con ENV 13381-x	DM 16-2-2007
25-set-12	EN 1365-X; Fascicoli tecnici	UNI 9502-3-4 - parametri termofisici protettivi calcolati con ENV 13381-x	DM 16-2-2007
11-apr-13	EN 1365-X; Fascicoli tecnici	UNI ENV 1992-1-2 - parametri termofisici protettivi calcolati con ENV 13381-x	DM 16-2-2007

Il procedimento analitico, per sommi capi, è riportato nel paragrafo successivo.

La ENV 1992-1-2 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole Generali - Progettazione della resistenza all'incendio" fornisce indicazioni sulla progettazione antincendio di strutture di calcestruzzo armato. A tali strutture si richiede di evitare il collasso prematuro, mantenendo la propria capacità portante (R) per il tempo pertinente di esposizione al fuoco. Nel caso sia richiesta anche la capacità di compartimentazione, le membrature costituenti i confini del compartimento, giunti inclusi, dovranno conservare la loro funzione di separazione, limitando la propagazione dell'incendio alle aree circostanti (E ed I) ed, eventualmente, l'irraggiamento termico dalla superficie non esposta (W). L'applicazione delle procedure di progettazione prevede la possibilità di effettuare l'analisi strutturale utilizzando sia l'approccio prescrittivo che quello prestazionale. L'approccio prescrittivo utilizza l'incendio normalizzato per generare azioni termiche mentre l'approccio prestazionale, utilizzando l'ingegneria della sicurezza all'incendio, fa riferimento alle azioni termiche basate su parametri fisici e chimici. Il criterio "R" viene soddisfatto quando la funzione di capacità portante è mantenuta per il tempo di esposizione al fuoco richiesto. Può essere considerato soddisfatto il criterio "I" quando l'aumento della temperatura media sulla superficie non esposta è limitato a 140 K, e l'aumento della temperatura massima in ogni punto della superficie non esposta non è maggiore di 180 K. La progettazione strutturale secondo l'approccio prestazionale considera l'esposizione ad un incendio di progetto in base alle curve d'incendio parametriche, determinate in base a modelli di fuoco ed a specifici parametri fisici che definiscono le variabili di stato all'interno del compartimento. Sarà necessario che la funzione di capacità portante venga mantenuta per tutta la durata dell'incendio, inclusa la fase di estinzione, o per un determinato periodo di tempo.

Per la verifica della funzione di separazione, occorre che:

- durante la fase di riscaldamento fino al raggiungimento della temperatura massima del gas nel compartimento, l'aumento della temperatura media della faccia non esposta sia limitato a 140 K e che l'aumento della temperatura massima della faccia non esposta sia maggiore di 180 K;
- durante la fase di estinzione, si raccomanda che l'aumento della temperatura media della faccia non esposta sia limitato a $\Delta\theta_1 = 200$ K e che l'aumento della temperatura massima della faccia non esposta non sia maggiore di $\Delta\theta_2 = 240$ K.

Per la verifica delle azioni meccaniche sulle strutture esposte al fuoco si deve tener conto della presenza delle azioni permanenti e di quelle azioni variabili che agiscono contemporaneamente all'incendio secondo la combinazione eccezionale impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G1+G2+P+Ad+ \psi_{21} \times Qk1+ \psi_{22} \times Qk2+...$$

Non occorre prendere in considerazione la possibilità di concomitanza dell'incendio con altre azioni eccezionali e con le azioni sismiche. (riferimento NTC 2011 - 3.6.1.5.3 Analisi del comportamento meccanico:)

Le azioni termiche sono date dal flusso termico netto $\dot{h}_{net}$ [W/m²] sulla superficie dell'elemento determinato considerando il trasferimento di calore per convezione e irraggiamento nella forma:

$$\dot{h}_{net} = \alpha_c \cdot (\theta_g - \theta_m) + \Phi \cdot \epsilon_m \cdot \epsilon_r \cdot \sigma \cdot [(\theta_g + 273)^4 - (\theta_m + 273)^4]$$

I valori di progetto delle proprietà meccaniche (resistenza e deformazione) dei materiali $X_{d,fi}$ sono definite come segue:

$$X_{d,fi} = k_{\theta} X_k / \gamma_{M,fi}$$

dove:

X_k è il valore caratteristico di una proprietà di resistenza o deformazione del materiale (in genere f_k o E_k) per il progetto a temperatura ambiente;

k_{θ} è il fattore di riduzione per una proprietà di resistenza o deformazione ($X_{k,\theta} / X_k$) dipendente dalla temperatura del materiale; $\gamma_{M,fi}$ è il fattore parziale di sicurezza del materiale in caso di incendio pari ad 1,0.

Azioni di calcolo

L'effetto delle azioni viene determinato per il tempo $t = 0$ utilizzando i fattori di combinazione $\psi_{1,1}$ o $\psi_{1,2}$ secondo la Sezione 4 dell'EN 1991-1-2.

In via semplificata gli effetti delle azioni possono essere ottenuti da un'analisi strutturale eseguita a temperatura ambiente come:

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto della forza o del momento corrispondente per il calcolo a temperatura ambiente (vedere EN 1990); η_{fi} è il fattore di riduzione per il livello di carico di progetto in situazione di incendio.

L'Eurocodice raccomanda che il fattore di riduzione η_{fi} per la combinazione di carico (punto 6.10) nella EN 1990 sia preso pari a:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}}$$

o per la combinazione di carico (punto 6.10a) e (punto 6.10b) nella EN 1990 come il minore tra i valori forniti dalle due espressioni seguenti:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad \text{o} \quad \eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}}$$

dove:

$Q_{k,1}$ è il carico variabile principale;

G_k è il valore caratteristico di un'azione permanente;

γ_{G1} è il fattore parziale per un'azione permanente;

$\gamma_{Q1,1}$ è il fattore parziale per l'azione variabile 1;

η è il fattore di combinazione per valori frequenti o quasi-permanenti dati sia da $\psi_{1,1}$ che da $\psi_{2,1}$, vedere EN 1991-1-2;

ξ è un fattore di riduzione per azione permanente G sfavorevole.

Come semplificazione, può essere utilizzato un valore raccomandato di $\eta = 0,7$.

Per esigenze di spazio si tralasciano il metodo tabellare ed i metodi di calcolo semplificati, facendo un accenno ai metodi avanzati di calcolo.

Metodi avanzati di calcolo

I metodi avanzati di calcolo devono fornire un'analisi realistica della struttura esposta al fuoco e costituiscono l'unico strumento, oltre le prove sperimentali, che permettere l'analisi di elementi strutturali rivestiti da materiali protettivi. Essi devono essere basati su comportamenti fisici fondamentali che conducono a un'approssimazione attendibile del comportamento atteso dello specifico componente strutturale in situazione di incendio.

Ogni potenziale modello di collasso non coperto dal metodo avanzato di calcolo deve essere escluso con metodologie appropriate [per esempio: insufficiente capacità rotazionale, scoppio (spalling), instabilità localizzata delle armature compresse, collasso per taglio o aderenza, danneggiamento dei dispositivi di ancoraggio].

I metodi avanzati di calcolo devono includere modelli di calcolo per la determinazione:

- dello sviluppo e della distribuzione della temperatura nelle membrature strutturali (modello termico);
- del comportamento meccanico della struttura o di qualunque parte di essa (modello meccanico).

I metodi avanzati di calcolo possono essere utilizzati su qualsiasi tipo di sezione trasversale in combinazione a una qualsiasi curva di incendio, purché le proprietà dei materiali siano note per gli specifici intervalli di temperatura e per la specifica velocità di riscaldamento.

La determinazione della risposta termica è fondata sui principi e sulle ipotesi riconosciuti della termodinamica considerando le pertinenti azioni termiche specificate nella EN 1991-1-2 e le proprietà termiche dei materiali dipendenti dalla temperatura. La risposta meccanica è fondata sui principi e sulle ipotesi riconosciuti della teoria della meccanica strutturale, tenendo conto dei cambiamenti delle proprietà meccaniche al variare della temperatura.

Devono essere considerati gli effetti delle deformazioni e degli sforzi entrambi indotti termicamente sia dall'incremento della temperatura che dai differenziali termici.

Le deformazioni allo stato limite ultimo coinvolte nei metodi di calcolo devono essere limitate, quando necessario, in modo da assicurare che sia conservata la compatibilità fra tutte le parti della struttura.

La zona compressa di una sezione, specialmente se direttamente esposta al fuoco (per esempio sezioni di continuità nelle travi su più appoggi), deve essere controllata e fornita di particolari costruttivi con specifico riguardo nei confronti dello spalling o del distacco del copriferro.

Nelle analisi delle singole membrature o di parti della struttura, le condizioni al contorno devono essere controllate e dettagliate al fine di evitare il collasso dovuto alla perdita di un adeguato appoggio delle membrature.

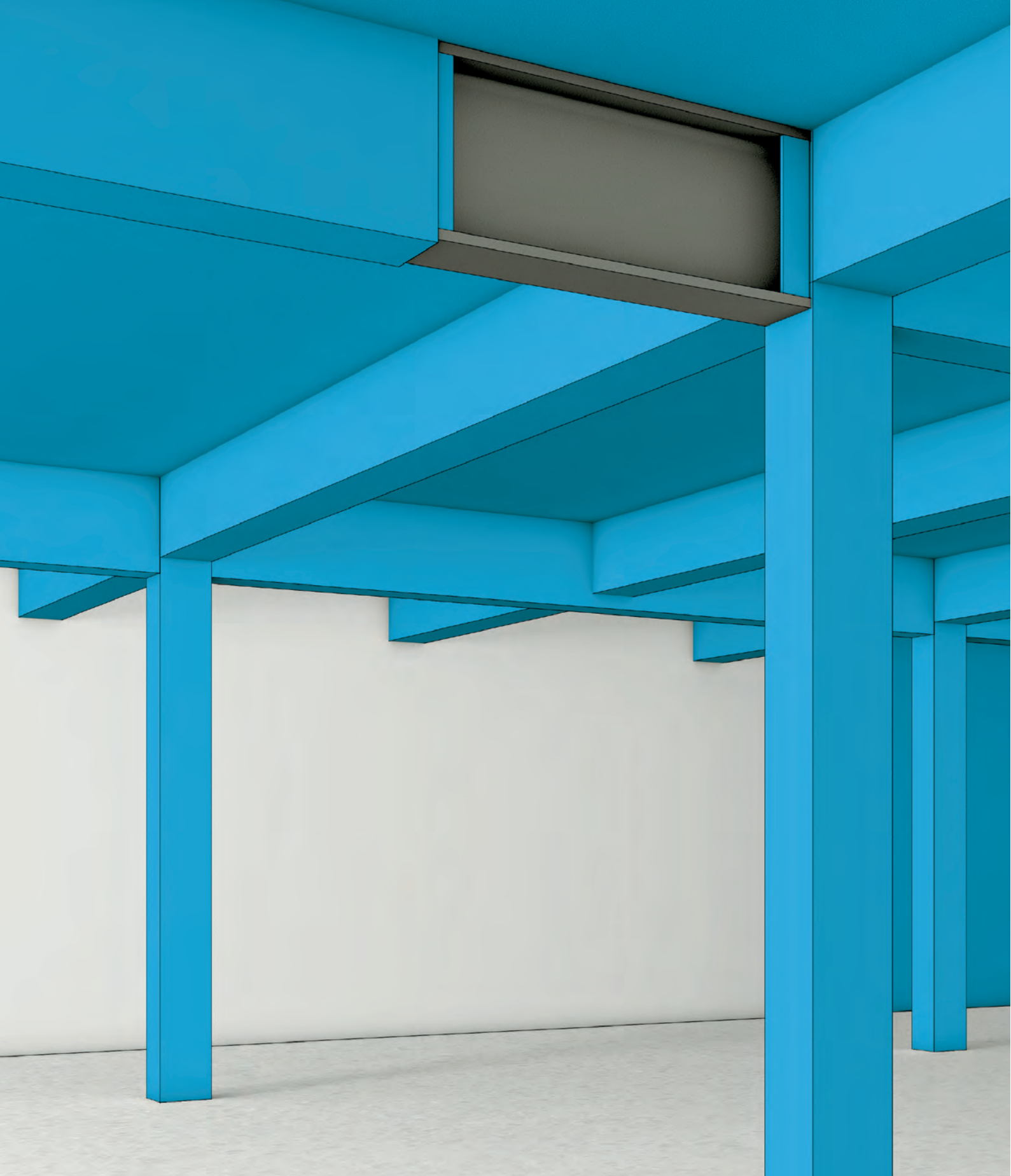
Distacco del calcestruzzo per effetto dello spalling (frantumazione esplosiva)

La frantumazione esplosiva, detta comunemente effetto spalling, deve essere sempre evitata per non compromettere la resistenza al fuoco, o quantomeno deve essere necessariamente presa in esame la sua influenza sui requisiti prestazionali (R/REI). In accordo all'Eurocodice 1992-1-2, è improbabile che lo spalling si verifichi con contenuto d'umidità del calcestruzzo minore del 3% in peso. Al di sopra di 3% occorre prendere in considerazione una più accurata rilevazione del contenuto d'umidità, del tipo di aggregato, della permeabilità del calcestruzzo e della velocità di riscaldamento.

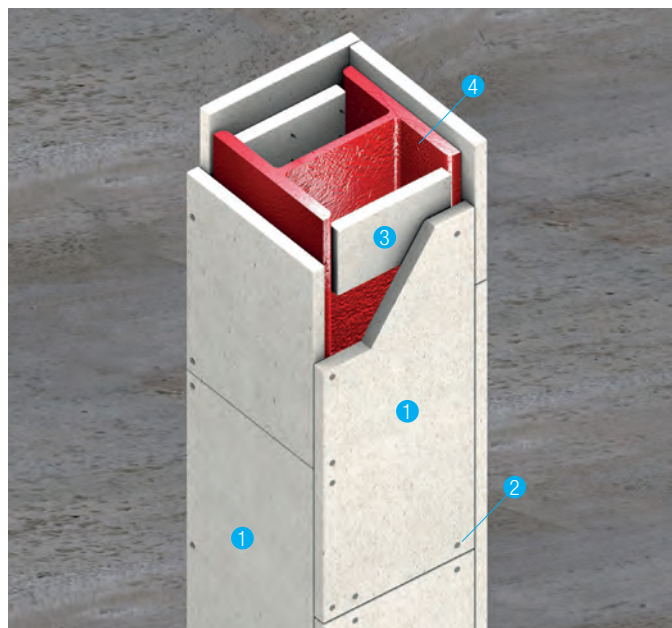
Per travi, lastre e membrature tese, se il contenuto di umidità del calcestruzzo è maggiore di 3% in peso, l'influenza dello spalling sulla funzione portante R può essere valutato assumendo nella sezione trasversale una perdita locale di copriferro per una barra o un insieme di barre e poi controllando la capacità portante ridotta della sezione. Per questa verifica, si può assumere che la temperatura delle altre barre sia quella di una sezione non soggetta allo spalling. Detta verifica non è richiesta per quelle membrature strutturali per le quali il comportamento in relazione allo spalling sia stato controllato sperimentalmente o per le quali sia applicata una protezione complementare verificata in accordo alle ENV 13381-3.

Il distacco del calcestruzzo di copriferro nell'ultimo stadio dell'esposizione all'incendio deve essere evitato oppure preso in considerazione quando si tiene conto dei requisiti prestazionali (R/REI).

Qualora la distanza dell'asse dell'armatura sia di 70 mm o maggiore e non siano stati eseguiti controlli per dimostrare che il distacco del copriferro non avvenga, l'Eurocodice raccomanda di inserire una ulteriore armatura di superficie a maglia con un'apertura non maggiore di 100 mm ed un diametro non minore di 4 mm.



Protettivi per elementi strutturali
Lastre in Calcio Silicato



Legenda tecnica

- ① Lastre in PROMATECT®-H spessori variabili
- ② Graffe metalliche a passo 100 mm
- ③ Spezzone coprigiunto in lastra PROMATECT®-H larghezza 120 mm fissata a pressione tra le ali del pilastro
- ④ Pilastri ed elementi verticali in acciaio

Rapporto di Classificazione: **Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d**
in accordo alla norma **EN 13381-4**

Dimensionamento del protettivo: Lo spessore è in funzione della resistenza al fuoco, della temperatura critica e della massività dei profili, in accordo alle tabelle contenute nei rapporti di valutazione Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d e riportate nelle pagine seguenti.

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 46 m-1 e 363 m-1
- Spessori di protezione calcolati per le seguenti temperature critiche: 350° - 400° - 450° ... 750°
- Applicabilità a colonne esposte fino a 4 lati
- Applicabilità a profili di sezione "I" e "H" e a sezioni diverse
- Gli spessori indicati nelle tabelle sono frutto di valutazione, in conformità a quanto indicato nella norma EN 13381-4:2013

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione scatolare di elementi in acciaio (pilastri), costituita da rivestimento antincendio in lastre di Silicato di Calcio incombustibili in classe A1 (tipo **PROMATECT®-H** sulla base del Rapporto di Valutazione 2012 Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d) di spessore in funzione della resistenza al fuoco, della Temperatura critica e della massività dei profili in acciaio, testate al fuoco in accordo alla EN 13381-4. Il montaggio dovrà essere eseguito seguendo nel dettaglio quanto specificato nei rapporti di valutazione. Le lastre in PROMATECT®-H andranno fissate tramite graffe metalliche di lunghezza doppia rispetto allo spessore previsto delle lastre poste a passo 100 mm. Nel caso di rivestimento protettivo a più strati, i giunti andranno sfalsati. Durante il montaggio dovrà essere mantenuto un lasco tra la lastra e la piattabanda inferiore della trave pari a circa 4 mm. **Il materiale antincendio in Silicato di Calcio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema livello 1 - resistenza al fuoco, e corredato di D.o.P. a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco: tipo 4 (elementi portanti in acciaio). Il rivestimento antincendio dovrà avere una durabilità di non meno 25 anni per applicazioni semiesposte tipo Y ed interne con elevata umidità tipo Z1, in accordo alla ETAG 018-4.**



Protezione utilizzabile anche per sezioni cave (rettangolari, tubolari, tonde...) ed a profili doppi



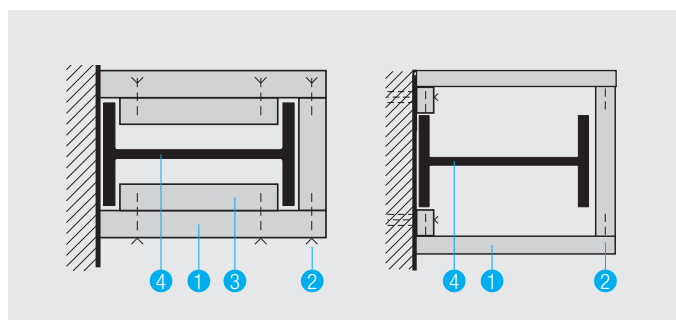
Possibilità di proteggere gli elementi in acciaio da 1 a 4 lati di esposizione al fuoco



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

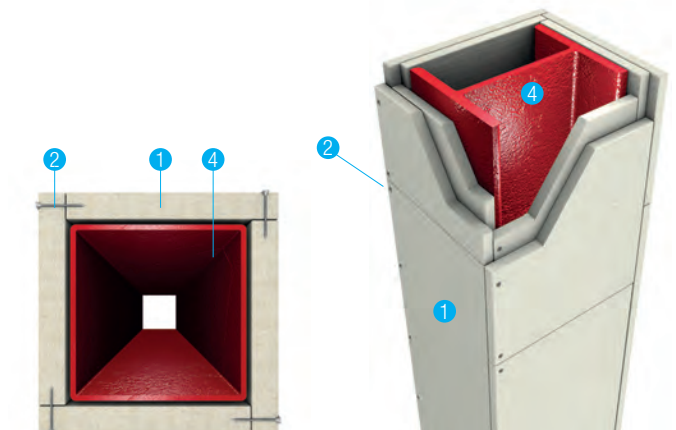
Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

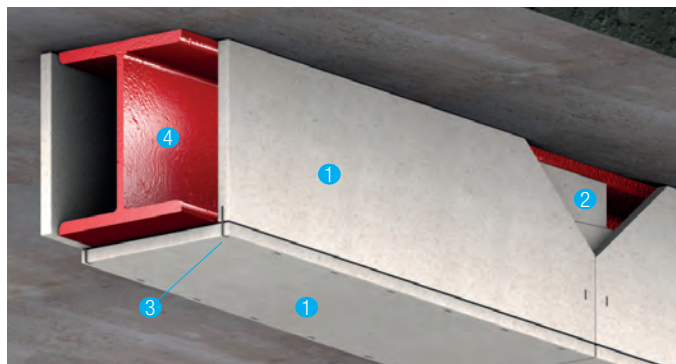
Fissaggio delle lastre su elemento adiacente a parete tramite profilo tassellato a parete.



Dettaglio 2 - Altre tipologie di fissaggio

Fissaggio a doppio spessore di protettivo e su profilo scatolare





Protezione utilizzabile anche per sezioni cave (rettangolari, tubolari, tonde...) ed a profili doppi



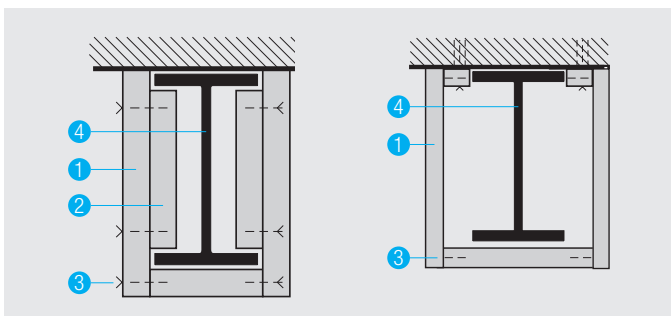
Possibilità di proteggere gli elementi in acciaio da 1 a 4 lati di esposizione al fuoco



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

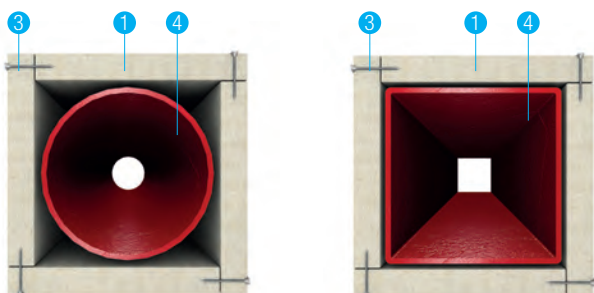
Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

Fissaggio delle lastre su elemento adiacente a parete tramite spezzone interno o profilo tassellato a parete.



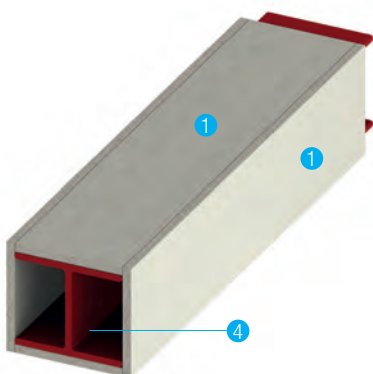
Dettaglio 2 - Altre tipologie di fissaggio

Possibilità di proteggere al fuoco profili scatolari e tubolari



Dettaglio 3 - Altre tipologie di fissaggio

Possibilità di proteggere al fuoco profili esposti su 4 lati sia con singolo strato o doppio spessore protettivo



Legenda tecnica

- ① Lastre in PROMATECT®-H
- ② Spezzone coprigiunto interno in lastra PROMATECT®-H larghezza 120 mm, posto a passo 1200 e/o come coprigiunto interno
- ③ Graffe metalliche a passo 100 mm
- ④ Elemento in acciaio

Rapporto di Classificazione: **Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d**
in accordo alla norma **EN 13381-4**

Dimensionamento del protettivo: Lo spessore è in funzione della resistenza al fuoco, della temperatura critica e della massività dei profili, in accordo alle tabelle contenute nel rapporto di valutazione Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d e riportate nelle pagine seguenti.

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 46 m⁻¹ e 363 m⁻¹
- Spessori di protezione calcolati per le seguenti temperature critiche: 350° - 400° - 450° ... 750°
- Applicabilità ad elementi strutturali esposti fino a 4 lati
- Applicabilità a profili di sezione "I" e "H" e a sezioni diverse
- Gli spessori indicati nelle tabelle sono frutto di valutazioni, in conformità a quanto indicato nella norma EN 13381-4:2013

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione scatolare di elementi in acciaio (travi), costituita da rivestimento antincendio in lastre di Silicato di Calcio incombustibili in classe A1 (tipo **PROMATECT®-H** sulla base del Rapporto di Valutazione 2012 Efectis R0344a/0344b/0344c/0344d) di spessore in funzione della resistenza al fuoco, della Temperatura critica e della massività dei profili in acciaio, testate al fuoco in accordo alla EN 13381-4. Il montaggio dovrà essere eseguito seguendo nel dettaglio quanto specificato nei rapporti di valutazione e precisamente: introdurre a pressione tra le ali delle travi degli spezzoni di lastra in PROMATECT®-H di larghezza 120 mm e spessore 15/25 mm a passo 1200 mm. Le lastre in PROMATECT®-H andranno fissate agli spezzoni in PROMATECT®-H sopra descritti tramite n° minimo 3 graffe metalliche di lunghezza doppia rispetto allo spessore previsto delle lastre poste a passo 100 mm. Nel caso di rivestimento protettivo a più strati, i giunti andranno sfalsati. Durante il montaggio dovrà essere mantenuto un lasco tra la lastra e la piattabanda inferiore della trave pari a circa 4 mm. **Il materiale antincendio in Silicato di Calcio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema livello 1 - resistenza al fuoco, e corredato di D.o.P. a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco: tipo 4 (elementi portanti in acciaio). Il rivestimento antincendio dovrà avere una durabilità di non meno 25 anni per applicazioni semiesposte tipo Y ed interne con elevata umidità tipo Z1, in accordo alla ETAG 018-4.**

Tabella 1 - Spessore di protettivo R30 per pilastri e travi a sezione aperta e chiusa

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12
46	12	12	12	12	12	12	12	12	12
50	12	12	12	12	12	12	12	12	12
60	12	12	12	12	12	12	12	12	12
70	12	12	12	12	12	12	12	12	12
80	12	12	12	12	12	12	12	12	12
90	12	12	12	12	12	12	12	12	12
100	12	12	12	12	12	12	12	12	12
110	12	12	12	12	12	12	12	12	12
120	12	12	12	12	12	12	12	12	12
130	12	12	12	12	12	12	12	12	12
140	12	12	12	12	12	12	12	12	12
150	15	12	12	12	12	12	12	12	12
160	15	12	12	12	12	12	12	12	12
170	15	12	12	12	12	12	12	12	12
180	15	15	12	12	12	12	12	12	12
190	15	15	12	12	12	12	12	12	12
200	15	15	12	12	12	12	12	12	12
210	20	15	15	12	12	12	12	12	12
220	20	15	15	12	12	12	12	12	12
230	20	15	15	12	12	12	12	12	12
240	20	15	15	12	12	12	12	12	12
250	20	15	15	12	12	12	12	12	12
260	20	20	15	12	12	12	12	12	12
270	20	20	15	15	12	12	12	12	12
280	20	20	15	15	12	12	12	12	12
290	20	20	15	15	12	12	12	12	12
300	20	20	15	15	12	12	12	12	12
310	20	20	15	15	12	12	12	12	12
320	20	20	15	15	12	12	12	12	12
330	20	20	15	15	12	12	12	12	12
340	20	20	15	15	12	12	12	12	12
350	20	20	15	15	12	12	12	12	12
360	20	20	20	15	15	12	12	12	12

Tabella 2 - Spessore di protettivo R60 per pilastri e travi a sezione aperta e chiusa

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12
46	12	12	12	12	12	12	12	12	12
50	12	12	12	12	12	12	12	12	12
60	15	12	12	12	12	12	12	12	12
70	20	15	12	12	12	12	12	12	12
80	20	15	15	12	12	12	12	12	12
90	20	20	15	12	12	12	12	12	12
100	25	20	20	15	12	12	12	12	12
110	25	20	20	15	15	12	12	12	12
120	25	20	20	20	15	12	12	12	12
130	25	25	20	20	15	15	12	12	12
140	25	25	20	20	15	15	12	12	12
150	25	25	25	20	20	15	15	12	12
160	25	25	25	20	20	15	15	12	12
170	15+15	25	25	20	20	20	15	12	12
180	15+15	25	25	20	20	20	15	15	12
190	15+15	25	25	25	20	20	15	15	12
200	15+15	25	25	25	20	20	20	15	12
210	15+15	15+12	25	25	20	20	20	15	12
220	15+15	15+12	25	25	20	20	20	15	15
230	15+15	15+15	25	25	25	20	20	20	15
240	15+15	15+15	25	25	25	20	20	20	15
250	20+12	15+15	25	25	25	20	20	20	15
260	20+12	15+15	15+12	25	25	20	20	20	15
270	20+12	15+15	15+12	25	25	20	20	20	20
280	20+12	15+15	15+12	25	25	25	20	20	20
290	20+12	15+15	15+12	25	25	25	20	20	20
300	20+12	15+15	15+12	25	25	25	20	20	20
310	20+12	15+15	15+12	25	25	25	20	20	20
320	20+12	15+15	15+12	25	25	25	20	20	20
330	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25	20	20	20
340	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25	25	20	20
350	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25	25	20	20
360	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25	25	20	20

Tabella 3 - Spessore di protettivo R90 per pilastri e travi a sezione aperta e chiusa

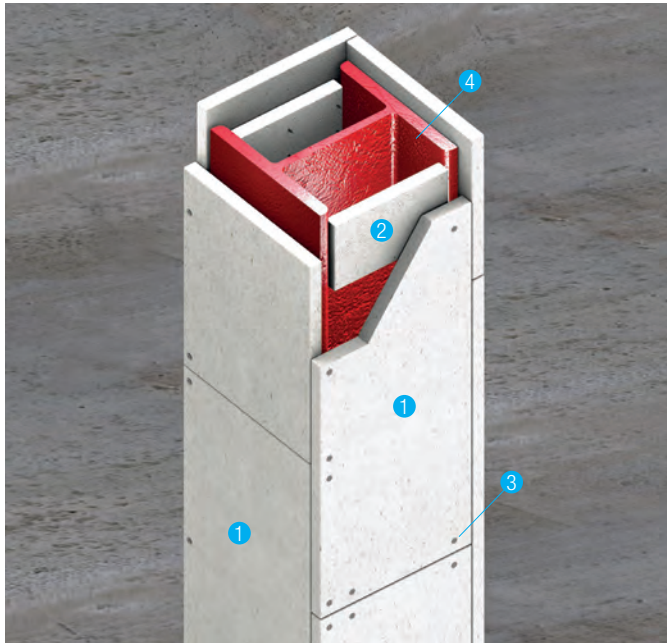
R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
0	20	15	12	12	12	12	12	12	12
46	20	15	15	12	12	12	12	12	12
50	20	20	15	12	12	12	12	12	12
60	25	20	20	15	12	12	12	12	12
70	25	25	20	20	12	12	12	12	12
80	15+15	25	25	20	15	15	12	12	12
90	15+15	15+12	25	20	20	15	12	12	12
100	20+12	15+15	25	25	20	20	15	12	12
110	20+15	15+15	15+12	25	20	20	15	12	12
120	20+15	20+12	15+15	25	25	20	20	15	12
130	20+15	20+12	15+15	15+12	25	25	20	15	12
140	25+12	20+15	15+15	15+15	25	25	20	20	15
150	25+12	20+15	20+12	15+15	25	25	20	20	20
160	20+20	20+15	20+12	15+15	25	25	25	20	20
170	20+20	20+15	20+12	15+15	15+12	25	25	20	20
180	20+20	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12	25	20	20
190	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+12	25	25	20
200	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+12	25	25	20
210	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+12	25	25	20
220	20+20	25+12	20+12	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25
230	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	25	25
240	20+20	20+20	20+15	20+15	15+15	15+15	15+12	25	25
250	25+20	20+20	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12	25
260	25+20	20+20	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12	25
270	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12	25
280	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	25
290	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	25
300	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	25
310	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	15+12
320	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	15+12	15+12
330	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12
340	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12
350	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12
360	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12	15+15	15+12	15+12

Tabella 4 - Spessore di protettivo R120 per pilastri e travi a sezione aperta e chiusa

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
0	25	25	20	15	15	12	12	12	12
46	25	25	20	15	15	12	12	12	12
50	15+12	25	20	20	15	12	12	12	12
60	20+12	15+12	25	20	20	15	15	12	12
70	15+20	15+15	15+12	25	20	20	15	15	12
80	12+25	20+15	15+15	15+12	25	20	20	15	12
90	20+20	20+15	20+12	15+15	25	25	20	20	15
100	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	25	25	20	15
110	25+20	20+20	20+15	20+12	15+15	15+12	25	20	20
120	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	25	25	20
130	25+20	25+20	20+20	20+15	20+12	15+15	15+12	25	20
140	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	15+15	15+15	25	25
150	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	25	25
160	25+25	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15	25
170	25+25	25+20	25+20	20+20	20+15	20+15	20+12	15+15	25
180	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	25
190	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15
200	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15	15+15
210	25+25	25+25	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12	15+15
220	25+25	25+25	25+20	20+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15
230	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15
240	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12	15+15
250	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12
260	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12
270	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15	20+12
280	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	20+20	25+12	20+15	20+12
290	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	20+20	25+12	20+15	20+12
300	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+12
310	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15
320	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15
330	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15
340	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15
350	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	25+12	20+15	20+15
360	25+25	25+25	25+25	25+20	25+20	20+20	20+20	20+20	20+15



Per resistenze al fuoco superiori contattare l'ufficio tecnico Promat



Legenda tecnica

- ① Lastre in PROMATECT®-XS spessori variabili
- ② Spezzone coprigiunto in lastra PROMATECT®-XS 120x20 mm fissata a pressione tra le ali del pilastro (no per pilastri cavi)
- ③ Graffe metalliche a passo 100 mm
- ④ Pilastri ed elementi verticali in acciaio

Rapporti di Valutazione: **2017- Efectis-R001834 – 2017- Efectis-R002321 – 2017- Efectis-R002323**
in accordo alla norma **EN 13381-4**

Dimensionamento del protettivo: Lo spessore è in funzione della resistenza al fuoco, della temperatura critica e della massività dei profili, in accordo alle tabelle contenute nei rapporti di valutazione 2017-Efectis-R001834 , 2017-Efectis-R002321 e 2017-Efectis-R002323 e riportate nelle pagine seguenti.

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 45 m⁻¹ e 390 m⁻¹
- Spessori di protezione calcolati per le seguenti temperature critiche: 350° - 400° - 450° ... 750°
- Applicabilità a colonne esposte fino a 4 lati
- Applicabilità a profili di sezione "I" e "H" e a sezioni diverse
- Gli spessori indicati nelle tabelle sono frutto di valutazione, in conformità a quanto indicato nella norma EN 13381-4:2013

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione scatolare di elementi in acciaio (pilastri), costituita da rivestimento antincendio in lastra ingegnerizzata PROMAXON® a base di solfati e silicati di calcio, rinforzata con fibre di vetro in classe A1 (tipo PROMATECT®-XS sulla base dei rapporti di valutazione 2017-Efectis-R001834 , 2017-Efectis-R002321 e 2017-Efectis-R002323) di spessore in funzione della resistenza al fuoco, della Temperatura critica e della massività dei profili in acciaio, testate al fuoco in accordo alla EN 13381-4. Il montaggio dovrà essere eseguito seguendo nel dettaglio quanto specificato nei rapporti di valutazione. Le lastre in PROMATECT®-XS andranno fissate tramite graffe metalliche poste a passo 100 mm. Nel caso di rivestimento protettivo a più strati, i giunti andranno sfalsati. Il materiale antincendio dovrà essere **marcato CE e corredato di D.o.P., attestazione di conformità del sistema livello 1 - resistenza al fuoco, a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco: tipo 4 (elementi portanti in acciaio). Il rivestimento antincendio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni per applicazioni in ambiente interno Z2 ed esterno semi-esposto tipo Y, in accordo a EAD 350142-00-1106.**

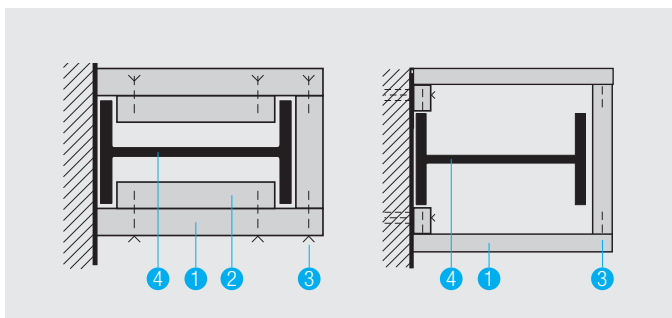
 **Protezione utilizzabile anche per sezioni cave (rettangolari, tubolari, tonde...) ed a profili doppi**

 **Possibilità di proteggere gli elementi in acciaio da 1 a 4 lati di esposizione al fuoco**

 **Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco**

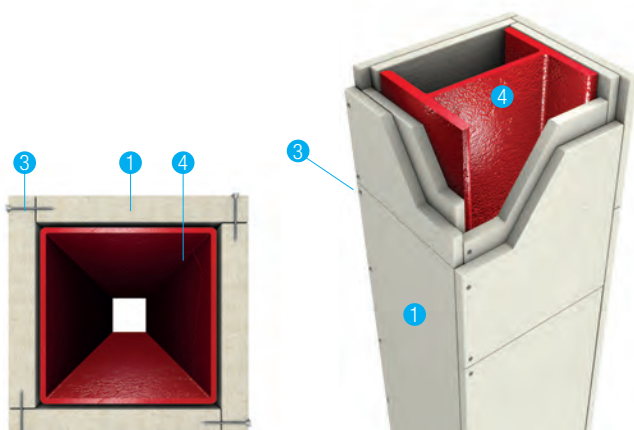
Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

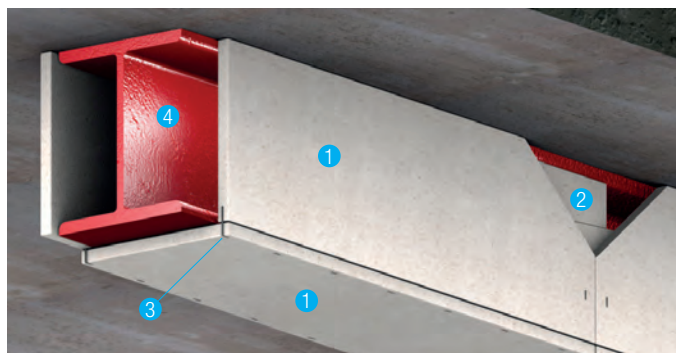
Fissaggio delle lastre su elemento adiacente a parete tramite spezzone interno o profilo tassellato a parete.



Dettaglio 2 - Altre tipologie di fissaggio

Fissaggio a doppio spessore di protettivo e su profilo scatolare





Legenda tecnica

- 1 Lastre in PROMATECT®-XS
- 2 Spezzone coprigiunto interno in lastra PROMATECT®-XS 120x20 mm
- 3 Graffe metalliche a passo 100 mm
- 4 Elemento in acciaio

Rapporti di Valutazione: 2017-Efectis-R001834 –
2017-Efectis-R002321 – 2017-Efectis-R002323
in accordo alla norma EN 13381-4



Protezione utilizzabile anche per sezioni cave (rettangolari, tubolari, tonde...) ed a profili doppi



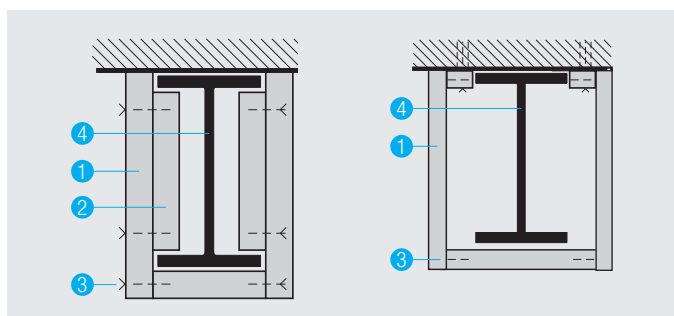
Possibilità di proteggere gli elementi in acciaio da 1 a 4 lati di esposizione al fuoco



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

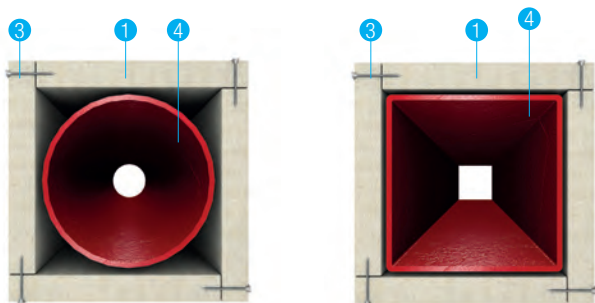
Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

Fissaggio delle lastre tramite spezzone interno o profilo tassellato a solaio.



Dettaglio 2 - Altre tipologie di fissaggio

Possibilità di proteggere al fuoco profili scatolari e tubolari



Dettaglio 3 - Altre tipologie di fissaggio

Possibilità di proteggere al fuoco profili esposti su 4 lati sia con singolo strato o doppio spessore protettivo



Dimensionamento del protettivo: Lo spessore è in funzione della resistenza al fuoco, della temperatura critica e della massività dei profili, in accordo alle tabelle contenute nei rapporti di valutazione 2017-Efectis-R001834, 2017-Efectis-R002321 e 2017-Efectis-R002323 e riportate nelle pagine seguenti.

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 45 m⁻¹ e 390 m⁻¹
- Spessori di protezione calcolati per le seguenti temperature critiche: 350° - 400° - 450° ... 750°
- Applicabilità ad elementi strutturali esposti fino a 4 lati
- Applicabilità a profili di sezione "I" e "H" e di sezioni diverse
- Risultati applicabili sulla base del valore dei fattori di sezione dell'acciaio A_p/V e sulle temperature massime stabilite
- Gli spessori indicati nelle tabelle sono frutto di valutazione, in conformità a quanto indicato nella norma EN 13381-4:2013

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione scatolare di elementi in acciaio (travi), costituita da rivestimento antincendio in lastra ingegnerizzata PROMAXON® a base di solfati e silicati di calcio, rinforzata con fibre di vetro in classe A1 (tipo PROMATECT®-XS sulla base dei rapporti di valutazione 2017-Efectis-R001834, 2017-Efectis-R002321 e 2017-Efectis-R002323) di spessore in funzione della resistenza al fuoco, della Temperatura critica e della massività dei profili in acciaio, testate al fuoco in accordo alla EN 13381-4. Il montaggio dovrà essere eseguito seguendo nel dettaglio quanto specificato nei rapporti di valutazione e precisamente: introdurre a pressione tra le ali delle travi degli spezzoni di lastra in PROMATECT®-XS dim. 120x20 mm a passo 1200 mm. Le lastre in PROMATECT®-XS andranno fissate agli spezzoni in PROMATECT®-XS e alle altre lastre mediante graffe metalliche poste a passo 100 mm. Nel caso di rivestimento protettivo a più strati, i giunti andranno sfalsati. Durante il montaggio dovrà essere mantenuto un lasco tra la lastra e la piattabanda inferiore della trave pari a circa 5 mm. Il materiale antincendio dovrà essere **marcato CE e corredato di D.o.P., attestazione di conformità del sistema livello 1 - resistenza al fuoco, a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco: tipo 4 (elementi portanti in acciaio). Il rivestimento antincendio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni per applicazioni in ambiente interno Z2 ed esterno semi-esposto tipo Y, in accordo a EAD 350142-00-1106.**

Tabella 1

Numero e spessore di protettivo per R 30 su travi



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
0	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 45 a 370	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 380 a 390	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

Tabella 2

Numero e spessore di protettivo per R 60 su travi



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
da 45 a 90	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 100 a 110	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 120 a 140	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
150	25	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 160 a 170	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
180	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
190	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
200	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
210	25	25	25	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 220 a 230	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 240 a 250	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
260	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 270 a 280	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
290	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
300	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
310	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7
da 320 a 360	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7
da 370 a 390	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7

Tabella 3

Numero e spessore di protettivo per R 90 su travi



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
da 45 a 60	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
70	18	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
80	20	25	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
90	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
100	25	25	25	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
110	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
120	2x12.7	25	25	25	18	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
130	2x15	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
140	2x15	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7
150	2x15	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7
160	2x15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7
170	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7
180	12.7+25	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7
190	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7
200	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7
210	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15	12.7
220	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15	12.7
230	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15
240	12.7+25	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15
250	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15
260	12.7+25	12.7+25	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	15	15
270	15+25	12.7+25	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	25	15
280	15+25	12.7+25	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
290	15+25	12.7+25	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
300	15+25	12.7+25	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
310	15+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25
320	15+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25
da 330 a 340	15+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25
350	15+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25
360	15+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25
da 370 a 380	15+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25

Tabella 4

Numero e spessore di protettivo per R 120 su travi



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
da 45 a 60	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
70	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
80	2x15	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
90	12.7+25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7
100	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7
110	12.7+25	12.7+25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	12.7	12.7
120	12.7+25	12.7+25	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	15	12.7
130	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	15	15
140	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
150	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	15
160	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25
170	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25
180	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	25	25	25
190	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	25	25	25	25	25	25	25
200	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x12.7	25	25	25	25	25	25
da 210 a 220	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	25	25	25	25	20	18
230	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	20	20
240	15+25	12.7+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	20
250	15+25	12.7+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	25	25	25	25	20
260	15+25	12.7+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	25	25	25	25	20
270	2x25	12.7+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x12.7	25	25	25	20
280	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+15	25	25	25	20
290	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+15	25	25	25	20
300	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+15	25	25	25	20
310	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	2x12.7
da 320 a 330	2x25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	2x12.7
da 340 a 380	2x25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15
390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 5

Numero e spessore di protettivo per R 180 su travi



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
45	15+25	12.7+18	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25
60	12.7+25	15+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25
70	15+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25	25
80	2x25	15+25	12.7+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25
90	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15
100	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15
110	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15
120	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15
130	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15
140	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
150	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
160	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
170	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
180	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
190	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
200	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
210	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
220	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	18+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25
230	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	15+25
240	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	15+25
250	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	15+25
da 260 a 270	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
280	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
da 290 a 300	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
310	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
320	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
330	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25
da 340 a 360	-	-	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25
da 370 a 380	-	-	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25



Per resistenze al fuoco superiori contattare l'ufficio tecnico Promat

Tabella 1

Numero e spessore di protettivo per R 30 su pilastri



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
da 45 a 370	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 380 a 390	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7

Tabella 2

Numero e spessore di protettivo per R 60 su pilastri



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
da 45 a 60	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
70	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
80	25	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 90 a 110	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 120 a 140	25	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
150	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 160 a 170	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 180 a 200	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 210 a 220	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 230 a 240	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
250	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 260 a 310	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
da 320 a 360	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7
da 370 a 390	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7
310	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7
da 320 a 360	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7
da 370 a 390	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7

Tabella 3

Numero e spessore di protettivo per R 90 su pilastri



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
45	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
60	25	25	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
70	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
80	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
90	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
100	12.7+15	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
110	12.7+15	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7	12.7
120	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7	12.7
130	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	15	15	15	12.7	12.7
140	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7	12.7
150	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7
160	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	12.7
170	2x15	2x15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15	12.7
180	12.7+25	2x15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	25	15	12.7
190	12.7+25	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15
200	12.7+25	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	25	15
da 210 a 220	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
230	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
240	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
250	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25	25
260	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25
270	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25	25
280	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25	25
da 290 a 310	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25
320	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25	25
da 330 a 240	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25	25
350	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25
360	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25	25	25	25	25	25
da 370 a 380	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25	25	25	25	25
390	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25

Tabella 4

Numero e spessore di protettivo per R 120 su pilastri



A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
45	25	25	25	15,0	15,0	15,0	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
60	12,7+15	25	25	25	25	25	15,0	15,0	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
70	12,7+15	2x12,7	25	25	25	25	25	25	15,0	15,0	12,7	12,7	12,7
80	12,7+25	12,7+15	25	25	25	25	25	25	25	15,0	15,0	12,7	12,7
90	12,7+25	2x15	12,7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15,0	12,7
100	12,7+25	2x15	12,7+15	12,7+15	25	25	25	25	25	25	25	15,0	15,0
110	12,7+25	12,7+25	2x15	12,7+15	25	25	25	25	25	25	25	25	15
120	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7	25	25	25	25	25	25	15
130	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	25	25	25	25	25	25	25
140	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	2x12,7	25	25	25	25	25	25
150	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7	25	25	25	25	25
160	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25	25	25	25	25
170	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7	25	25	25	25
180	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25	25	25	25
190	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15	25	25	25
200	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15	25	25	25
210	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7	25	25
220	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15	25	25
230	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25	25
240	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25	25
250	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7	25
260	2x25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15	25
270	2x25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15	25
280	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25
290	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25
300	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	25
310	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7
da 320 a 330	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	2x12,7
da 340 a 380	2x25	15+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	12,7+25	2x15	2x15	12,7+15	12,7+15

Tabella 5

Numero e spessore di protettivo per R 180 su pilastri



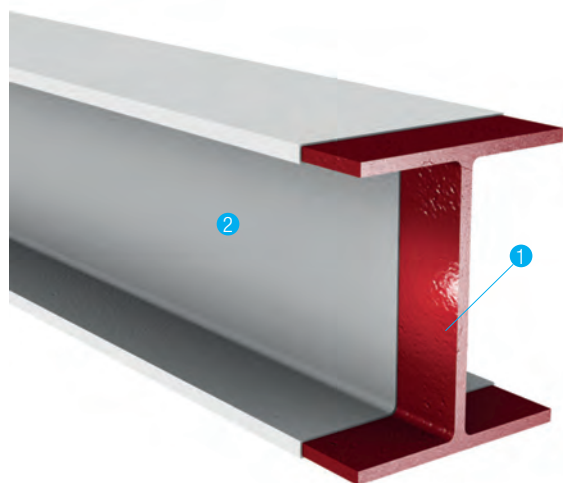
A/V, m ⁻¹	Temperatura di progetto °C												
	350	400	450	490	500	520	550	570	600	620	650	700	750
45	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
60	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	2x12.7	25,0	25,0	25,0	25,0
70	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	12.7+15	25,0	25,0
80	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15	12.7+15	12.7+15	25,0
90	2x25	2x25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15	12.7+15
100	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	12.7+15
110	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	2x15	2x15
120	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+20	2x15
130	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+20	2x15
140	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	12.7+20	12.7+25
150	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	15+20	12.7+25
160	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	12.7+25	15+20	12.7+25
170	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	15+20	12.7+25
180	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25	15+20	12.7+25
190	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	15+20	12.7+25
200	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	2x18	12.7+25
210	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	2x18	12.7+25
220	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	2x18	12.7+25
230	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25
240	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25
250	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25	12.7+25
da 260 a 270	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
280	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
da 290 a 300	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25	12.7+25
310	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25
320	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	15+25	12.7+25
330	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25
da 340 a 360	-	-	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25
da 370 a 380	-	-	-	-	-	-	2x25	2x25	2x25	2x25	2x25	15+25	12.7+25



Per resistenze al fuoco superiori contattare l'ufficio tecnico Promat

An abstract architectural composition featuring large, angular concrete blocks in shades of grey and white. Interspersed among these are vibrant blue blocks of similar geometric shapes. The blocks are stacked and arranged to create a sense of depth and dynamic movement. In the center, a grey concrete block is secured with several dark metal bolts. The overall aesthetic is modern and industrial.

Protettivi per elementi strutturali
Pitture intumescenti e intonaci



Fondi compatibili: epossipoliammidici al fosfato di zinco/epossivinilici/alchidici/alchidici modificati con resine fenoliche

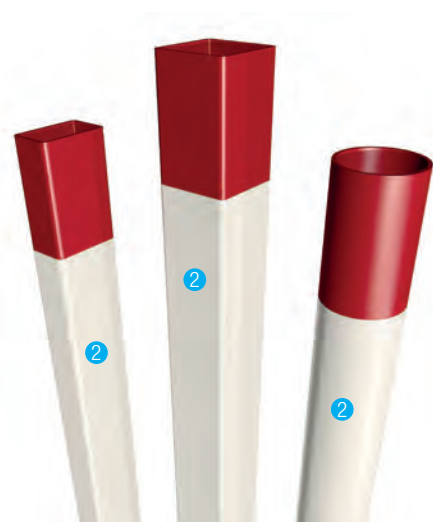


Primer di adesione: TY-ROX[®] ove necessario



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

Dettaglio 1 - Applicabilità a profili metallici scatolari e tubolari



Legenda tecnica

- ① Elemento in acciaio
- ② Pittura intumescente PROMAPAIN[®]-SC3

Rapporto di valutazione: **WARRINGTONFIRE 327033 – 344794 – 357541**
in accordo alla norma **EN 13381-8**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-8 "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali. Parte 8: protettivi reattivi applicati ad elementi di acciaio":

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 66 m⁻¹ e 342 m⁻¹
- Spessore minimo 1845 µm - Spessore massimo 6854 µm
- Spessore di protezione valutato alle seguenti temperature critiche: 350-400-450-500-550-600-650-700-750°C
- Applicabilità a travi e pilastri esposti su 3 o 4 lati
- Profili di sezione "I" - "H" e sezioni cave

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in acciaio (travi e pilastri) in accordo alla norma EN 13381-8, costituita da pittura intumescente in emulsione acquosa (tipo PROMAPAIN[®]-SC3 sulla base dei Rapporti di valutazione Warringtonfire 327033 – 344794 – 357541), di colore bianco, esente da solventi clorurati e cloro paraffine, di consistenza tixotropica, applicata a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre la pittura intumescente dovrà essere corredata di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso e contenuto in sostanze organiche volatili in classe 1.i.WB. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva 42/2004/EC, ISO 11890-2, ASTM D6886-12, LEED 2009 EQ c4.2 e ASTM D2369-10. La pittura intumescente dovrà essere marcata CE attestazione di conformità del sistema LIVELLO 1 - Resistenza al fuoco e corredata di D.o.P. a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco: protezione di elementi portanti in acciaio, oltre alla conformità applicativa di tipo Y (uso semi-esposto in esterno) e tipo Z1 (uso interno con presenza di umidità) in accordo alla ETAG 018-2. I requisiti di durabilità del materiale antincendio dovranno essere garantiti sulla base della marcatura CE.



Tabella 1 - Spessore di protettivo R30 per travi a sezione aperta

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
66	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
70	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
75	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
80	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
85	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
90	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
95	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
100	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
105	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
110	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
115	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
120	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
125	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
130	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
135	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
140	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
145	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
150	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
155	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
160	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
165	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
170	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
175	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
180	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
185	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
190	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
195	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
200	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
205	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
210	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
215	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
220	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
225	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
230	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
235	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
240	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
245	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
250	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
255	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
260	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
265	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
270	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
275	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
280	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
285	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
290	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
295	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
300	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
305	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
310	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
315	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
320	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
325	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
330	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
335	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
340	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
342	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845



Tabella 2 - Spessore di protettivo R45 per travi a sezione aperta

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
66	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
70	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
75	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
80	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
85	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
90	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
95	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
100	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
105	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
110	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
115	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
120	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
125	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
130	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
135	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
140	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
145	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
150	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
155	1,860	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
160	1,883	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
165	1,905	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
170	1,927	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
175	1,947	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
180	1,967	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
185	1,987	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
190	2,006	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
195	2,024	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
200	2,042	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
205	2,059	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
210	2,076	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
215	2,092	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
220	2,108	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
225	2,123	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
230	2,138	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
235	2,153	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
240	2,167	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
245	2,181	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
250	2,194	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
255	2,208	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
260	2,220	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
265	2,233	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
270	2,245	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
275	2,257	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
280	2,269	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
285	2,280	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
290	2,291	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
295	2,302	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
300	2,313	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
305	2,323	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
310	2,333	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
315	2,343	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
320	2,353	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
325	2,362	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
330	2,372	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
335	2,381	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
340	2,390	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
342	2,393	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845



Tabella 3 - Spessore di protettivo R60 per travi a sezione aperta

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
66	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
70	1,904	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
75	1,977	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
80	2,046	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
85	2,111	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
90	2,175	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
95	2,235	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
100	2,293	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
105	2,349	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
110	2,402	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
115	2,454	1,849	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
120	2,503	1,890	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
125	2,551	1,930	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
130	2,596	1,968	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
135	2,641	2,005	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
140	2,683	2,041	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
145	2,724	2,076	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
150	2,764	2,109	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
155	2,803	2,142	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
160	2,840	2,173	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
165	2,876	2,204	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
170	2,910	2,233	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
175	2,944	2,262	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
180	2,977	2,290	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
185	3,009	2,317	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
190	3,039	2,343	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
195	3,069	2,369	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
200	3,098	2,394	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
205	3,126	2,418	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
210	3,153	2,441	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
215	3,180	2,464	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
220	3,206	2,487	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
225	3,231	2,508	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
230	3,255	2,530	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
235	3,279	2,550	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
240	3,302	2,570	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
245	3,325	2,590	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
250	3,347	2,609	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
255	3,368	2,628	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
260	3,389	2,646	1,858	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
265	3,410	2,664	1,872	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
270	3,430	2,682	1,886	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
275	3,449	2,699	1,900	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
280	3,468	2,715	1,913	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
285	3,486	2,731	1,926	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
290	3,505	2,747	1,939	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
295	3,522	2,763	1,951	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
300	3,540	2,778	1,963	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
305	3,556	2,793	1,975	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
310	3,573	2,808	1,987	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
315	3,589	2,822	1,998	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
320	3,605	2,836	2,010	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
325	3,620	2,850	2,021	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
330	3,636	2,863	2,031	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
335	3,650	2,876	2,042	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
340	3,665	2,889	2,052	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
342	3,670	2,894	2,056	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845



Tabella 4 - Spessore di protettivo R90 per travi a sezione aperta

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
66	2,987	2,456	1,937	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
70	3,095	2,552	2,020	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
75	3,223	2,666	2,120	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
80	3,345	2,776	2,215	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
85	3,462	2,882	2,307	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
90	3,574	2,983	2,396	1,874	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
95	3,681	3,081	2,481	1,948	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
100	3,784	3,174	2,564	2,020	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
105	3,883	3,264	2,643	2,090	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
110	3,977	3,351	2,720	2,157	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
115	4,068	3,435	2,795	2,222	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
120	4,156	3,516	2,867	2,285	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
125	4,240	3,594	2,936	2,347	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
130	4,322	3,669	3,004	2,406	1,845	1,845	1,845	1,845	1,845
135	4,400	3,742	3,069	2,464	1,891	1,845	1,845	1,845	1,845
140	4,475	3,812	3,133	2,520	1,939	1,845	1,845	1,845	1,845
145	4,548	3,880	3,194	2,575	1,986	1,845	1,845	1,845	1,845
150	4,619	3,946	3,254	2,628	2,032	1,845	1,845	1,845	1,845
155	4,687	4,010	3,311	2,680	2,077	1,845	1,845	1,845	1,845
160	4,753	4,072	3,368	2,730	2,120	1,845	1,845	1,845	1,845
165	4,817	4,132	3,422	2,779	2,163	1,845	1,845	1,845	1,845
170	4,878	4,190	3,475	2,827	2,205	1,845	1,845	1,845	1,845
175	4,938	4,247	3,527	2,873	2,245	1,845	1,845	1,845	1,845
180	4,996	4,301	3,577	2,918	2,285	1,845	1,845	1,845	1,845
185	5,052	4,355	3,626	2,962	2,323	1,845	1,845	1,845	1,845
190	5,106	4,406	3,673	3,005	2,361	1,845	1,845	1,845	1,845
195	5,159	4,457	3,719	3,047	2,398	1,845	1,845	1,845	1,845
200	5,211	4,505	3,764	3,088	2,434	1,845	1,845	1,845	1,845
205	5,260	4,553	3,808	3,128	2,470	1,845	1,845	1,845	1,845
210	5,309	4,599	3,851	3,167	2,504	1,873	1,845	1,845	1,845
215	5,356	4,644	3,893	3,205	2,538	1,902	1,845	1,845	1,845
220	5,402	4,688	3,933	3,242	2,571	1,930	1,845	1,845	1,845
225	5,446	4,731	3,973	3,279	2,603	1,958	1,845	1,845	1,845
230	5,489	4,773	4,012	3,314	2,635	1,985	1,845	1,845	1,845
235	5,532	4,813	4,050	3,349	2,666	2,012	1,845	1,845	1,845
240	5,573	4,853	4,087	3,383	2,696	2,038	1,845	1,845	1,845
245	5,613	4,892	4,123	3,416	2,726	2,063	1,845	1,845	1,845
250	5,652	4,929	4,158	3,449	2,755	2,088	1,845	1,845	1,845
255	5,690	4,966	4,192	3,480	2,783	2,113	1,845	1,845	1,845
260	5,727	5,002	4,226	3,512	2,811	2,137	1,845	1,845	1,845
265	5,763	5,037	4,259	3,542	2,839	2,161	1,845	1,845	1,845
270	5,798	5,071	4,291	3,572	2,866	2,185	1,845	1,845	1,845
275	5,833	5,105	4,323	3,601	2,892	2,207	1,845	1,845	1,845
280	5,866	5,138	4,353	3,630	2,918	2,230	1,845	1,845	1,845
285	5,899	5,170	4,384	3,658	2,943	2,252	1,845	1,845	1,845
290	5,931	5,201	4,413	3,685	2,968	2,274	1,845	1,845	1,845
295	5,963	5,231	4,442	3,712	2,992	2,295	1,845	1,845	1,845
300	5,993	5,261	4,470	3,739	3,016	2,316	1,845	1,845	1,845
305	6,023	5,291	4,498	3,765	3,040	2,337	1,845	1,845	1,845
310	6,053	5,319	4,525	3,790	3,063	2,357	1,845	1,845	1,845
315	6,081	5,347	4,552	3,815	3,086	2,377	1,845	1,845	1,845
320	6,109	5,375	4,578	3,840	3,108	2,397	1,845	1,845	1,845
325	6,137	5,402	4,604	3,864	3,130	2,416	1,845	1,845	1,845
330	6,164	5,428	4,629	3,887	3,151	2,435	1,845	1,845	1,845
335	6,190	5,454	4,653	3,910	3,173	2,454	1,845	1,845	1,845
340	6,216	5,480	4,677	3,933	3,193	2,472	1,845	1,845	1,845
342	6,225	5,488	4,686	3,941	3,201	2,478	1,845	1,845	1,845



Tabella 5 - Spessore di protettivo R120 per travi a sezione aperta

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
66	4,131	3,560	3,002	2,521	2,085	1,845	1,845	1,845	1,845
70	4,285	3,704	3,132	2,639	2,192	1,845	1,845	1,845	1,845
75	4,469	3,875	3,288	2,782	2,320	1,909	1,845	1,845	1,845
80	4,645	4,039	3,438	2,919	2,445	2,022	1,845	1,845	1,845
85	4,812	4,196	3,582	3,052	2,566	2,132	1,845	1,845	1,845
90	4,973	4,347	3,721	3,180	2,684	2,239	1,845	1,845	1,845
95	5,127	4,492	3,856	3,304	2,798	2,343	1,857	1,845	1,845
100	5,275	4,632	3,985	3,424	2,908	2,444	1,946	1,845	1,845
105	5,416	4,766	4,110	3,541	3,016	2,543	2,033	1,845	1,845
110	5,552	4,896	4,231	3,653	3,120	2,639	2,119	1,845	1,845
115	5,683	5,021	4,348	3,763	3,221	2,732	2,202	1,845	1,845
120	5,809	5,141	4,461	3,869	3,320	2,824	2,283	1,845	1,845
125	5,930	5,258	4,570	3,971	3,416	2,913	2,363	1,845	1,845
130	6,047	5,370	4,676	4,071	3,509	3,000	2,441	1,845	1,845
135	6,159	5,479	4,778	4,168	3,600	3,085	2,517	1,888	1,845
140	6,268	5,583	4,878	4,262	3,689	3,168	2,592	1,951	1,845
145	-	5,685	4,974	4,354	3,775	3,249	2,665	2,013	1,845
150	-	5,783	5,068	4,443	3,859	3,328	2,736	2,074	1,845
155	-	5,879	5,158	4,530	3,941	3,405	2,806	2,134	1,845
160	-	5,971	5,247	4,614	4,021	3,480	2,875	2,192	1,845
165	-	6,060	5,332	4,696	4,099	3,554	2,942	2,250	1,845
170	-	6,147	5,415	4,776	4,175	3,626	3,008	2,306	1,845
175	-	6,231	5,496	4,854	4,249	3,697	3,072	2,362	1,845
180	-	6,313	5,575	4,929	4,322	3,766	3,135	2,416	1,845
185	-	-	5,652	5,003	4,393	3,833	3,197	2,470	1,845
190	-	-	5,726	5,075	4,462	3,899	3,258	2,523	1,845
195	-	-	5,799	5,146	4,529	3,964	3,317	2,574	1,845
200	-	-	5,869	5,214	4,595	4,027	3,376	2,625	1,862
205	-	-	5,938	5,281	4,660	4,089	3,433	2,675	1,904
210	-	-	6,005	5,347	4,723	4,150	3,490	2,724	1,944
215	-	-	6,071	5,410	4,785	4,210	3,545	2,773	1,984
220	-	-	6,135	5,473	4,845	4,268	3,599	2,820	2,023
225	-	-	6,197	5,534	4,904	4,325	3,652	2,867	2,062
230	-	-	6,258	5,593	4,962	4,381	3,704	2,913	2,100
235	-	-	6,317	5,651	5,019	4,436	3,756	2,958	2,138
240	-	-	-	5,708	5,075	4,490	3,806	3,002	2,175
245	-	-	-	5,764	5,129	4,543	3,856	3,046	2,211
250	-	-	-	5,819	5,182	4,595	3,904	3,089	2,247
255	-	-	-	5,872	5,234	4,646	3,952	3,132	2,283
260	-	-	-	5,924	5,286	4,696	3,999	3,173	2,318
265	-	-	-	5,975	5,336	4,745	4,046	3,214	2,352
270	-	-	-	6,025	5,385	4,793	4,091	3,255	2,386
275	-	-	-	6,074	5,433	4,840	4,136	3,295	2,420
280	-	-	-	6,122	5,480	4,887	4,180	3,334	2,453
285	-	-	-	6,169	5,527	4,932	4,223	3,373	2,486
290	-	-	-	6,215	5,572	4,977	4,265	3,411	2,518
295	-	-	-	6,260	5,617	5,021	4,307	3,448	2,550
300	-	-	-	6,305	5,661	5,065	4,348	3,485	2,581
305	-	-	-	6,348	5,704	5,107	4,389	3,522	2,612
310	-	-	-	-	5,746	5,149	4,429	3,558	2,642
315	-	-	-	-	5,788	5,190	4,468	3,593	2,673
320	-	-	-	-	5,829	5,231	4,507	3,628	2,702
325	-	-	-	-	5,869	5,270	4,545	3,662	2,732
330	-	-	-	-	5,908	5,309	4,582	3,696	2,761
335	-	-	-	-	5,947	5,348	4,619	3,730	2,789
340	-	-	-	-	5,985	5,386	4,656	3,763	2,818
342	-	-	-	-	5,998	5,399	4,668	3,774	2,828

Per resistenze al fuoco superiori contattare l'ufficio tecnico Promat



Tabella 6 - Spessore di protettivo R30 per pilastri a sezione aperta

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
71	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
75	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
80	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
85	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
90	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
95	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
100	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
105	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
110	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
115	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
120	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
125	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
130	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
135	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
140	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
145	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
150	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
155	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
160	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
165	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
170	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
175	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
180	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
185	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
190	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
195	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
200	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
205	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
210	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
215	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
220	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
225	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
230	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
235	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
240	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
245	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
250	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
255	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
260	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
265	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
270	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
275	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
280	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
285	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
290	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
295	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
300	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
305	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
310	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
315	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
320	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
325	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
330	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
335	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
340	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
345	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
346	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951



Tabella 7 - Spessore di protettivo R45 per pilastri a sezione aperta

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
71	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
75	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
80	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
85	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
90	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
95	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
100	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
105	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
110	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
115	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
120	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
125	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
130	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
135	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
140	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
145	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
150	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
155	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
160	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
165	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
170	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
175	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
180	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
185	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
190	1,974	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
195	2,009	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
200	2,044	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
205	2,076	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
210	2,108	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
215	2,138	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
220	2,167	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
225	2,196	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
230	2,223	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
235	2,249	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
240	2,274	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
245	2,299	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
250	2,323	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
255	2,346	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
260	2,368	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
265	2,389	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
270	2,410	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
275	2,430	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
280	2,450	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
285	2,469	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
290	2,488	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
295	2,505	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
300	2,523	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
305	2,540	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
310	2,556	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
315	2,572	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
320	2,588	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
325	2,603	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
330	2,618	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
335	2,632	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
340	2,646	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
345	2,660	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
346	2,664	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951



Tabella 8 - Spessore di protettivo R60 per pilastri a sezione aperta

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
$A_p/V [m^{-1}]$	350	400	450	500	550	600	650	700	750
71	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
75	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
80	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
85	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
90	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
95	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
100	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
105	1,990	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
110	2,088	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
115	2,180	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
120	2,266	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
125	2,348	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
130	2,426	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
135	2,499	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
140	2,569	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
145	2,635	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
150	2,698	1,955	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
155	2,757	2,014	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
160	2,814	2,070	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
165	2,869	2,124	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
170	2,921	2,175	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
175	2,970	2,224	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
180	3,018	2,271	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
185	3,063	2,317	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
190	3,107	2,360	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
195	3,149	2,402	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
200	3,189	2,443	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
205	3,228	2,482	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
210	3,265	2,519	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
215	3,301	2,555	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
220	3,335	2,590	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
225	3,369	2,624	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
230	3,401	2,657	1,958	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
235	3,432	2,688	1,989	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
240	3,462	2,719	2,019	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
245	3,491	2,748	2,049	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
250	3,519	2,777	2,077	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
255	3,546	2,804	2,104	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
260	3,572	2,831	2,131	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
265	3,597	2,857	2,157	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
270	3,622	2,883	2,182	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
275	3,646	2,907	2,206	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
280	3,669	2,931	2,230	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
285	3,691	2,954	2,253	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
290	3,713	2,976	2,276	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
295	3,734	2,998	2,298	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
300	3,755	3,020	2,319	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
305	3,775	3,040	2,340	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
310	3,794	3,060	2,360	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
315	3,813	3,080	2,380	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
320	3,832	3,099	2,399	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
325	3,850	3,118	2,418	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
330	3,867	3,136	2,436	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
335	3,884	3,154	2,454	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
340	3,901	3,171	2,471	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
345	3,917	3,188	2,488	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
346	3,921	3,192	2,493	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951



Tabella 9 - Spessore di protettivo R90 per pilastri a sezione aperta

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
71	2,757	2,003	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
75	2,938	2,174	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
80	3,131	2,358	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
85	3,310	2,529	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
90	3,477	2,690	2,016	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
95	3,633	2,841	2,160	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
100	3,778	2,983	2,295	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
105	3,914	3,116	2,424	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
110	4,042	3,242	2,545	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
115	4,162	3,361	2,661	1,998	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
120	4,275	3,474	2,771	2,103	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
125	4,382	3,581	2,875	2,202	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
130	4,484	3,682	2,975	2,297	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
135	4,579	3,779	3,070	2,389	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
140	4,670	3,870	3,160	2,476	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
145	4,756	3,958	3,247	2,560	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
150	4,838	4,041	3,330	2,640	1,996	1,951	1,951	1,951	1,951
155	4,916	4,121	3,410	2,718	2,070	1,951	1,951	1,951	1,951
160	4,991	4,197	3,486	2,792	2,141	1,951	1,951	1,951	1,951
165	5,062	4,270	3,559	2,863	2,209	1,951	1,951	1,951	1,951
170	5,130	4,340	3,629	2,932	2,275	1,951	1,951	1,951	1,951
175	5,194	4,407	3,697	2,998	2,339	1,951	1,951	1,951	1,951
180	5,257	4,471	3,762	3,062	2,400	1,951	1,951	1,951	1,951
185	5,316	4,533	3,824	3,124	2,460	1,951	1,951	1,951	1,951
190	5,373	4,592	3,884	3,183	2,517	1,951	1,951	1,951	1,951
195	5,428	4,649	3,942	3,241	2,573	1,951	1,951	1,951	1,951
200	5,480	4,704	3,998	3,296	2,627	1,983	1,951	1,951	1,951
205	5,531	4,757	4,052	3,350	2,679	2,033	1,951	1,951	1,951
210	5,579	4,808	4,104	3,402	2,730	2,081	1,951	1,951	1,951
215	5,626	4,857	4,155	3,452	2,779	2,128	1,951	1,951	1,951
220	5,671	4,904	4,204	3,501	2,827	2,174	1,951	1,951	1,951
225	5,715	4,950	4,251	3,548	2,873	2,218	1,951	1,951	1,951
230	5,757	4,994	4,296	3,594	2,918	2,261	1,951	1,951	1,951
235	5,797	5,037	4,341	3,639	2,962	2,303	1,951	1,951	1,951
240	5,836	5,078	4,383	3,682	3,004	2,344	1,951	1,951	1,951
245	5,874	5,118	4,425	3,724	3,046	2,384	1,951	1,951	1,951
250	5,911	5,157	4,465	3,764	3,086	2,423	1,951	1,951	1,951
255	5,946	5,195	4,504	3,804	3,125	2,461	1,951	1,951	1,951
260	5,980	5,231	4,542	3,842	3,163	2,498	1,951	1,951	1,951
265	6,013	5,267	4,579	3,880	3,200	2,534	1,951	1,951	1,951
270	6,045	5,301	4,615	3,916	3,236	2,569	1,951	1,951	1,951
275	6,077	5,334	4,650	3,951	3,271	2,603	1,951	1,951	1,951
280	6,107	5,367	4,684	3,986	3,306	2,636	1,951	1,951	1,951
285	6,136	5,398	4,716	4,019	3,339	2,669	1,955	1,951	1,951
290	6,165	5,429	4,748	4,052	3,372	2,701	1,985	1,951	1,951
295	6,192	5,458	4,780	4,084	3,403	2,732	2,014	1,951	1,951
300	6,219	5,487	4,810	4,115	3,435	2,762	2,043	1,951	1,951
305	6,245	5,515	4,840	4,145	3,465	2,792	2,071	1,951	1,951
310	6,271	5,543	4,868	4,175	3,494	2,821	2,098	1,951	1,951
315	6,295	5,570	4,897	4,203	3,523	2,849	2,125	1,951	1,951
320	6,319	5,595	4,924	4,232	3,552	2,877	2,152	1,951	1,951
325	6,343	5,621	4,951	4,259	3,579	2,904	2,177	1,951	1,951
330	6,366	5,645	4,977	4,286	3,606	2,931	2,203	1,951	1,951
335	6,388	5,670	5,002	4,312	3,633	2,957	2,227	1,951	1,951
340	6,410	5,693	5,027	4,338	3,658	2,982	2,252	1,951	1,951
345	6,431	5,716	5,051	4,363	3,684	3,007	2,275	1,951	1,951
346	6,436	5,722	5,058	4,370	3,691	3,014	2,282	1,951	1,951



Tabella 10 - Spessore di protettivo R120 per pilastri a sezione aperta

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
71	4,411	3,552	2,839	2,196	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
75	4,634	3,767	3,045	2,388	1,951	1,951	1,951	1,951	1,951
80	4,872	4,000	3,268	2,599	2,007	1,951	1,951	1,951	1,951
85	5,093	4,216	3,477	2,797	2,193	1,951	1,951	1,951	1,951
90	5,299	4,420	3,675	2,985	2,371	1,951	1,951	1,951	1,951
95	5,491	4,610	3,861	3,164	2,539	1,973	1,951	1,951	1,951
100	5,670	4,789	4,037	3,333	2,700	2,124	1,951	1,951	1,951
105	5,838	4,958	4,204	3,494	2,854	2,269	1,951	1,951	1,951
110	5,996	5,117	4,362	3,648	3,001	2,408	1,951	1,951	1,951
115	6,145	5,268	4,512	3,794	3,141	2,542	1,951	1,951	1,951
120	6,285	5,410	4,654	3,933	3,276	2,670	2,062	1,951	1,951
125	6,417	5,545	4,790	4,067	3,405	2,793	2,177	1,951	1,951
130	6,541	5,674	4,919	4,194	3,529	2,912	2,288	1,951	1,951
135	6,660	5,795	5,042	4,316	3,648	3,026	2,396	1,951	1,951
140	6,772	5,911	5,160	4,433	3,762	3,136	2,499	1,951	1,951
145	-	6,022	5,273	4,545	3,872	3,242	2,600	1,951	1,951
150	-	6,127	5,380	4,653	3,978	3,345	2,697	2,016	1,951
155	-	6,228	5,483	4,756	4,080	3,444	2,791	2,102	1,951
160	-	6,324	5,582	4,855	4,178	3,539	2,882	2,186	1,951
165	-	6,416	5,677	4,951	4,273	3,632	2,970	2,268	1,951
170	-	6,505	5,768	5,043	4,364	3,721	3,056	2,348	1,951
175	-	6,589	5,856	5,132	4,452	3,808	3,139	2,425	1,951
180	-	6,670	5,940	5,217	4,538	3,892	3,219	2,500	1,951
185	-	6,748	6,021	5,300	4,620	3,973	3,298	2,573	1,951
190	-	6,823	6,100	5,379	4,700	4,052	3,374	2,644	1,951
195	-	-	6,175	5,456	4,777	4,128	3,447	2,713	2,014
200	-	-	6,247	5,530	4,852	4,203	3,519	2,780	2,076
205	-	-	6,318	5,602	4,924	4,274	3,589	2,846	2,136
210	-	-	6,385	5,672	4,995	4,344	3,657	2,910	2,195
215	-	-	6,451	5,739	5,063	4,412	3,723	2,972	2,253
220	-	-	6,514	5,804	5,129	4,478	3,787	3,033	2,310
225	-	-	6,575	5,867	5,193	4,542	3,850	3,093	2,365
230	-	-	6,634	5,929	5,255	4,605	3,911	3,150	2,419
235	-	-	6,692	5,988	5,316	4,666	3,970	3,207	2,471
240	-	-	6,747	6,046	5,375	4,725	4,028	3,262	2,523
245	-	-	6,801	6,102	5,432	4,782	4,085	3,316	2,573
250	-	-	6,854	6,156	5,488	4,838	4,140	3,369	2,622
255	-	-	-	6,209	5,542	4,893	4,194	3,420	2,670
260	-	-	-	6,260	5,595	4,946	4,247	3,470	2,717
265	-	-	-	6,310	5,646	4,998	4,298	3,520	2,764
270	-	-	-	6,359	5,696	5,049	4,348	3,568	2,809
275	-	-	-	6,406	5,745	5,098	4,397	3,615	2,853
280	-	-	-	6,452	5,792	5,147	4,445	3,661	2,897
285	-	-	-	6,497	5,838	5,194	4,492	3,706	2,939
290	-	-	-	6,541	5,884	5,240	4,537	3,750	2,981
295	-	-	-	6,584	5,928	5,285	4,582	3,793	3,021
300	-	-	-	6,625	5,971	5,328	4,626	3,835	3,062
305	-	-	-	6,666	6,013	5,371	4,669	3,877	3,101
310	-	-	-	6,705	6,054	5,413	4,710	3,917	3,139
315	-	-	-	6,744	6,094	5,454	4,751	3,957	3,177
320	-	-	-	6,781	6,133	5,495	4,792	3,996	3,214
325	-	-	-	6,818	6,171	5,534	4,831	4,034	3,250
330	-	-	-	6,854	6,209	5,572	4,869	4,071	3,286
335	-	-	-	-	6,245	5,610	4,907	4,108	3,321
340	-	-	-	-	6,281	5,647	4,944	4,144	3,356
345	-	-	-	-	6,316	5,683	4,980	4,179	3,389
346	-	-	-	-	6,326	5,693	4,990	4,189	3,399

Per resistenze al fuoco superiori contattare l'ufficio tecnico Promat

Tabella 11 - Spessore di protettivo R30 per travi a sezione cava

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
50	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
55	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
60	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
65	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
70	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
75	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
80	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
85	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
90	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
95	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
100	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
105	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
110	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
115	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
120	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
125	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
130	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
135	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
140	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
145	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
150	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
155	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
160	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
165	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
170	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
175	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
180	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
185	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
190	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
195	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
200	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
205	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
210	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
215	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
220	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
225	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
230	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
235	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
240	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
245	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
250	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
255	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
260	1,846	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
265	1,868	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
270	1,890	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
275	1,910	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833



Tabella 12 - Spessore di protettivo R45 per travi a sezione cava

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
50	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
55	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
60	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
65	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
70	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
75	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
80	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
85	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
90	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
95	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
100	1,849	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
105	1,944	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
110	2,036	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
115	2,124	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
120	2,208	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
125	2,289	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
130	2,367	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
135	2,442	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
140	2,514	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
145	2,584	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
150	2,651	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
155	2,716	1,843	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
160	2,779	1,896	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
165	2,840	1,948	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
170	2,898	1,998	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
175	2,955	2,047	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
180	3,010	2,094	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
185	3,063	2,140	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
190	3,114	2,185	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
195	3,164	2,228	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
200	3,213	2,271	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
205	3,260	2,312	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
210	3,305	2,352	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
215	3,350	2,391	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
220	3,393	2,429	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
225	3,435	2,466	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
230	3,475	2,502	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
235	3,515	2,538	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
240	3,554	2,572	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
245	3,591	2,606	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
250	3,628	2,638	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
255	3,663	2,670	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
260	3,698	2,702	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
265	3,732	2,732	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
270	3,765	2,762	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
275	3,797	2,791	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833



Tabella 13 - Spessore di protettivo R60 per travi a sezione cava

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
50	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
55	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
60	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
65	1,965	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
70	2,143	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
75	2,312	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
80	2,474	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
85	2,628	1,882	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
90	2,775	2,007	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
95	2,916	2,127	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
100	3,050	2,242	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
105	3,179	2,354	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
110	3,303	2,461	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
115	3,421	2,565	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
120	3,535	2,665	1,895	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
125	3,645	2,762	1,977	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
130	3,750	2,855	2,056	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
135	3,852	2,946	2,133	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
140	3,950	3,033	2,208	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
145	4,044	3,118	2,280	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
150	4,135	3,200	2,351	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
155	4,223	3,279	2,420	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
160	4,307	3,357	2,487	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
165	4,389	3,431	2,552	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
170	4,469	3,504	2,616	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
175	4,545	3,575	2,678	1,846	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
180	4,619	3,643	2,738	1,896	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
185	4,691	3,710	2,797	1,945	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
190	4,761	3,775	2,854	1,993	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
195	4,828	3,838	2,910	2,040	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
200	4,894	3,899	2,965	2,085	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
205	4,957	3,959	3,018	2,130	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
210	5,019	4,017	3,070	2,174	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
215	5,079	4,073	3,121	2,217	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
220	5,137	4,128	3,170	2,259	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
225	5,194	4,182	3,219	2,301	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
230	5,249	4,235	3,266	2,341	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
235	5,302	4,286	3,313	2,381	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
240	5,355	4,335	3,358	2,420	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
245	5,405	4,384	3,402	2,458	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
250	5,455	4,432	3,446	2,495	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
255	5,503	4,478	3,488	2,532	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
260	5,550	4,523	3,530	2,568	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
265	5,595	4,568	3,571	2,603	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
270	5,640	4,611	3,610	2,637	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
275	5,684	4,653	3,649	2,671	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833



Tabella 14 - Spessore di protettivo R90 per travi a sezione cava

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
50	2,902	2,219	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
55	3,218	2,489	1,894	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
60	3,518	2,748	2,114	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
65	3,803	2,995	2,327	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
70	4,073	3,233	2,531	1,937	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
75	4,331	3,460	2,729	2,106	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
80	4,576	3,679	2,920	2,270	1,833	1,833	1,833	1,833	1,833
85	4,810	3,889	3,105	2,429	1,841	1,833	1,833	1,833	1,833
90	5,034	4,091	3,284	2,584	1,973	1,833	1,833	1,833	1,833
95	5,248	4,285	3,456	2,735	2,101	1,833	1,833	1,833	1,833
100	5,453	4,473	3,624	2,881	2,226	1,833	1,833	1,833	1,833
105	5,649	4,653	3,786	3,024	2,349	1,833	1,833	1,833	1,833
110	5,837	4,827	3,943	3,162	2,468	1,847	1,833	1,833	1,833
115	6,017	4,995	4,095	3,297	2,585	1,945	1,833	1,833	1,833
120	-	5,157	4,243	3,429	2,699	2,042	1,833	1,833	1,833
125	-	5,314	4,386	3,557	2,811	2,136	1,833	1,833	1,833
130	-	5,465	4,526	3,682	2,920	2,229	1,833	1,833	1,833
135	-	5,611	4,661	3,804	3,027	2,320	1,833	1,833	1,833
140	-	5,753	4,792	3,923	3,132	2,410	1,833	1,833	1,833
145	-	5,890	4,920	4,039	3,234	2,497	1,833	1,833	1,833
150	-	6,023	5,044	4,152	3,334	2,584	1,891	1,833	1,833
155	-	6,152	5,165	4,262	3,433	2,668	1,961	1,833	1,833
160	-	-	5,283	4,370	3,529	2,751	2,031	1,833	1,833
165	-	-	5,397	4,475	3,623	2,833	2,099	1,833	1,833
170	-	-	5,509	4,578	3,715	2,913	2,166	1,833	1,833
175	-	-	5,618	4,679	3,806	2,992	2,232	1,833	1,833
180	-	-	5,724	4,777	3,895	3,070	2,297	1,833	1,833
185	-	-	5,827	4,873	3,982	3,146	2,362	1,833	1,833
190	-	-	5,928	4,967	4,067	3,221	2,425	1,833	1,833
195	-	-	6,026	5,059	4,151	3,295	2,487	1,833	1,833
200	-	-	6,122	5,149	4,233	3,367	2,549	1,833	1,833
205	-	-	-	5,238	4,313	3,439	2,609	1,833	1,833
210	-	-	-	5,324	4,392	3,509	2,669	1,871	1,833
215	-	-	-	5,408	4,470	3,578	2,728	1,918	1,833
220	-	-	-	5,491	4,546	3,646	2,786	1,965	1,833
225	-	-	-	5,572	4,621	3,713	2,844	2,012	1,833
230	-	-	-	5,651	4,695	3,778	2,900	2,058	1,833
235	-	-	-	5,729	4,767	3,843	2,956	2,103	1,833
240	-	-	-	5,806	4,838	3,907	3,011	2,148	1,833
245	-	-	-	5,880	4,907	3,970	3,065	2,193	1,833
250	-	-	-	5,954	4,976	4,031	3,119	2,237	1,833
255	-	-	-	6,026	5,043	4,092	3,172	2,280	1,833
260	-	-	-	6,096	5,109	4,152	3,224	2,323	1,833
265	-	-	-	6,166	5,174	4,211	3,275	2,365	1,833
270	-	-	-	-	5,238	4,269	3,326	2,407	1,833
275	-	-	-	-	5,301	4,327	3,376	2,449	1,833

Tabella 15 - Spessore di protettivo R120 per travi a sezione cava

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
50	4,432	3,587	2,903	2,338	1,864	1,833	1,833	1,833	1,833
55	4,856	3,960	3,230	2,623	2,110	1,833	1,833	1,833	1,833
60	5,258	4,318	3,545	2,898	2,349	1,877	1,833	1,833	1,833
65	5,640	4,661	3,849	3,166	2,582	2,078	1,833	1,833	1,833
70	6,003	4,989	4,142	3,425	2,810	2,276	1,833	1,833	1,833
75	-	5,304	4,425	3,677	3,031	2,469	1,975	1,833	1,833
80	-	5,606	4,698	3,921	3,247	2,658	2,139	1,833	1,833
85	-	5,896	4,963	4,158	3,458	2,844	2,299	1,833	1,833
90	-	-	5,218	4,389	3,664	3,025	2,457	1,950	1,833
95	-	-	5,466	4,614	3,866	3,203	2,613	2,083	1,833
100	-	-	5,705	4,832	4,062	3,378	2,766	2,215	1,833
105	-	-	5,937	5,044	4,254	3,549	2,916	2,345	1,833
110	-	-	6,162	5,251	4,441	3,716	3,064	2,473	1,936
115	-	-	-	5,452	4,625	3,881	3,209	2,600	2,044
120	-	-	-	5,648	4,804	4,042	3,352	2,724	2,150
125	-	-	-	5,840	4,979	4,201	3,493	2,847	2,256
130	-	-	-	6,026	5,150	4,356	3,632	2,969	2,360
135	-	-	-	-	5,318	4,508	3,768	3,089	2,463
140	-	-	-	-	5,482	4,658	3,902	3,207	2,565
145	-	-	-	-	5,643	4,805	4,034	3,324	2,666
150	-	-	-	-	5,800	4,949	4,165	3,439	2,766
155	-	-	-	-	5,954	5,091	4,293	3,553	2,864
160	-	-	-	-	6,105	5,230	4,419	3,665	2,962
165	-	-	-	-	-	5,367	4,543	3,776	3,059
170	-	-	-	-	-	5,501	4,666	3,885	3,154
175	-	-	-	-	-	5,633	4,786	3,993	3,249
180	-	-	-	-	-	5,763	4,905	4,100	3,343
185	-	-	-	-	-	5,890	5,022	4,205	3,435
190	-	-	-	-	-	6,016	5,138	4,309	3,527
195	-	-	-	-	-	6,139	5,251	4,412	3,618
200	-	-	-	-	-	-	5,363	4,514	3,708
205	-	-	-	-	-	-	5,474	4,614	3,797
210	-	-	-	-	-	-	5,583	4,713	3,885
215	-	-	-	-	-	-	5,690	4,811	3,972
220	-	-	-	-	-	-	5,796	4,908	4,059
225	-	-	-	-	-	-	5,901	5,004	4,144
230	-	-	-	-	-	-	6,004	5,098	4,229
235	-	-	-	-	-	-	6,105	5,192	4,313
240	-	-	-	-	-	-	-	5,284	4,396
245	-	-	-	-	-	-	-	5,375	4,478
250	-	-	-	-	-	-	-	5,465	4,559
255	-	-	-	-	-	-	-	5,555	4,640
260	-	-	-	-	-	-	-	5,643	4,720
265	-	-	-	-	-	-	-	5,730	4,799
270	-	-	-	-	-	-	-	5,816	4,877
275	-	-	-	-	-	-	-	5,902	4,955



Tabella 16 - Spessore di protettivo R30 per pilastri a sezione cava esposte su 4 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
50	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
55	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
60	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
65	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
70	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
75	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
80	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
85	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
90	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
95	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
100	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
105	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
110	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
115	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
120	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
125	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
130	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
135	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
140	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
145	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
150	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
155	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
160	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
165	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
170	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
175	2,005	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
180	2,054	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
185	2,100	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
190	2,145	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
195	2,189	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
200	2,230	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
205	2,271	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
210	2,309	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
215	2,347	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
220	2,383	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
225	2,418	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
230	2,452	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
235	2,485	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
240	2,516	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
245	2,547	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
250	2,577	1,993	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
255	2,605	2,022	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
260	2,633	2,050	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
265	2,660	2,078	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
270	2,687	2,105	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
275	2,712	2,131	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
280	2,737	2,156	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
285	2,761	2,181	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
290	2,785	2,205	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
295	2,808	2,228	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
300	2,830	2,251	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
305	2,852	2,273	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
310	2,873	2,295	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
315	2,893	2,316	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
320	2,913	2,337	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
325	2,933	2,357	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
330	2,952	2,377	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
335	2,971	2,396	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
338	2,981	2,407	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989



Tabella 17 - Spessore di protettivo R60 per pilastri a sezione cava esposte su 4 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
50	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
55	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
60	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
65	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
70	2,128	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
75	2,340	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
80	2,538	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
85	2,724	2,119	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
90	2,898	2,282	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
95	3,062	2,438	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
100	3,217	2,585	2,050	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
105	3,363	2,726	2,182	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
110	3,501	2,859	2,309	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
115	3,631	2,987	2,430	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
120	3,755	3,109	2,546	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
125	3,873	3,225	2,658	2,065	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
130	3,984	3,336	2,766	2,165	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
135	4,091	3,443	2,869	2,262	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
140	4,192	3,545	2,969	2,355	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
145	4,289	3,642	3,065	2,445	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
150	4,381	3,736	3,158	2,533	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
155	4,470	3,827	3,247	2,617	2,051	1,989	1,989	1,989	1,989
160	4,554	3,914	3,333	2,699	2,128	1,989	1,989	1,989	1,989
165	4,635	3,997	3,417	2,779	2,202	1,989	1,989	1,989	1,989
170	4,713	4,078	3,497	2,856	2,274	1,989	1,989	1,989	1,989
175	4,788	4,155	3,575	2,931	2,344	1,989	1,989	1,989	1,989
180	4,859	4,230	3,651	3,003	2,413	1,989	1,989	1,989	1,989
185	4,928	4,302	3,724	3,074	2,479	1,989	1,989	1,989	1,989
190	4,994	4,372	3,794	3,143	2,544	2,032	1,989	1,989	1,989
195	5,058	4,439	3,863	3,209	2,608	2,091	1,989	1,989	1,989
200	5,120	4,504	3,929	3,274	2,669	2,149	1,989	1,989	1,989
205	5,179	4,567	3,994	3,337	2,730	2,206	1,989	1,989	1,989
210	5,236	4,628	4,056	3,399	2,788	2,261	1,989	1,989	1,989
215	5,291	4,687	4,117	3,459	2,846	2,316	1,989	1,989	1,989
220	5,345	4,744	4,176	3,517	2,902	2,369	1,989	1,989	1,989
225	5,396	4,799	4,234	3,573	2,956	2,421	1,989	1,989	1,989
230	5,446	4,853	4,289	3,629	3,010	2,472	1,989	1,989	1,989
235	5,494	4,905	4,344	3,683	3,062	2,522	1,989	1,989	1,989
240	5,541	4,955	4,396	3,735	3,113	2,570	1,989	1,989	1,989
245	5,586	5,004	4,448	3,787	3,163	2,618	1,989	1,989	1,989
250	5,630	5,052	4,498	3,837	3,212	2,665	1,989	1,989	1,989
255	5,672	5,098	4,547	3,885	3,259	2,711	2,019	1,989	1,989
260	5,713	5,143	4,594	3,933	3,306	2,756	2,060	1,989	1,989
265	5,753	5,187	4,640	3,980	3,352	2,800	2,099	1,989	1,989
270	5,792	5,230	4,685	4,025	3,396	2,843	2,139	1,989	1,989
275	5,830	5,271	4,729	4,070	3,440	2,886	2,177	1,989	1,989
280	5,866	5,312	4,772	4,113	3,483	2,927	2,215	1,989	1,989
285	5,902	5,351	4,814	4,156	3,525	2,968	2,252	1,989	1,989
290	5,936	5,389	4,855	4,197	3,566	3,008	2,289	1,989	1,989
295	5,970	5,427	4,895	4,238	3,606	3,048	2,325	1,989	1,989
300	6,003	5,463	4,934	4,278	3,646	3,086	2,361	1,989	1,989
305	6,035	5,499	4,972	4,317	3,685	3,124	2,395	1,989	1,989
310	6,066	5,533	5,009	4,355	3,723	3,161	2,430	1,989	1,989
315	6,096	5,567	5,046	4,392	3,760	3,198	2,463	1,989	1,989
320	6,126	5,600	5,081	4,428	3,796	3,234	2,496	1,989	1,989
325	6,154	5,632	5,116	4,464	3,832	3,269	2,529	1,989	1,989
330	6,182	5,664	5,150	4,499	3,867	3,304	2,561	1,989	1,989
335	6,210	5,695	5,184	4,534	3,902	3,338	2,593	1,989	1,989
338	6,225	5,712	5,202	4,553	3,921	3,357	2,610	1,989	1,989



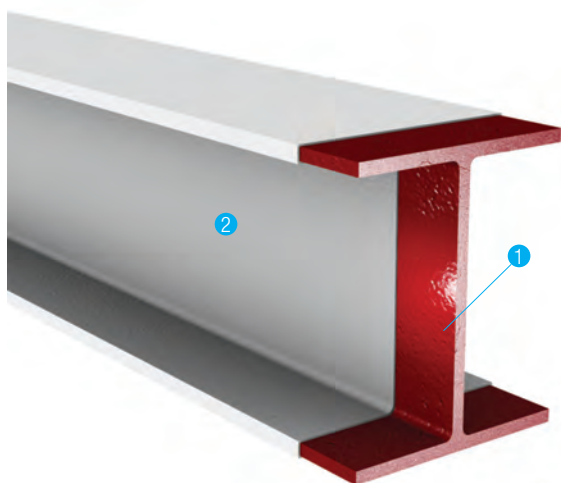
Tabella 18 - Spessore di protettivo R90 per pilastri a sezione cava esposte su 4 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	2,369	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
50	2,709	2,094	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
55	3,086	2,434	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
60	3,434	2,753	2,215	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
65	3,757	3,052	2,489	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
70	4,057	3,333	2,750	2,172	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
75	4,337	3,599	2,997	2,397	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
80	4,599	3,849	3,233	2,612	2,092	1,989	1,989	1,989	1,989
85	4,844	4,087	3,458	2,819	2,280	1,989	1,989	1,989	1,989
90	5,075	4,311	3,673	3,017	2,462	2,021	1,989	1,989	1,989
95	5,291	4,524	3,878	3,208	2,637	2,183	1,989	1,989	1,989
100	5,495	4,727	4,075	3,392	2,807	2,340	1,989	1,989	1,989
105	5,688	4,919	4,263	3,569	2,971	2,492	1,989	1,989	1,989
110	5,870	5,103	4,443	3,739	3,130	2,641	2,059	1,989	1,989
115	6,043	5,278	4,615	3,903	3,284	2,785	2,188	1,989	1,989
120	6,206	5,445	4,781	4,062	3,434	2,925	2,314	1,989	1,989
125	6,362	5,604	4,941	4,215	3,578	3,061	2,437	1,989	1,989
130	6,509	5,757	5,094	4,362	3,719	3,194	2,557	2,002	1,989
135	-	5,903	5,241	4,505	3,855	3,323	2,674	2,108	1,989
140	-	6,043	5,383	4,643	3,987	3,449	2,789	2,211	1,989
145	-	6,177	5,520	4,777	4,115	3,572	2,901	2,312	1,989
150	-	6,306	5,652	4,906	4,240	3,692	3,010	2,411	1,989
155	-	6,430	5,779	5,031	4,361	3,808	3,117	2,508	1,989
160	-	-	5,902	5,153	4,479	3,922	3,222	2,603	1,989
165	-	-	6,021	5,270	4,593	4,033	3,324	2,696	1,989
170	-	-	6,135	5,384	4,705	4,141	3,424	2,788	2,029
175	-	-	6,246	5,495	4,813	4,247	3,523	2,877	2,107
180	-	-	6,354	5,603	4,919	4,350	3,618	2,966	2,183
185	-	-	6,458	5,707	5,022	4,451	3,712	3,052	2,257
190	-	-	-	5,809	5,122	4,550	3,805	3,137	2,331
195	-	-	-	5,908	5,220	4,646	3,895	3,220	2,403
200	-	-	-	6,004	5,316	4,740	3,983	3,302	2,474
205	-	-	-	6,097	5,409	4,832	4,070	3,383	2,544
210	-	-	-	6,188	5,499	4,922	4,155	3,461	2,613
215	-	-	-	6,276	5,588	5,010	4,238	3,539	2,681
220	-	-	-	6,362	5,675	5,096	4,319	3,615	2,748
225	-	-	-	6,446	5,759	5,180	4,399	3,690	2,814
230	-	-	-	6,528	5,841	5,263	4,478	3,764	2,879
235	-	-	-	-	5,922	5,344	4,555	3,836	2,942
240	-	-	-	-	6,001	5,423	4,631	3,907	3,005
245	-	-	-	-	6,078	5,501	4,705	3,977	3,067
250	-	-	-	-	6,153	5,577	4,778	4,046	3,128
255	-	-	-	-	6,227	5,651	4,849	4,114	3,188
260	-	-	-	-	6,299	5,724	4,919	4,180	3,247
265	-	-	-	-	6,370	5,796	4,988	4,246	3,306
270	-	-	-	-	6,439	5,866	5,056	4,310	3,363
275	-	-	-	-	6,506	5,934	5,123	4,374	3,420
280	-	-	-	-	-	6,002	5,188	4,436	3,476
285	-	-	-	-	-	6,068	5,252	4,498	3,531
290	-	-	-	-	-	6,133	5,315	4,558	3,585
295	-	-	-	-	-	6,197	5,378	4,618	3,639
300	-	-	-	-	-	6,260	5,439	4,676	3,692
305	-	-	-	-	-	6,321	5,499	4,734	3,744
310	-	-	-	-	-	6,382	5,558	4,791	3,795
315	-	-	-	-	-	6,441	5,616	4,847	3,846
320	-	-	-	-	-	6,499	5,673	4,902	3,896
325	-	-	-	-	-	-	5,729	4,957	3,945
330	-	-	-	-	-	-	5,785	5,010	3,994
335	-	-	-	-	-	-	5,839	5,063	4,042
338	-	-	-	-	-	-	5,869	5,093	4,069



Tabella 19 - Spessore di protettivo R120 per pilastri a sezione cava esposte su 4 lati

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	3,888	3,137	2,565	2,020	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
50	4,311	3,522	2,914	2,330	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
55	4,778	3,954	3,310	2,685	2,179	1,989	1,989	1,989	1,989
60	5,211	4,359	3,685	3,025	2,486	2,073	1,989	1,989	1,989
65	5,613	4,739	4,041	3,349	2,780	2,343	1,989	1,989	1,989
70	5,986	5,097	4,379	3,659	3,064	2,603	2,070	1,989	1,989
75	6,334	5,434	4,701	3,957	3,337	2,856	2,296	1,989	1,989
80	-	5,753	5,007	4,242	3,601	3,101	2,515	2,022	1,989
85	-	6,054	5,299	4,516	3,856	3,339	2,728	2,213	1,989
90	-	6,340	5,578	4,779	4,102	3,569	2,936	2,400	1,989
95	-	-	5,844	5,031	4,339	3,793	3,139	2,583	1,989
100	-	-	6,099	5,274	4,569	4,010	3,336	2,762	2,100
105	-	-	6,343	5,509	4,791	4,221	3,529	2,937	2,251
110	-	-	-	5,734	5,006	4,427	3,717	3,108	2,400
115	-	-	-	5,952	5,214	4,626	3,900	3,276	2,546
120	-	-	-	6,161	5,416	4,820	4,079	3,440	2,689
125	-	-	-	6,364	5,612	5,009	4,253	3,600	2,830
130	-	-	-	-	5,802	5,192	4,424	3,757	2,968
135	-	-	-	-	5,986	5,371	4,590	3,911	3,104
140	-	-	-	-	6,164	5,545	4,753	4,062	3,237
145	-	-	-	-	6,338	5,715	4,912	4,210	3,368
150	-	-	-	-	6,507	5,881	5,067	4,355	3,497
155	-	-	-	-	-	6,042	5,219	4,497	3,623
160	-	-	-	-	-	6,199	5,368	4,637	3,747
165	-	-	-	-	-	6,353	5,513	4,773	3,870
170	-	-	-	-	-	6,503	5,656	4,907	3,990
175	-	-	-	-	-	-	5,795	5,039	4,108
180	-	-	-	-	-	-	5,931	5,168	4,224
185	-	-	-	-	-	-	6,065	5,295	4,338
190	-	-	-	-	-	-	6,196	5,419	4,451
195	-	-	-	-	-	-	6,324	5,541	4,561
200	-	-	-	-	-	-	6,449	5,661	4,670
205	-	-	-	-	-	-	-	5,779	4,777
210	-	-	-	-	-	-	-	5,894	4,882
215	-	-	-	-	-	-	-	6,008	4,986
220	-	-	-	-	-	-	-	6,120	5,088
225	-	-	-	-	-	-	-	6,229	5,189
230	-	-	-	-	-	-	-	6,337	5,288
235	-	-	-	-	-	-	-	6,443	5,385
240	-	-	-	-	-	-	-	-	5,481
245	-	-	-	-	-	-	-	-	5,576
250	-	-	-	-	-	-	-	-	5,669
255	-	-	-	-	-	-	-	-	5,761
260	-	-	-	-	-	-	-	-	5,851
265	-	-	-	-	-	-	-	-	5,940
270	-	-	-	-	-	-	-	-	6,028
275	-	-	-	-	-	-	-	-	6,115
280	-	-	-	-	-	-	-	-	6,200
285	-	-	-	-	-	-	-	-	6,284
290	-	-	-	-	-	-	-	-	6,367
295	-	-	-	-	-	-	-	-	6,449
300	-	-	-	-	-	-	-	-	6,530
305	-	-	-	-	-	-	-	-	-

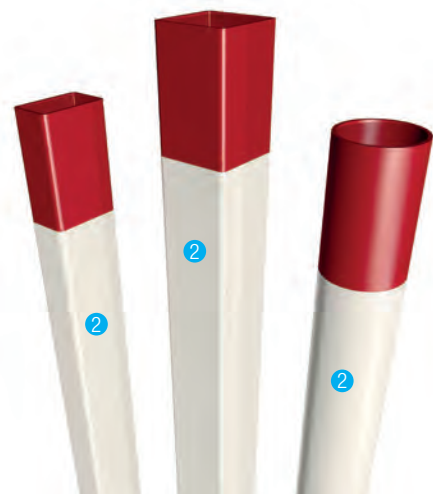


Fondi compatibili: epossipoliammidici al fosfato di zinco/epossivinilici/alchidici/alchidici modificati con resine fenoliche



Primer di adesione: TY-ROX[®] ove necessario

Dettaglio 1 - Applicabilità a profili metallici scatolari e tubolari



Legenda tecnica

- ① Elemento in acciaio
- ② Pittura intumescente PROMAPAIN[®]-SC4

Rapporti di valutazione: **ITB 701.2/11/Z00NP/E ITB 701.3/11/Z00NP/E - WF 407466 - WF 362028**
in accordo alla norma **EN 13381-8**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-8 "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali. Parte 8: protettivi reattivi applicati ad elementi di acciaio":

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 75 m⁻¹ e 565 m⁻¹
- Spessore minimo 186 µm - Spessore massimo 2500 µm
- Spessore di protezione valutato alle seguenti temperature critiche: 350-400-450-500-550-600-650-700-750°C
- Applicabilità a travi e pilastri esposti su 3 o 4 lati
- Profili di sezione "I" - "H" e sezioni cave rettangolari e circolari "Hollow Section"

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in acciaio (travi e pilastri) in accordo alla norma EN 13381-8, costituita da pittura intumescente in emulsione acquosa (tipo PROMAPAIN[®]-SC4 sulla base dei Rapporti di valutazione ITB 701.2/11/Z00NP/E ITB 701.3/11/Z00NP/E -WF 407466 - WF 362028) di colore bianco, esente da solventi clorurati e cloro paraffine, di consistenza tixotropica, applicata a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre la pittura intumescente dovrà essere corredata di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso e contenuto in sostanze organiche volatili in classe 1.i.WB. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva 42/2004/EC, ISO 11890-2, ASTM D6886-12, LEED 2009 EQ c4.2 e ASTM D2369-10. La pittura intumescente dovrà essere corredata di D.o.P. a garanzia dell'uso previsto di resistenza al fuoco per la protezione di strutture portanti in acciaio, oltre alla conformità applicativa di tipo Y (uso semi-esposto in esterno) e tipo Z1 (uso interno con presenza di umidità) in accordo alla ETAG 018-2.



Tabella 1.1 - Spessore di protettivo R30 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	0,328	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
70	0,363	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
75	0,410	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
80	0,451	0,192	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
85	0,487	0,232	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
90	0,520	0,267	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
95	0,549	0,299	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
100	0,575	0,327	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
105	0,599	0,353	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
110	0,620	0,376	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
115	0,640	0,398	0,209	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
120	0,658	0,417	0,230	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
125	0,675	0,435	0,249	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
130	0,690	0,451	0,267	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
135	0,705	0,467	0,283	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
140	0,718	0,481	0,298	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
145	0,730	0,494	0,312	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
150	0,742	0,506	0,325	0,197	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
155	0,753	0,518	0,337	0,213	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
160	0,763	0,529	0,349	0,225	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
165	0,772	0,539	0,360	0,236	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
170	0,781	0,548	0,370	0,247	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
175	0,790	0,557	0,379	0,257	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
180	0,798	0,566	0,388	0,266	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
185	0,806	0,574	0,397	0,275	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
190	0,813	0,581	0,405	0,283	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
195	0,820	0,588	0,412	0,291	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
200	0,826	0,595	0,419	0,299	0,194	0,188	0,188	0,188	0,188
205	0,832	0,602	0,426	0,306	0,202	0,188	0,188	0,188	0,188
210	0,838	0,608	0,433	0,313	0,209	0,188	0,188	0,188	0,188
215	0,844	0,614	0,439	0,319	0,216	0,188	0,188	0,188	0,188
220	0,849	0,619	0,445	0,325	0,222	0,188	0,188	0,188	0,188
225	0,854	0,625	0,450	0,331	0,228	0,188	0,188	0,188	0,188
230	0,859	0,630	0,456	0,337	0,234	0,188	0,188	0,188	0,188
235	0,864	0,635	0,461	0,342	0,240	0,188	0,188	0,188	0,188
240	0,868	0,639	0,466	0,348	0,245	0,188	0,188	0,188	0,188
245	0,873	0,644	0,471	0,353	0,250	0,188	0,188	0,188	0,188
250	0,877	0,648	0,475	0,357	0,255	0,188	0,188	0,188	0,188
255	0,881	0,652	0,480	0,362	0,260	0,188	0,188	0,188	0,188
260	0,885	0,656	0,484	0,366	0,265	0,188	0,188	0,188	0,188
265	0,888	0,660	0,488	0,371	0,269	0,188	0,188	0,188	0,188
270	0,892	0,664	0,492	0,375	0,273	0,188	0,188	0,188	0,188
275	0,895	0,668	0,495	0,378	0,277	0,188	0,188	0,188	0,188
280	0,899	0,671	0,499	0,382	0,281	0,191	0,188	0,188	0,188
285	0,902	0,674	0,503	0,386	0,285	0,195	0,188	0,188	0,188
290	0,905	0,678	0,506	0,389	0,289	0,199	0,188	0,188	0,188
295	0,908	0,681	0,509	0,393	0,292	0,202	0,188	0,188	0,188
300	0,911	0,684	0,512	0,396	0,296	0,206	0,188	0,188	0,188
305	0,914	0,687	0,515	0,399	0,299	0,209	0,188	0,188	0,188
310	0,916	0,689	0,518	0,402	0,302	0,213	0,188	0,188	0,188
315	0,919	0,692	0,521	0,405	0,305	0,216	0,188	0,188	0,188
320	0,921	0,695	0,524	0,408	0,308	0,219	0,188	0,188	0,188
325	0,924	0,697	0,526	0,411	0,311	0,222	0,188	0,188	0,188
330	0,926	0,700	0,529	0,414	0,314	0,225	0,188	0,188	0,188
335	0,929	0,702	0,532	0,416	0,316	0,228	0,188	0,188	0,188
340	0,931	0,704	0,534	0,419	0,319	0,230	0,188	0,188	0,188
345	0,933	0,707	0,536	0,421	0,322	0,233	0,188	0,188	0,188
345	0,933	0,707	0,536	0,421	0,322	0,233	0,188	0,188	0,188

Tabella 1.2 - Spessore di protettivo R30 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati - Risultati alte massività

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
350	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
355	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
360	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
365	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
370	1,271	0,969	0,701	0,477	0,304	0,138	0,138	0,138	0,138
375	1,288	0,985	0,717	0,193	0,32	0,152	0,138	0,138	0,138
380	1,305	1	0,732	0,508	0,337	0,169	0,138	0,138	0,138
385	1,322	1,016	0,747	0,524	0,352	0,186	0,138	0,138	0,138
390	1,339	1,032	0,762	0,539	0,638	0,202	0,138	0,138	0,138
395	1,355	1,047	0,777	0,553	0,383	0,218	0,138	0,138	0,138
400	1,371	1,062	0,791	0,568	0,398	0,233	0,138	0,138	0,138
405	1,387	1,076	0,805	0,582	0,412	0,248	0,138	0,138	0,138
410	1,4	1,091	0,819	0,595	0,427	0,263	0,138	0,138	0,138
415	1,419	1,105	0,832	0,609	0,441	0,277	0,138	0,138	0,138
420	1,434	1,119	0,846	0,622	0,454	0,291	0,138	0,138	0,138
425	1,449	1,133	0,859	0,635	0,467	0,305	0,147	0,138	0,138
430	1,464	1,146	0,872	0,648	0,481	0,319	0,161	0,138	0,138
435	1,479	1,159	0,885	0,661	0,493	0,332	0,175	0,138	0,138
440	1,494	1,173	0,897	0,673	0,506	0,345	0,188	0,138	0,138
445	1,508	1,186	0,909	0,685	0,518	0,358	0,201	0,138	0,138
450	1,522	1,198	0,921	0,697	0,53	0,37	0,214	0,138	0,138
455	1,537	1,211	0,933	0,709	0,542	0,382	0,227	0,138	0,138
460	1,55	1,223	0,945	0,72	0,554	0,394	0,239	0,138	0,138
465	1,564	1,236	0,956	0,731	0,565	0,406	0,251	0,138	0,138
470	1,578	1,248	0,968	0,743	0,576	0,417	0,263	0,138	0,138
475	1,591	1,259	0,979	0,753	0,587	0,429	0,275	0,138	0,138
480	1,604	1,271	0,99	0,764	0,598	0,44	0,286	0,138	0,138
485	1,618	1,283	1	0,775	0,609	0,45	0,297	0,149	0,138
490	1,631	1,294	1,011	0,785	0,619	0,461	0,308	0,16	0,138
495	1,643	1,305	1,022	0,795	0,629	0,471	0,319	0,171	0,138
500	1,656	1,317	1,032	0,805	0,639	0,481	0,329	0,182	0,138
505	1,668	1,327	1,042	0,815	0,649	0,492	0,34	0,193	0,138
510	1,681	1,338	1,052	0,825	0,659	0,501	0,35	0,203	0,138
515	1,693	1,349	1,062	0,834	0,668	0,511	0,36	0,213	0,138
520	1,705	1,359	1,071	0,844	0,678	0,52	0,369	0,223	0,138
525	1,717	1,37	1,081	0,853	0,687	0,53	0,379	0,233	0,138
530	1,729	1,38	1,09	0,862	0,696	0,539	0,388	0,243	0,138
535	1,74	1,39	1,1	0,871	0,705	0,548	0,397	0,252	0,138
540	1,752	1,4	1,109	0,88	0,714	0,557	0,406	0,262	0,138
545	1,763	1,41	1,118	0,888	0,722	0,565	0,415	0,271	0,138
550	1,775	1,42	1,127	0,897	0,731	0,574	0,424	0,28	0,138
555	1,786	1,429	1,136	0,905	0,739	0,582	0,432	0,288	0,138
560	1,797	1,439	1,144	0,913	0,747	0,591	0,441	0,297	0,138
565	1,808	1,448	1,153	0,922	0,755	0,599	0,449	0,305	0,145



Tabella 2.1 - Spessore di protettivo R45 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	0,831	0,501	0,236	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
70	0,868	0,541	0,279	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
75	0,915	0,592	0,335	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
80	0,957	0,637	0,383	0,205	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
85	0,994	0,676	0,425	0,250	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
90	1,027	0,711	0,463	0,290	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
95	1,056	0,743	0,496	0,325	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
100	1,083	0,771	0,526	0,357	0,207	0,188	0,188	0,188	0,188
105	1,107	0,796	0,553	0,386	0,237	0,188	0,188	0,188	0,188
110	1,129	0,819	0,578	0,412	0,265	0,188	0,188	0,188	0,188
115	1,149	0,840	0,600	0,435	0,289	0,188	0,188	0,188	0,188
120	1,168	0,859	0,620	0,457	0,312	0,188	0,188	0,188	0,188
125	1,185	0,877	0,639	0,476	0,333	0,202	0,188	0,188	0,188
130	1,200	0,893	0,656	0,494	0,352	0,222	0,188	0,188	0,188
135	1,215	0,908	0,672	0,511	0,369	0,240	0,188	0,188	0,188
140	1,229	0,922	0,687	0,527	0,385	0,257	0,188	0,188	0,188
145	1,241	0,935	0,700	0,541	0,400	0,273	0,188	0,188	0,188
150	1,253	0,948	0,713	0,554	0,414	0,287	0,188	0,188	0,188
155	1,264	0,959	0,725	0,567	0,427	0,301	0,196	0,188	0,188
160	1,274	0,970	0,736	0,578	0,439	0,314	0,209	0,188	0,188
165	1,284	0,980	0,746	0,589	0,451	0,326	0,222	0,188	0,188
170	1,293	0,989	0,756	0,600	0,462	0,337	0,233	0,188	0,188
175	1,302	0,999	0,766	0,609	0,472	0,347	0,244	0,188	0,188
180	1,310	1,006	0,774	0,618	0,481	0,357	0,254	0,188	0,188
185	1,318	1,014	0,783	0,627	0,490	0,366	0,264	0,188	0,188
190	1,325	1,022	0,790	0,635	0,499	0,375	0,273	0,188	0,188
195	1,332	1,029	0,798	0,643	0,507	0,384	0,282	0,189	0,188
200	1,339	1,036	0,805	0,650	0,514	0,392	0,290	0,200	0,188
205	1,345	1,042	0,811	0,657	0,521	0,399	0,298	0,208	0,188
210	1,351	1,048	0,818	0,664	0,528	0,406	0,305	0,216	0,188
215	1,357	1,054	0,824	0,670	0,535	0,413	0,312	0,223	0,188
220	1,362	1,059	0,830	0,676	0,541	0,419	0,319	0,230	0,188
225	1,367	1,065	0,835	0,682	0,547	0,426	0,325	0,236	0,188
230	1,372	1,070	0,840	0,687	0,553	0,431	0,331	0,243	0,188
235	1,377	1,075	0,845	0,692	0,558	0,437	0,337	0,249	0,188
240	1,382	1,079	0,850	0,697	0,563	0,442	0,343	0,254	0,188
245	1,386	1,084	0,855	0,702	0,568	0,448	0,348	0,260	0,188
250	1,390	1,088	0,859	0,707	0,573	0,453	0,353	0,265	0,188
255	1,394	1,092	0,863	0,711	0,578	0,457	0,358	0,270	0,192
260	1,398	1,096	0,868	0,715	0,582	0,462	0,363	0,275	0,197
265	1,402	1,100	0,872	0,719	0,586	0,466	0,367	0,280	0,201
270	1,406	1,104	0,875	0,723	0,590	0,470	0,372	0,284	0,206
275	1,409	1,107	0,879	0,727	0,594	0,475	0,376	0,289	0,210
280	1,412	1,111	0,882	0,731	0,598	0,478	0,380	0,293	0,215
285	1,416	1,114	0,886	0,734	0,602	0,482	0,384	0,297	0,219
290	1,419	1,117	0,889	0,738	0,605	0,486	0,387	0,301	0,223
295	1,422	1,120	0,892	0,741	0,609	0,489	0,391	0,304	0,227
300	1,425	1,123	0,895	0,744	0,612	0,493	0,395	0,308	0,230
305	1,428	1,126	0,898	0,747	0,615	0,496	0,398	0,311	0,234
310	1,430	1,129	0,901	0,750	0,618	0,499	0,401	0,315	0,237
315	1,433	1,131	0,904	0,753	0,621	0,502	0,404	0,318	0,241
320	1,436	1,134	0,907	0,756	0,624	0,505	0,407	0,321	0,244
325	1,438	1,136	0,909	0,758	0,627	0,508	0,410	0,324	0,247
330	1,440	1,139	0,912	0,761	0,629	0,511	0,413	0,327	0,250
335	1,443	1,141	0,914	0,764	0,632	0,513	0,416	0,330	0,253
340	1,445	1,144	0,917	0,766	0,634	0,516	0,419	0,333	0,256
345	1,447	1,146	0,919	0,768	0,637	0,519	0,421	0,335	0,258
345	1,447	1,146	0,919	0,769	0,637	0,519	0,422	0,336	0,259

Tabella 2.2 - R45 - Spessore di protettivo R45 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati - Risultati alte massività

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
365	-	1,761	1,442	1,178	0,982	0,786	0,588	0,387	0,152
370	-	1,782	1,461	1,196	1,001	0,805	0,607	0,407	0,173
375	-	1,803	1,480	1,214	1,019	0,823	0,625	0,426	0,193
380	-	-	1,498	1,232	1,036	0,841	0,644	0,445	0,213
385	-	-	1,516	1,249	1,053	0,858	0,661	0,464	0,232
390	-	-	1,534	1,266	1,070	0,875	0,679	0,482	0,251
395	-	-	1,551	1,283	1,087	0,891	0,695	0,499	0,269
400	-	-	1,568	1,299	1,103	0,908	0,712	0,516	0,287
405	-	-	1,585	1,315	1,118	0,923	0,728	0,533	0,304
410	-	-	1,602	1,331	1,134	0,939	0,744	0,549	0,321
415	-	-	1,618	1,346	1,149	0,954	0,759	0,564	0,337
420	-	-	1,634	1,361	1,164	0,969	0,774	0,580	0,353
425	-	-	1,650	1,376	1,178	0,983	0,789	0,595	0,369
430	-	-	1,665	1,390	1,192	0,997	0,803	0,609	0,384
435	-	-	1,680	1,405	1,206	1,011	0,817	0,624	0,399
440	-	-	1,695	1,419	1,220	1,024	0,83	0,638	0,413
445	-	-	1,710	1,432	1,233	1,038	0,844	0,651	0,427
450	-	-	1,724	1,446	1,246	1,051	0,857	0,665	0,441
455	-	-	1,738	1,459	1,259	1,063	0,870	0,678	0,455
460	-	-	1,752	1,472	1,272	1,076	0,882	0,690	0,468
465	-	-	1,766	1,485	1,284	1,088	0,894	0,703	0,481
470	-	-	1,779	1,497	1,296	1,100	0,906	0,715	0,493
475	-	-	1,793	1,510	1,308	1,112	0,918	0,727	0,505
480	-	-	1,806	1,522	1,320	1,123	0,930	0,739	0,517
485	-	-	-	1,534	1,331	1,135	0,941	0,750	0,529
490	-	-	-	1,545	1,343	1,146	0,952	0,761	0,541
495	-	-	-	1,557	1,354	1,156	0,963	0,772	0,552
500	-	-	-	1,568	1,365	1,167	0,973	0,783	0,563
505	-	-	-	1,579	1,375	1,178	0,984	0,793	0,574
510	-	-	-	1,590	1,386	1,188	0,994	0,804	0,584
515	-	-	-	1,601	1,396	1,198	1,004	0,814	0,594
520	-	-	-	1,612	1,406	1,208	1,014	0,824	0,605
525	-	-	-	1,622	1,416	1,218	1,024	0,834	0,615
530	-	-	-	1,633	1,426	1,227	1,033	0,843	0,624
535	-	-	-	1,643	1,436	1,236	1,042	0,852	0,634
540	-	-	-	1,653	1,445	1,246	1,051	0,862	0,643
545	-	-	-	1,663	1,455	1,255	1,060	0,871	0,652
550	-	-	-	1,672	1,464	1,264	1,069	0,879	0,661
555	-	-	-	1,682	1,473	1,272	1,078	0,888	0,670
560	-	-	-	1,691	1,482	1,281	1,086	0,897	0,679
565	-	-	-	1,700	1,490	1,289	1,095	0,905	0,687



Tabella 3.1 - Spessore di protettivo R60 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	1,335	0,948	0,636	0,418	0,220	0,188	0,188	0,188	0,188
70	1,372	0,987	0,678	0,463	0,268	0,188	0,188	0,188	0,188
75	1,420	1,037	0,732	0,521	0,330	0,188	0,188	0,188	0,188
80	1,463	1,082	0,779	0,571	0,383	0,209	0,188	0,188	0,188
85	1,500	1,121	0,820	0,615	0,429	0,258	0,188	0,188	0,188
90	1,534	1,155	0,857	0,653	0,470	0,302	0,188	0,188	0,188
95	1,564	1,186	0,890	0,688	0,506	0,340	0,200	0,188	0,188
100	1,591	1,214	0,919	0,718	0,539	0,374	0,236	0,188	0,188
105	1,616	1,239	0,945	0,746	0,568	0,404	0,268	0,188	0,188
110	1,638	1,262	0,969	0,771	0,594	0,432	0,296	0,188	0,188
115	1,658	1,283	0,990	0,794	0,618	0,457	0,322	0,202	0,188
120	1,677	1,302	1,010	0,814	0,640	0,479	0,346	0,227	0,188
125	1,695	1,319	1,028	0,833	0,659	0,500	0,368	0,249	0,188
130	1,711	1,335	1,045	0,851	0,678	0,519	0,388	0,270	0,188
135	1,725	1,350	1,061	0,867	0,695	0,537	0,406	0,289	0,188
140	1,739	1,364	1,075	0,882	0,710	0,553	0,423	0,307	0,202
145	1,752	1,377	1,088	0,896	0,725	0,568	0,438	0,323	0,218
150	1,764	1,389	1,101	0,909	0,738	0,582	0,453	0,338	0,234
155	1,775	1,400	1,112	0,921	0,751	0,595	0,467	0,352	0,249
160	1,786	1,411	1,123	0,932	0,762	0,607	0,479	0,365	0,262
165	1,796	1,421	1,133	0,943	0,773	0,619	0,491	0,377	0,275
170	1,805	1,430	1,143	0,952	0,784	0,630	0,502	0,389	0,287
175	1,814	1,439	1,152	0,962	0,793	0,640	0,513	0,400	0,298
180	1,822	1,447	1,160	0,971	0,802	0,649	0,522	0,410	0,308
185	1,830	1,455	1,169	0,979	0,811	0,658	0,532	0,419	0,318
190	1,837	1,462	1,176	0,987	0,819	0,667	0,540	0,428	0,327
195	1,844	1,469	1,183	0,994	0,827	0,675	0,549	0,437	0,336
200	1,851	1,476	1,190	1,001	0,834	0,682	0,557	0,445	0,345
205	1,857	1,482	1,197	1,008	0,841	0,689	0,564	0,453	0,353
210	1,864	1,488	1,203	1,014	0,848	0,696	0,571	0,460	0,360
215	1,869	1,494	1,209	1,020	0,854	0,703	0,578	0,467	0,367
220	1,875	1,500	1,214	1,026	0,860	0,709	0,584	0,474	0,374
225	1,880	1,505	1,220	1,032	0,866	0,715	0,590	0,480	0,381
230	-	1,510	1,225	1,037	0,871	0,721	0,596	0,486	0,387
235	-	1,515	1,230	1,042	0,876	0,726	0,602	0,492	0,393
240	-	1,519	1,234	1,047	0,881	0,731	0,607	0,497	0,399
245	-	1,524	1,239	1,052	0,886	0,736	0,612	0,503	0,404
250	-	1,528	1,243	1,056	0,891	0,741	0,617	0,508	0,409
255	-	1,532	1,247	1,060	0,895	0,745	0,622	0,513	0,414
260	-	1,536	1,251	1,064	0,899	0,750	0,626	0,517	0,419
265	-	1,540	1,255	1,068	0,904	0,754	0,631	0,522	0,424
270	-	1,543	1,259	1,072	0,907	0,758	0,635	0,526	0,428
275	-	1,547	1,262	1,076	0,911	0,762	0,639	0,530	0,432
280	-	1,550	1,266	1,079	0,915	0,766	0,643	0,534	0,436
285	-	1,553	1,269	1,083	0,918	0,769	0,647	0,538	0,440
290	-	1,556	1,272	1,086	0,922	0,773	0,650	0,542	0,444
295	-	1,560	1,275	1,089	0,925	0,776	0,654	0,545	0,448
300	-	1,562	1,278	1,092	0,928	0,779	0,657	0,549	0,451
305	-	1,565	1,281	1,095	0,931	0,783	0,660	0,552	0,455
310	-	1,568	1,284	1,098	0,934	0,786	0,663	0,555	0,458
315	-	1,571	1,287	1,101	0,937	0,789	0,667	0,558	0,461
320	-	1,573	1,289	1,103	0,940	0,791	0,669	0,561	0,464
325	-	1,576	1,292	1,106	0,942	0,794	0,672	0,564	0,467
330	-	1,578	1,294	1,108	0,945	0,797	0,675	0,567	0,470
335	-	1,580	1,297	1,111	0,947	0,799	0,678	0,570	0,473
340	-	1,583	1,299	1,113	0,950	0,802	0,680	0,573	0,476
345	-	1,585	1,301	1,116	0,952	0,804	0,683	0,575	0,479
345	-	1,585	1,301	1,116	0,952	0,805	0,683	0,575	0,479

Tabella 3.2 - Spessore di protettivo R60 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati - Risultati alte massività

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
350	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
355	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
360	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
365	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
370	0	0	0	0	1,698	1,475	1,246	1,012	0,729
375	0	0	0	0	1,717	1,494	1,265	1,031	0,749
380	0	0	0	0	1,736	1,512	1,283	1,05	0,768
385	0	0	0	0	1,754	1,53	1,301	1,068	0,787
390	0	0	0	0	1,773	1,548	1,319	1,086	0,805
395	0	0	0	0	1,79	1,565	1,336	0,103	0,823
400	0	0	0	0	1,808	1,582	1,353	1,112	0,84
405	0	0	0	0	0	1,599	1,369	1,136	0,857
410	0	0	0	0	0	1,615	1,385	1,152	0,873
415	0	0	0	0	0	1,63	1,4	1,168	0,889
420	0	0	0	0	0	1,646	1,415	1,183	0,905
425	0	0	0	0	0	1,661	1,43	1,198	0,92
430	0	0	0	0	0	1,676	1,445	1,212	0,935
435	0	0	0	0	0	1,69	1,459	1,226	0,949
440	0	0	0	0	0	1,704	1,473	1,24	0,963
445	0	0	0	0	0	1,718	1,486	1,254	0,977
450	0	0	0	0	0	1,731	1,499	1,267	0,99
455	0	0	0	0	0	1,745	1,512	1,28	1
460	0	0	0	0	0	1,758	1,525	1,292	1,016
465	0	0	0	0	0	1,77	1,537	1,305	1,028
470	0	0	0	0	0	1,783	1,55	1,317	1,041
475	0	0	0	0	0	1,795	1,561	1,328	1,053
480	0	0	0	0	0	1,807	1,573	1,34	1,064
485	0	0	0	0	0	0	1,585	1,351	1,076
490	0	0	0	0	0	0	1,596	1,362	1,087
495	0	0	0	0	0	0	1,607	1,373	1,098
500	0	0	0	0	0	0	1,617	1,384	1,108
505	0	0	0	0	0	0	1,628	1,394	1,119
510	0	0	0	0	0	0	1,638	1,404	1,129
515	0	0	0	0	0	0	1,649	1,414	1,139
520	0	0	0	0	0	0	1,658	1,424	1,149
525	0	0	0	0	0	0	1,668	1,434	1,159
530	0	0	0	0	0	0	1,678	1,443	1,168
535	0	0	0	0	0	0	1,687	1,453	1,178
540	0	0	0	0	0	0	1,697	1,462	1,187
545	0	0	0	0	0	0	1,706	1,471	1,196
550	0	0	0	0	0	0	1,714	1,479	1,204
555	0	0	0	0	0	0	1,723	1,488	1,213
560	0	0	0	0	0	0	1,732	1,496	1,221
565	0	0	0	0	0	0	1,74	1,505	1,23



Tabella 4 - Spessore di protettivo R90 per travi a sezione aperta esposte su 3 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	-	1,840	1,436	1,161	0,908	0,670	0,468	0,285	0,188
70	-	1,878	1,476	1,203	0,952	0,717	0,518	0,338	0,188
75	-	-	1,527	1,257	1,009	0,777	0,581	0,404	0,243
80	-	-	1,572	1,303	1,058	0,829	0,636	0,462	0,303
85	-	-	1,611	1,344	1,101	0,874	0,683	0,512	0,355
90	-	-	1,645	1,380	1,139	0,914	0,725	0,555	0,400
95	-	-	1,676	1,412	1,172	0,949	0,762	0,594	0,441
100	-	-	1,704	1,441	1,202	0,980	0,795	0,628	0,476
105	-	-	1,729	1,466	1,229	1,008	0,824	0,659	0,508
110	-	-	1,751	1,490	1,253	1,033	0,850	0,686	0,537
115	-	-	1,772	1,511	1,275	1,056	0,874	0,711	0,563
120	-	-	1,791	1,530	1,295	1,077	0,896	0,734	0,586
125	-	-	1,808	1,548	1,313	1,096	0,916	0,755	0,608
130	-	-	1,824	1,564	1,330	1,114	0,934	0,774	0,628
135	-	-	1,838	1,579	1,345	1,130	0,951	0,791	0,646
140	-	-	1,852	1,593	1,360	1,145	0,967	0,807	0,663
145	-	-	1,865	1,606	1,373	1,159	0,981	0,822	0,678
150	-	-	1,876	1,618	1,386	1,172	0,994	0,836	0,693
155	-	-	-	1,629	1,397	1,184	1,007	0,849	0,706
160	-	-	-	1,639	1,408	1,195	1,019	0,861	0,719
165	-	-	-	1,649	1,418	1,205	1,029	0,872	0,730
170	-	-	-	1,658	1,427	1,215	1,040	0,883	0,741
175	-	-	-	1,667	1,436	1,224	1,049	0,893	0,752
180	-	-	-	1,675	1,445	1,233	1,058	0,902	0,761
185	-	-	-	1,683	1,453	1,241	1,067	0,911	0,770
190	-	-	-	1,690	1,460	1,249	1,075	0,919	0,779
195	-	-	-	1,697	1,467	1,257	1,083	0,927	0,787
200	-	-	-	1,704	1,474	1,264	1,090	0,935	0,795
205	-	-	-	1,710	1,481	1,270	1,097	0,942	0,802
210	-	-	-	1,716	1,487	1,276	1,103	0,949	0,809
215	-	-	-	1,722	1,492	1,282	1,109	0,955	0,816
220	-	-	-	1,727	1,498	1,288	1,115	0,961	0,822
225	-	-	-	1,732	1,503	1,294	1,121	0,967	0,828
230	-	-	-	1,737	1,508	1,299	1,126	0,973	0,834
235	-	-	-	1,742	1,513	1,304	1,131	0,978	0,840
240	-	-	-	1,746	1,518	1,309	1,136	0,983	0,845
245	-	-	-	1,750	1,522	1,313	1,141	0,988	0,850
250	-	-	-	1,755	1,526	1,317	1,146	0,993	0,855
255	-	-	-	1,759	1,530	1,322	1,150	0,997	0,859
260	-	-	-	1,762	1,534	1,326	1,154	1,001	0,864
265	-	-	-	1,766	1,538	1,330	1,158	1,005	0,868
270	-	-	-	1,770	1,542	1,333	1,162	1,009	0,872
275	-	-	-	1,773	1,545	1,337	1,166	1,013	0,876
280	-	-	-	1,776	1,548	1,340	1,169	1,017	0,880
285	-	-	-	1,779	1,552	1,344	1,173	1,020	0,883
290	-	-	-	1,782	1,555	1,347	1,176	1,024	0,887
295	-	-	-	1,785	1,558	1,350	1,179	1,027	0,890
300	-	-	-	1,788	1,561	1,353	1,182	1,030	0,894
305	-	-	-	1,791	1,564	1,356	1,185	1,033	0,897
310	-	-	-	1,794	1,566	1,359	1,188	1,036	0,900
315	-	-	-	1,796	1,569	1,361	1,191	1,039	0,903
320	-	-	-	1,799	1,571	1,364	1,194	1,042	0,906
325	-	-	-	1,801	1,574	1,366	1,196	1,045	0,909
330	-	-	-	1,803	1,576	1,369	1,199	1,047	0,911
335	-	-	-	1,806	1,579	1,371	1,201	1,050	0,914
340	-	-	-	1,808	1,581	1,374	1,203	1,052	0,916
345	-	-	-	1,810	1,583	1,376	1,206	1,055	0,919
345	-	-	-	1,810	1,583	1,376	1,206	1,055	0,919



Tabella 5.1 - Spessore di protettivo R30 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	0,321	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
70	0,357	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
75	0,405	0,145	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
80	0,447	0,191	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
85	0,484	0,231	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
90	0,516	0,267	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
95	0,546	0,299	0,106	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
100	0,572	0,328	0,137	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
105	0,596	0,354	0,165	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
110	0,618	0,377	0,191	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
115	0,638	0,399	0,214	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
120	0,657	0,419	0,235	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
125	0,673	0,437	0,254	0,124	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
130	0,689	0,453	0,272	0,143	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
135	0,703	0,469	0,288	0,160	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
140	0,717	0,483	0,304	0,176	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
145	0,729	0,496	0,318	0,191	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
150	0,741	0,509	0,331	0,205	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
155	0,752	0,521	0,343	0,218	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
160	0,762	0,531	0,355	0,230	0,117	0,104	0,104	0,104	0,104
165	0,772	0,542	0,366	0,242	0,129	0,104	0,104	0,104	0,104
170	0,781	0,551	0,376	0,252	0,140	0,104	0,104	0,104	0,104
175	0,790	0,560	0,385	0,262	0,151	0,104	0,104	0,104	0,104
180	0,798	0,569	0,394	0,272	0,161	0,104	0,104	0,104	0,104
185	0,805	0,577	0,403	0,281	0,170	0,104	0,104	0,104	0,104
190	0,813	0,585	0,411	0,289	0,179	0,104	0,104	0,104	0,104
195	0,820	0,592	0,419	0,297	0,187	0,104	0,104	0,104	0,104
200	0,826	0,599	0,426	0,305	0,195	0,104	0,104	0,104	0,104
205	0,832	0,605	0,433	0,312	0,203	0,108	0,104	0,104	0,104
210	0,838	0,611	0,439	0,319	0,210	0,116	0,104	0,104	0,104
215	0,844	0,617	0,446	0,326	0,217	0,123	0,104	0,104	0,104
220	0,849	0,623	0,452	0,332	0,223	0,129	0,104	0,104	0,104
225	0,855	0,628	0,457	0,338	0,230	0,136	0,104	0,104	0,104
230	0,860	0,634	0,463	0,343	0,236	0,142	0,104	0,104	0,104
235	0,864	0,639	0,468	0,349	0,241	0,148	0,104	0,104	0,104
240	0,869	0,643	0,473	0,354	0,247	0,154	0,104	0,104	0,104
245	0,873	0,648	0,478	0,359	0,252	0,159	0,104	0,104	0,104
250	0,877	0,652	0,482	0,364	0,257	0,164	0,104	0,104	0,104
255	0,881	0,657	0,487	0,369	0,262	0,169	0,104	0,104	0,104
260	0,885	0,661	0,491	0,373	0,266	0,174	0,104	0,104	0,104
265	0,889	0,664	0,495	0,377	0,271	0,178	0,104	0,104	0,104
270	0,893	0,668	0,499	0,381	0,275	0,183	0,108	0,104	0,104
275	0,896	0,672	0,503	0,385	0,279	0,187	0,112	0,104	0,104
280	0,899	0,675	0,506	0,389	0,283	0,191	0,117	0,104	0,104
285	0,903	0,679	0,510	0,393	0,287	0,195	0,121	0,104	0,104
290	0,906	0,682	0,513	0,396	0,290	0,199	0,124	0,104	0,104
295	0,909	0,685	0,516	0,400	0,294	0,203	0,128	0,104	0,104
300	0,912	0,688	0,520	0,403	0,297	0,206	0,132	0,104	0,104
305	0,914	0,691	0,523	0,406	0,301	0,210	0,135	0,104	0,104
310	0,917	0,694	0,526	0,409	0,304	0,213	0,139	0,104	0,104
315	0,920	0,696	0,529	0,412	0,307	0,216	0,142	0,104	0,104
320	0,922	0,699	0,531	0,415	0,310	0,219	0,145	0,104	0,104
325	0,925	0,702	0,534	0,418	0,313	0,222	0,148	0,104	0,104
330	0,927	0,704	0,537	0,420	0,316	0,225	0,151	0,104	0,104
335	0,930	0,707	0,539	0,423	0,318	0,228	0,154	0,104	0,104
340	0,932	0,709	0,542	0,426	0,321	0,231	0,157	0,104	0,104
345	0,934	0,711	0,544	0,428	0,324	0,233	0,160	0,104	0,104
345	0,934	0,711	0,544	0,428	0,324	0,233	0,160	0,104	0,104

Tabella 5.2 - Spessore di protettivo R30 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati - Risultati alte massività

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
350	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
355	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
360	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
365	1,253	0,952	0,685	0,461	0,287	0,138	0,138	0,138	0,138
370	1,271	0,969	0,701	0,477	0,304	0,138	0,138	0,138	0,138
375	1,288	0,985	0,717	0,193	0,32	0,152	0,138	0,138	0,138
380	1,305	1	0,732	0,508	0,337	0,169	0,138	0,138	0,138
385	1,322	1,016	0,747	0,524	0,352	0,186	0,138	0,138	0,138
390	1,339	1,032	0,762	0,539	0,368	0,202	0,138	0,138	0,138
395	1,355	1,047	0,777	0,553	0,383	0,218	0,138	0,138	0,138
400	1,371	1,062	0,791	0,568	0,398	0,233	0,138	0,138	0,138
405	1,387	1,076	0,805	0,582	0,412	0,248	0,138	0,138	0,138
410	1,4	1,091	0,819	0,595	0,427	0,263	0,138	0,138	0,138
415	1,419	1,105	0,832	0,609	0,441	0,277	0,138	0,138	0,138
420	1,434	1,119	0,846	0,622	0,454	0,291	0,138	0,138	0,138
425	1,449	1,133	0,859	0,635	0,467	0,305	0,147	0,138	0,138
430	1,464	1,146	0,872	0,648	0,481	0,319	0,161	0,138	0,138
435	1,479	1,159	0,885	0,661	0,493	0,332	0,175	0,138	0,138
440	1,494	1,173	0,897	0,673	0,506	0,345	0,188	0,138	0,138
445	1,508	1,186	0,909	0,685	0,518	0,358	0,201	0,138	0,138
450	1,522	1,198	0,921	0,697	0,53	0,37	0,214	0,138	0,138
455	1,537	1,211	0,933	0,709	0,542	0,382	0,227	0,138	0,138
460	1,55	1,223	0,945	0,72	0,554	0,394	0,239	0,138	0,138
465	1,564	1,236	0,956	0,731	0,565	0,406	0,251	0,138	0,138
470	1,578	1,248	0,968	0,743	0,576	0,417	0,263	0,138	0,138
475	1,591	1,259	0,979	0,753	0,587	0,429	0,275	0,138	0,138
480	1,604	1,271	0,99	0,764	0,598	0,44	0,286	0,138	0,138
485	1,618	1,283	1	0,775	0,609	0,45	0,297	0,149	0,138
490	1,631	1,294	1,011	0,785	0,619	0,461	0,308	0,16	0,138
495	1,643	1,305	1,022	0,795	0,629	0,471	0,319	0,171	0,138
500	1,656	1,317	1,032	0,805	0,639	0,481	0,329	0,182	0,138
505	1,668	1,327	1,042	0,815	0,649	0,492	0,34	0,193	0,138
510	1,681	1,338	1,052	0,825	0,659	0,501	0,35	0,203	0,138
515	1,693	1,349	1,062	0,834	0,668	0,511	0,36	0,213	0,138
520	1,705	1,359	1,071	0,844	0,678	0,52	0,369	0,223	0,138
525	1,717	1,37	1,081	0,853	0,687	0,53	0,379	0,233	0,138
530	1,729	1,38	1,09	0,862	0,696	0,539	0,388	0,243	0,138
535	1,74	1,39	1,1	0,871	0,705	0,548	0,397	0,252	0,138
540	1,752	1,4	1,109	0,88	0,714	0,557	0,406	0,262	0,138
545	1,763	1,41	1,118	0,888	0,722	0,565	0,415	0,271	0,138
550	1,775	1,42	1,127	0,897	0,731	0,574	0,424	0,28	0,138
555	1,786	1,429	1,136	0,905	0,739	0,582	0,432	0,288	0,138
560	1,797	1,439	1,144	0,913	0,747	0,591	0,441	0,297	0,138
565	1,808	1,448	1,153	0,922	0,755	0,599	0,449	0,305	0,145



Tabella 6.1 - Spessore di protettivo R45 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	0,831	0,505	0,244	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
70	0,867	0,545	0,288	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
75	0,916	0,597	0,344	0,161	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
80	0,958	0,642	0,393	0,213	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
85	0,995	0,682	0,436	0,259	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
90	1,029	0,718	0,473	0,300	0,138	0,104	0,104	0,104	0,104
95	1,058	0,749	0,507	0,335	0,176	0,104	0,104	0,104	0,104
100	1,085	0,777	0,537	0,367	0,209	0,104	0,104	0,104	0,104
105	1,110	0,803	0,565	0,396	0,240	0,104	0,104	0,104	0,104
110	1,132	0,826	0,589	0,422	0,267	0,131	0,104	0,104	0,104
115	1,152	0,848	0,612	0,446	0,292	0,157	0,104	0,104	0,104
120	1,171	0,867	0,632	0,468	0,315	0,181	0,104	0,104	0,104
125	1,188	0,885	0,651	0,487	0,336	0,203	0,104	0,104	0,104
130	1,204	0,901	0,668	0,506	0,355	0,223	0,111	0,104	0,104
135	1,218	0,917	0,684	0,523	0,373	0,241	0,133	0,104	0,104
140	1,232	0,931	0,699	0,538	0,389	0,258	0,151	0,104	0,104
145	1,245	0,944	0,713	0,553	0,404	0,274	0,167	0,104	0,104
150	1,257	0,956	0,726	0,566	0,418	0,288	0,182	0,104	0,104
155	1,268	0,967	0,738	0,578	0,431	0,302	0,197	0,104	0,104
160	1,278	0,978	0,749	0,590	0,444	0,315	0,210	0,114	0,104
165	1,288	0,988	0,760	0,601	0,455	0,327	0,222	0,130	0,104
170	1,297	0,998	0,769	0,612	0,466	0,338	0,234	0,142	0,104
175	1,306	1,007	0,779	0,621	0,476	0,349	0,245	0,153	0,104
180	1,314	1,015	0,788	0,630	0,485	0,359	0,255	0,164	0,104
185	1,322	1,023	0,796	0,639	0,494	0,368	0,265	0,174	0,104
190	1,329	1,031	0,804	0,647	0,503	0,377	0,274	0,183	0,104
195	1,336	1,038	0,811	0,655	0,511	0,385	0,283	0,192	0,111
200	1,343	1,045	0,818	0,662	0,519	0,393	0,291	0,201	0,120
205	1,349	1,051	0,825	0,669	0,526	0,401	0,299	0,209	0,128
210	1,355	1,057	0,831	0,676	0,533	0,408	0,306	0,216	0,136
215	1,361	1,063	0,837	0,682	0,539	0,415	0,313	0,224	0,143
220	1,366	1,069	0,843	0,688	0,546	0,421	0,320	0,231	0,150
225	1,372	1,074	0,849	0,694	0,552	0,427	0,326	0,237	0,157
230	1,377	1,079	0,854	0,700	0,557	0,433	0,332	0,243	0,164
235	1,381	1,084	0,859	0,705	0,563	0,439	0,338	0,249	0,170
240	1,386	1,089	0,864	0,710	0,568	0,444	0,344	0,255	0,176
245	1,390	1,093	0,869	0,715	0,573	0,450	0,349	0,261	0,182
250	1,395	1,097	0,873	0,719	0,578	0,455	0,354	0,266	0,187
255	1,399	1,102	0,877	0,724	0,583	0,459	0,359	0,271	0,192
260	1,403	1,106	0,881	0,728	0,587	0,464	0,364	0,276	0,197
265	1,406	1,109	0,885	0,732	0,591	0,468	0,369	0,281	0,202
270	1,410	1,113	0,889	0,736	0,595	0,473	0,373	0,285	0,207
275	1,414	1,117	0,893	0,740	0,599	0,477	0,377	0,289	0,211
280	1,417	1,120	0,896	0,743	0,603	0,481	0,381	0,294	0,215
285	1,420	1,123	0,900	0,747	0,607	0,484	0,385	0,298	0,219
290	1,423	1,127	0,903	0,750	0,610	0,488	0,389	0,302	0,223
295	1,426	1,130	0,906	0,754	0,614	0,492	0,393	0,305	0,227
300	1,429	1,133	0,909	0,757	0,617	0,495	0,396	0,309	0,231
305	1,432	1,136	0,912	0,760	0,620	0,498	0,399	0,312	0,235
310	1,435	1,138	0,915	0,763	0,623	0,501	0,403	0,316	0,238
315	1,438	1,141	0,918	0,766	0,626	0,504	0,406	0,319	0,241
320	1,440	1,144	0,921	0,769	0,629	0,507	0,409	0,322	0,245
325	1,443	1,146	0,923	0,771	0,632	0,510	0,412	0,325	0,248
330	1,445	1,149	0,926	0,774	0,635	0,513	0,415	0,328	0,251
335	1,448	1,151	0,928	0,776	0,637	0,516	0,418	0,331	0,254
340	1,450	1,153	0,931	0,779	0,640	0,518	0,420	0,334	0,257
345	1,452	1,156	0,933	0,781	0,642	0,521	0,423	0,337	0,259
345	1,452	1,156	0,933	0,781	0,642	0,521	0,423	0,337	0,260

Tabella 6.2 - Spessore di protettivo R45 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati - Risultati alte massività

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
365	-	1,761	1,442	1,178	0,982	0,786	0,588	0,387	0,152
370	-	1,782	1,461	1,196	1,001	0,805	0,607	0,407	0,173
375	-	1,803	1,480	1,214	1,019	0,823	0,625	0,426	0,193
380	-	-	1,498	1,232	1,036	0,841	0,644	0,445	0,213
385	-	-	1,516	1,249	1,053	0,858	0,661	0,464	0,232
390	-	-	1,534	1,266	1,070	0,875	0,679	0,482	0,251
395	-	-	1,551	1,283	1,087	0,891	0,695	0,499	0,269
400	-	-	1,568	1,299	1,103	0,908	0,712	0,516	0,287
405	-	-	1,585	1,315	1,118	0,923	0,728	0,533	0,304
410	-	-	1,602	1,331	1,134	0,939	0,744	0,549	0,321
415	-	-	1,618	1,346	1,149	0,954	0,759	0,564	0,337
420	-	-	1,634	1,361	1,164	0,969	0,774	0,580	0,353
425	-	-	1,650	1,376	1,178	0,983	0,789	0,595	0,369
430	-	-	1,665	1,390	1,192	0,997	0,803	0,609	0,384
435	-	-	1,680	1,405	1,206	1,011	0,817	0,624	0,399
440	-	-	1,695	1,419	1,220	1,024	0,83	0,638	0,413
445	-	-	1,710	1,432	1,233	1,038	0,844	0,651	0,427
450	-	-	1,724	1,446	1,246	1,051	0,857	0,665	0,441
455	-	-	1,738	1,459	1,259	1,063	0,870	0,678	0,455
460	-	-	1,752	1,472	1,272	1,076	0,882	0,690	0,468
465	-	-	1,766	1,485	1,284	1,088	0,894	0,703	0,481
470	-	-	1,779	1,497	1,296	1,100	0,906	0,715	0,493
475	-	-	1,793	1,510	1,308	1,112	0,918	0,727	0,505
480	-	-	1,806	1,522	1,320	1,123	0,930	0,739	0,517
485	-	-	-	1,534	1,331	1,135	0,941	0,750	0,529
490	-	-	-	1,545	1,343	1,146	0,952	0,761	0,541
495	-	-	-	1,557	1,354	1,156	0,963	0,772	0,552
500	-	-	-	1,568	1,365	1,167	0,973	0,783	0,563
505	-	-	-	1,579	1,375	1,178	0,984	0,793	0,574
510	-	-	-	1,590	1,386	1,188	0,994	0,804	0,584
515	-	-	-	1,601	1,396	1,198	1,004	0,814	0,594
520	-	-	-	1,612	1,406	1,208	1,014	0,824	0,605
525	-	-	-	1,622	1,416	1,218	1,024	0,834	0,615
530	-	-	-	1,633	1,426	1,227	1,033	0,843	0,624
535	-	-	-	1,643	1,436	1,236	1,042	0,852	0,634
540	-	-	-	1,653	1,445	1,246	1,051	0,862	0,643
545	-	-	-	1,663	1,455	1,255	1,060	0,871	0,652
550	-	-	-	1,672	1,464	1,264	1,069	0,879	0,661
555	-	-	-	1,682	1,473	1,272	1,078	0,888	0,670
560	-	-	-	1,691	1,482	1,281	1,086	0,897	0,679
565	-	-	-	1,700	1,490	1,289	1,095	0,905	0,687



Tabella 7.1 - Spessore di protettivo R60 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	1,340	0,958	0,653	0,433	0,224	0,104	0,104	0,104	0,104
70	1,377	0,998	0,695	0,478	0,272	0,104	0,104	0,104	0,104
75	1,426	1,049	0,749	0,536	0,334	0,153	0,104	0,104	0,104
80	1,469	1,094	0,797	0,587	0,388	0,210	0,104	0,104	0,104
85	1,507	1,133	0,839	0,631	0,435	0,259	0,110	0,104	0,104
90	1,541	1,168	0,875	0,670	0,476	0,303	0,160	0,104	0,104
95	1,571	1,199	0,908	0,705	0,512	0,341	0,201	0,104	0,104
100	1,598	1,227	0,938	0,736	0,545	0,376	0,236	0,112	0,104
105	1,623	1,252	0,964	0,763	0,574	0,406	0,269	0,145	0,104
110	1,645	1,275	0,988	0,788	0,601	0,434	0,297	0,176	0,104
115	1,666	1,296	1,010	0,811	0,625	0,459	0,324	0,203	0,104
120	1,685	1,315	1,030	0,832	0,646	0,482	0,348	0,228	0,119
125	1,702	1,333	1,048	0,851	0,666	0,503	0,369	0,250	0,143
130	1,718	1,349	1,065	0,869	0,685	0,522	0,389	0,271	0,164
135	1,733	1,364	1,080	0,885	0,702	0,540	0,408	0,290	0,184
140	1,747	1,378	1,095	0,900	0,717	0,556	0,425	0,308	0,202
145	1,760	1,391	1,108	0,914	0,732	0,571	0,440	0,324	0,219
150	1,772	1,403	1,121	0,927	0,745	0,586	0,455	0,339	0,235
155	1,783	1,414	1,132	0,939	0,758	0,599	0,469	0,353	0,249
160	1,794	1,425	1,143	0,950	0,770	0,611	0,481	0,367	0,263
165	1,804	1,435	1,153	0,961	0,781	0,622	0,493	0,379	0,276
170	1,813	1,444	1,163	0,971	0,791	0,633	0,505	0,390	0,288
175	1,822	1,453	1,172	0,980	0,801	0,643	0,515	0,401	0,299
180	1,830	1,461	1,181	0,989	0,810	0,653	0,525	0,411	0,309
185	1,838	1,469	1,189	0,997	0,819	0,662	0,534	0,421	0,319
190	1,845	1,477	1,196	1,005	0,827	0,670	0,543	0,430	0,329
195	1,853	1,484	1,204	1,013	0,835	0,678	0,551	0,439	0,338
200	1,859	1,490	1,210	1,020	0,842	0,686	0,559	0,447	0,346
205	1,866	1,497	1,217	1,026	0,849	0,693	0,567	0,455	0,354
210	1,872	1,503	1,223	1,033	0,856	0,700	0,574	0,462	0,362
215	1,878	1,509	1,229	1,039	0,862	0,707	0,581	0,469	0,369
220	-	1,514	1,235	1,045	0,868	0,713	0,587	0,476	0,376
225	-	1,519	1,240	1,050	0,874	0,719	0,593	0,482	0,382
230	-	1,525	1,245	1,056	0,879	0,725	0,599	0,488	0,388
235	-	1,529	1,250	1,061	0,885	0,730	0,605	0,494	0,394
240	-	1,534	1,255	1,066	0,890	0,735	0,610	0,499	0,400
245	-	1,538	1,259	1,070	0,894	0,740	0,615	0,505	0,406
250	-	1,543	1,264	1,075	0,899	0,745	0,620	0,510	0,411
255	-	1,547	1,268	1,079	0,903	0,750	0,625	0,515	0,416
260	-	1,551	1,272	1,083	0,908	0,754	0,629	0,519	0,421
265	-	1,554	1,276	1,087	0,912	0,758	0,634	0,524	0,425
270	-	1,558	1,279	1,091	0,916	0,762	0,638	0,528	0,430
275	-	1,562	1,283	1,094	0,919	0,766	0,642	0,532	0,434
280	-	1,565	1,286	1,098	0,923	0,770	0,646	0,536	0,438
285	-	1,568	1,290	1,101	0,927	0,774	0,650	0,540	0,442
290	-	1,571	1,293	1,105	0,930	0,777	0,653	0,544	0,446
295	-	1,574	1,296	1,108	0,933	0,780	0,657	0,548	0,450
300	-	1,577	1,299	1,111	0,936	0,784	0,660	0,551	0,453
305	-	1,580	1,302	1,114	0,939	0,787	0,663	0,554	0,457
310	-	1,583	1,305	1,117	0,942	0,790	0,667	0,558	0,460
315	-	1,586	1,307	1,119	0,945	0,793	0,670	0,561	0,463
320	-	1,588	1,310	1,122	0,948	0,796	0,673	0,564	0,466
325	-	1,591	1,313	1,125	0,951	0,798	0,675	0,567	0,469
330	-	1,593	1,315	1,127	0,953	0,801	0,678	0,570	0,472
335	-	1,595	1,317	1,130	0,956	0,804	0,681	0,572	0,475
340	-	1,598	1,320	1,132	0,958	0,806	0,684	0,575	0,478
345	-	1,600	1,322	1,134	0,961	0,809	0,686	0,578	0,480
345	-	1,600	1,322	1,135	0,961	0,809	0,686	0,578	0,481

Tabella 7.2 - Spessore di protettivo R60 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati - Risultati alte massività

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
350	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
355	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
360	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
365	0	0	0	0	1,678	1,455	1,227	0,992	0,709
370	0	0	0	0	1,698	1,475	1,246	1,012	0,729
375	0	0	0	0	1,717	1,494	1,265	1,031	0,749
380	0	0	0	0	1,736	1,512	1,283	1,05	0,768
385	0	0	0	0	1,754	1,53	1,301	1,068	0,787
390	0	0	0	0	1,773	1,548	1,319	1,086	0,805
395	0	0	0	0	1,79	1,565	1,336	0,103	0,823
400	0	0	0	0	1,808	1,582	1,353	1,112	0,84
405	0	0	0	0	0	1,599	1,369	1,136	0,857
410	0	0	0	0	0	1,615	1,385	1,152	0,873
415	0	0	0	0	0	1,63	1,4	1,168	0,889
420	0	0	0	0	0	1,646	1,415	1,183	0,905
425	0	0	0	0	0	1,661	1,43	1,198	0,92
430	0	0	0	0	0	1,676	1,445	1,212	0,935
435	0	0	0	0	0	1,69	1,459	1,226	0,949
440	0	0	0	0	0	1,704	1,473	1,24	0,963
445	0	0	0	0	0	1,718	1,486	1,254	0,977
450	0	0	0	0	0	1,731	1,499	1,267	0,99
455	0	0	0	0	0	1,745	1,512	1,28	1
460	0	0	0	0	0	1,758	1,525	1,292	1,016
465	0	0	0	0	0	1,77	1,537	1,305	1,028
470	0	0	0	0	0	1,783	1,55	1,317	1,041
475	0	0	0	0	0	1,795	1,561	1,328	1,053
480	0	0	0	0	0	1,807	1,573	1,34	1,064
485	0	0	0	0	0	0	1,585	1,351	1,076
490	0	0	0	0	0	0	1,596	1,362	1,087
495	0	0	0	0	0	0	1,607	1,373	1,098
500	0	0	0	0	0	0	1,617	1,384	1,108
505	0	0	0	0	0	0	1,628	1,394	1,119
510	0	0	0	0	0	0	1,638	1,404	1,129
515	0	0	0	0	0	0	1,649	1,414	1,139
520	0	0	0	0	0	0	1,658	1,424	1,149
525	0	0	0	0	0	0	1,668	1,434	1,159
530	0	0	0	0	0	0	1,678	1,443	1,168
535	0	0	0	0	0	0	1,687	1,453	1,178
540	0	0	0	0	0	0	1,697	1,462	1,187
545	0	0	0	0	0	0	1,706	1,471	1,196
550	0	0	0	0	0	0	1,714	1,479	1,204
555	0	0	0	0	0	0	1,723	1,488	1,213
560	0	0	0	0	0	0	1,732	1,496	1,221
565	0	0	0	0	0	0	1,74	1,505	1,23



Tabella 8 - Spessore di protettivo R90 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 4 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
67	-	1,865	1,469	1,192	0,921	0,675	0,471	0,287	0,118
70	-	-	1,509	1,233	0,965	0,723	0,521	0,339	0,173
75	-	-	1,561	1,287	1,022	0,783	0,585	0,407	0,244
80	-	-	1,605	1,334	1,072	0,835	0,640	0,464	0,304
85	-	-	1,645	1,375	1,115	0,881	0,688	0,515	0,357
90	-	-	1,679	1,411	1,153	0,921	0,730	0,558	0,402
95	-	-	1,710	1,443	1,186	0,956	0,767	0,597	0,443
100	-	-	1,738	1,472	1,216	0,987	0,800	0,631	0,479
105	-	-	1,763	1,497	1,243	1,015	0,829	0,662	0,511
110	-	-	1,785	1,521	1,267	1,041	0,856	0,690	0,540
115	-	-	1,806	1,542	1,289	1,064	0,880	0,715	0,566
120	-	-	1,825	1,561	1,309	1,085	0,902	0,738	0,589
125	-	-	1,842	1,579	1,328	1,104	0,922	0,759	0,611
130	-	-	1,858	1,595	1,344	1,122	0,940	0,778	0,631
135	-	-	1,872	1,610	1,360	1,138	0,957	0,795	0,649
140	-	-	-	1,624	1,374	1,153	0,972	0,811	0,666
145	-	-	-	1,637	1,388	1,167	0,987	0,826	0,681
150	-	-	-	1,649	1,400	1,180	1,000	0,840	0,696
155	-	-	-	1,660	1,412	1,192	1,013	0,853	0,709
160	-	-	-	1,670	1,422	1,203	1,025	0,866	0,722
165	-	-	-	1,680	1,433	1,213	1,035	0,877	0,734
170	-	-	-	1,689	1,442	1,223	1,046	0,887	0,745
175	-	-	-	1,698	1,451	1,233	1,055	0,897	0,755
180	-	-	-	1,706	1,459	1,241	1,064	0,907	0,765
185	-	-	-	1,714	1,467	1,250	1,073	0,916	0,774
190	-	-	-	1,721	1,475	1,257	1,081	0,924	0,783
195	-	-	-	1,728	1,482	1,265	1,089	0,932	0,791
200	-	-	-	1,735	1,489	1,272	1,096	0,940	0,799
205	-	-	-	1,741	1,495	1,278	1,103	0,947	0,806
210	-	-	-	1,747	1,501	1,285	1,109	0,953	0,813
215	-	-	-	1,752	1,507	1,291	1,116	0,960	0,820
220	-	-	-	1,758	1,513	1,296	1,121	0,966	0,826
225	-	-	-	1,763	1,518	1,302	1,127	0,972	0,832
230	-	-	-	1,768	1,523	1,307	1,132	0,977	0,838
235	-	-	-	1,772	1,528	1,312	1,138	0,983	0,843
240	-	-	-	1,777	1,532	1,317	1,143	0,988	0,848
245	-	-	-	1,781	1,537	1,321	1,147	0,993	0,854
250	-	-	-	1,785	1,541	1,326	1,152	0,997	0,858
255	-	-	-	1,789	1,545	1,330	1,156	1,002	0,863
260	-	-	-	1,793	1,549	1,334	1,160	1,006	0,867
265	-	-	-	1,797	1,553	1,338	1,164	1,010	0,872
270	-	-	-	1,800	1,556	1,342	1,168	1,014	0,876
275	-	-	-	1,804	1,560	1,345	1,172	1,018	0,880
280	-	-	-	1,807	1,563	1,349	1,175	1,022	0,884
285	-	-	-	1,810	1,566	1,352	1,179	1,025	0,887
290	-	-	-	1,813	1,570	1,355	1,182	1,029	0,891
295	-	-	-	1,816	1,573	1,358	1,185	1,032	0,894
300	-	-	-	1,819	1,575	1,361	1,188	1,035	0,897
305	-	-	-	1,822	1,578	1,364	1,191	1,038	0,901
310	-	-	-	1,824	1,581	1,367	1,194	1,041	0,904
315	-	-	-	1,827	1,584	1,370	1,197	1,044	0,907
320	-	-	-	1,829	1,586	1,372	1,200	1,047	0,910
325	-	-	-	1,832	1,589	1,375	1,202	1,050	0,912
330	-	-	-	1,834	1,591	1,377	1,205	1,052	0,915
335	-	-	-	1,836	1,593	1,380	1,207	1,055	0,918
340	-	-	-	1,839	1,595	1,382	1,210	1,057	0,920
345	-	-	-	1,841	1,598	1,384	1,212	1,060	0,923
345	-	-	-	1,841	1,598	1,384	1,212	1,060	0,923



Tabella 9 - Spessore di protettivo R120 per pilastri e travi a sezione aperta esposte su 3 o 4 lati

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
75	-	-	-	2,371	2,335	1,165	0,945	0,770	0,466
80	-	-	-	2,371	2,335	1,406	1,015	0,831	0,497
85	-	-	-	2,371	2,335	1,630	1,085	0,892	0,528
90	-	-	-	2,441	2,335	1,744	1,218	0,953	0,682
95	-	-	-	-	2,335	1,857	1,352	1,015	0,777
100	-	-	-	-	2,398	1,971	1,486	1,076	0,828
105	-	-	-	-	2,462	2,084	1,620	1,141	0,880
110	-	-	-	-	-	2,198	1,725	1,207	0,931
115	-	-	-	-	-	2,311	1,831	1,273	0,983
120	-	-	-	-	-	2,425	1,937	1,339	1,034
125	-	-	-	-	-	-	2,043	1,405	1,085
130	-	-	-	-	-	-	2,149	1,471	1,159
135	-	-	-	-	-	-	2,255	1,537	1,234
140	-	-	-	-	-	-	2,361	1,603	1,308
145	-	-	-	-	-	-	2,467	1,726	1,382
150	-	-	-	-	-	-	-	1,862	1,457
155	-	-	-	-	-	-	-	1,998	1,531
160	-	-	-	-	-	-	-	2,135	1,606
165	-	-	-	-	-	-	-	2,271	1,680
170	-	-	-	-	-	-	-	2,408	1,754
175	-	-	-	-	-	-	-	-	1,829
180	-	-	-	-	-	-	-	-	1,903
185	-	-	-	-	-	-	-	-	1,977
190	-	-	-	-	-	-	-	-	2,052
195	-	-	-	-	-	-	-	-	2,126
200	-	-	-	-	-	-	-	-	2,200
205	-	-	-	-	-	-	-	-	2,275
210	-	-	-	-	-	-	-	-	2,349
215	-	-	-	-	-	-	-	-	2,423
220	-	-	-	-	-	-	-	-	2,498



Tabella 10 - Spessore di protettivo R30 per pilastri circolari a sezione cava

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
77	0,829	0,569	0,322	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
80	0,865	0,601	0,353	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
85	0,936	0,665	0,415	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
90	1,007	0,728	0,474	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
95	1,078	0,790	0,531	0,297	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
100	1,149	0,851	0,587	0,351	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
105	1,220	0,911	0,641	0,403	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
110	-	0,969	0,693	0,453	0,278	0,278	0,278	0,278	0,278
115	-	1,027	0,744	0,500	0,289	0,278	0,278	0,278	0,278
120	-	1,084	0,793	0,546	0,334	0,278	0,278	0,278	0,278
125	-	1,140	0,841	0,590	0,377	0,278	0,278	0,278	0,278
130	-	1,195	0,888	0,632	0,417	0,278	0,278	0,278	0,278
135	-	1,250	0,933	0,673	0,456	0,278	0,278	0,278	0,278
140	-	-	0,977	0,712	0,493	0,309	0,278	0,278	0,278
145	-	-	1,020	0,750	0,529	0,344	0,278	0,278	0,278
150	-	-	1,062	0,787	0,563	0,377	0,278	0,278	0,278
155	-	-	1,103	0,822	0,596	0,409	0,278	0,278	0,278
160	-	-	1,142	0,856	0,627	0,439	0,282	0,278	0,278
165	-	-	1,181	0,889	0,657	0,468	0,311	0,278	0,278
170	-	-	1,219	0,921	0,686	0,496	0,338	0,278	0,278
175	-	-	1,255	0,952	0,714	0,522	0,364	0,278	0,278
180	-	-	-	0,982	0,741	0,547	0,389	0,278	0,278
185	-	-	-	1,011	0,766	0,571	0,412	0,280	0,278
190	-	-	-	1,039	0,791	0,595	0,435	0,303	0,278
195	-	-	-	1,066	0,815	0,617	0,457	0,324	0,278
200	-	-	-	1,092	0,838	0,638	0,477	0,345	0,278
205	-	-	-	1,118	0,860	0,659	0,497	0,364	0,278
210	-	-	-	1,143	0,882	0,679	0,516	0,383	0,278
215	-	-	-	1,167	0,903	0,698	0,534	0,401	0,290
220	-	-	-	1,190	0,923	0,716	0,552	0,418	0,307
225	-	-	-	1,213	0,943	0,734	0,569	0,434	0,323
230	-	-	-	1,235	0,961	0,751	0,585	0,450	0,339



Tabella 11 - Spessore di protettivo R45 per pilastri circolari a sezione cava

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
77	-	1,186	0,972	0,722	0,483	0,291	0,278	0,278	0,278
80	-	-	1,020	0,767	0,529	0,303	0,278	0,278	0,278
85	-	-	1,111	0,853	0,614	0,390	0,278	0,278	0,278
90	-	-	1,200	0,936	0,694	0,471	0,278	0,278	0,278
95	-	-	-	1,015	0,770	0,546	0,342	0,278	0,278
100	-	-	-	1,091	0,842	0,617	0,413	0,278	0,278
105	-	-	-	1,163	0,910	0,683	0,480	0,296	0,278
110	-	-	-	1,233	0,974	0,746	0,542	0,360	0,278
115	-	-	-	-	1,036	0,804	0,600	0,419	0,278
120	-	-	-	-	1,094	0,860	0,655	0,473	0,312
125	-	-	-	-	1,150	0,912	0,706	0,524	0,364
130	-	-	-	-	1,203	0,962	0,754	0,572	0,412
135	-	-	-	-	1,253	1,009	0,799	0,617	0,457
140	-	-	-	-	-	1,053	0,841	0,659	0,499
145	-	-	-	-	-	1,096	0,882	0,698	0,539
150	-	-	-	-	-	1,136	0,920	0,735	0,576
155	-	-	-	-	-	1,175	0,956	0,770	0,610
160	-	-	-	-	-	1,211	0,991	0,804	0,643
165	-	-	-	-	-	1,246	1,023	0,835	0,674
170	-	-	-	-	-	-	1,054	0,865	0,703
175	-	-	-	-	-	-	1,084	0,893	0,731
180	-	-	-	-	-	-	1,112	0,920	0,757
185	-	-	-	-	-	-	1,139	0,946	0,782
190	-	-	-	-	-	-	1,165	0,970	0,806
195	-	-	-	-	-	-	1,190	0,994	0,829
200	-	-	-	-	-	-	1,213	1,016	0,850
205	-	-	-	-	-	-	1,236	1,037	0,871
210	-	-	-	-	-	-	1,258	1,058	0,890
215	-	-	-	-	-	-	-	1,077	0,909
220	-	-	-	-	-	-	-	1,096	0,927
225	-	-	-	-	-	-	-	1,114	0,944
230	-	-	-	-	-	-	-	1,131	0,961



Tabella 12 - Spessore di protettivo R60 per pilastri circolari a sezione cava

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
77	-	-	-	-	1,101	0,860	0,629	0,410	0,278
80	-	-	-	-	1,157	0,914	0,685	0,467	0,278
85	-	-	-	-	1,262	1,017	0,787	0,572	0,370
90	-	-	-	-	-	1,112	0,881	0,667	0,469
95	-	-	-	-	-	1,200	0,968	0,755	0,558
100	-	-	-	-	-	-	1,049	0,835	0,640
105	-	-	-	-	-	-	1,124	0,909	0,714
110	-	-	-	-	-	-	1,194	0,978	0,783
115	-	-	-	-	-	-	1,259	1,041	0,846
120	-	-	-	-	-	-	-	1,100	0,904
125	-	-	-	-	-	-	-	1,156	0,959
130	-	-	-	-	-	-	-	1,207	1,009
135	-	-	-	-	-	-	-	1,255	1,056
140	-	-	-	-	-	-	-	-	1,100
145	-	-	-	-	-	-	-	-	1,141
150	-	-	-	-	-	-	-	-	1,180
155	-	-	-	-	-	-	-	-	1,217
160	-	-	-	-	-	-	-	-	1,251
165	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
215	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tabella 13 - Spessore di protettivo R30 per pilastri scatolari esposti su 4 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
62	0,715	0,346	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
65	0,780	0,407	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
70	0,879	0,501	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
75	0,970	0,588	0,271	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
80	1,052	0,668	0,346	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
85	1,128	0,743	0,417	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
90	1,198	0,814	0,483	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
95	-	0,879	0,546	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
100	-	0,941	0,606	0,309	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
105	-	0,999	0,662	0,362	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
110	-	1,053	0,716	0,412	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
115	-	1,105	0,767	0,461	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
120	-	1,153	0,816	0,508	0,260	0,260	0,260	0,260	0,260
125	-	1,199	0,862	0,552	0,265	0,260	0,260	0,260	0,260
130	-	1,243	0,907	0,595	0,305	0,260	0,260	0,260	0,260
135	-	-	0,949	0,636	0,344	0,260	0,260	0,260	0,260
140	-	-	0,990	0,676	0,381	0,260	0,260	0,260	0,260
145	-	-	1,028	0,714	0,417	0,260	0,260	0,260	0,260
150	-	-	1,066	0,751	0,452	0,260	0,260	0,260	0,260
155	-	-	1,101	0,787	0,486	0,260	0,260	0,260	0,260
160	-	-	1,135	0,821	0,519	0,260	0,260	0,260	0,260
165	-	-	1,168	0,854	0,551	0,260	0,260	0,260	0,260
170	-	-	1,200	0,886	0,582	0,286	0,260	0,260	0,260
175	-	-	1,230	0,917	0,612	0,314	0,260	0,260	0,260
180	-	-	-	0,947	0,641	0,342	0,260	0,260	0,260
185	-	-	-	0,976	0,670	0,368	0,260	0,260	0,260
190	-	-	-	1,004	0,697	0,394	0,260	0,260	0,260
195	-	-	-	1,031	0,724	0,420	0,260	0,260	0,260
200	-	-	-	1,058	0,750	0,444	0,260	0,260	0,260
205	-	-	-	1,083	0,776	0,468	0,260	0,260	0,260
210	-	-	-	1,108	0,800	0,492	0,260	0,260	0,260
215	-	-	-	1,132	0,825	0,515	0,260	0,260	0,260
220	-	-	-	1,155	0,848	0,538	0,260	0,260	0,260
225	-	-	-	1,178	0,871	0,560	0,260	0,260	0,260
230	-	-	-	1,200	0,893	0,582	0,265	0,260	0,260
233	-	-	-	1,213	0,906	0,594	0,277	0,260	0,260



Tabella 14 - Spessore di protettivo R45 per pilastri scatolari esposti su 4 lati

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
62	-	-	0,792	0,485	0,272	0,260	0,260	0,260	0,260
65	-	-	0,868	0,553	0,291	0,260	0,260	0,260	0,260
70	-	-	0,985	0,661	0,388	0,260	0,260	0,260	0,260
75	-	-	1,095	0,764	0,481	0,260	0,260	0,260	0,260
80	-	-	1,199	0,861	0,571	0,317	0,260	0,260	0,260
85	-	-	-	0,954	0,656	0,395	0,260	0,260	0,260
90	-	-	-	1,043	0,739	0,470	0,260	0,260	0,260
95	-	-	-	1,128	0,819	0,543	0,296	0,260	0,260
100	-	-	-	1,209	0,895	0,614	0,360	0,260	0,260
105	-	-	-	-	0,969	0,683	0,422	0,260	0,260
110	-	-	-	-	1,040	0,749	0,483	0,260	0,260
115	-	-	-	-	1,109	0,814	0,543	0,293	0,260
120	-	-	-	-	1,175	0,877	0,601	0,345	0,260
125	-	-	-	-	1,239	0,938	0,658	0,397	0,260
130	-	-	-	-	-	0,997	0,713	0,447	0,260
135	-	-	-	-	-	1,055	0,768	0,497	0,260
140	-	-	-	-	-	1,111	0,821	0,546	0,285
145	-	-	-	-	-	1,166	0,873	0,594	0,328
150	-	-	-	-	-	1,220	0,923	0,641	0,370
155	-	-	-	-	-	-	0,973	0,687	0,412
160	-	-	-	-	-	-	1,022	0,733	0,454
165	-	-	-	-	-	-	1,070	0,777	0,495
170	-	-	-	-	-	-	1,116	0,821	0,535
175	-	-	-	-	-	-	1,162	0,865	0,575
180	-	-	-	-	-	-	1,207	0,907	0,614
185	-	-	-	-	-	-	-	0,949	0,653
190	-	-	-	-	-	-	-	0,991	0,691
195	-	-	-	-	-	-	-	1,031	0,729
200	-	-	-	-	-	-	-	1,071	0,767
205	-	-	-	-	-	-	-	1,111	0,804
210	-	-	-	-	-	-	-	1,149	0,840
215	-	-	-	-	-	-	-	1,188	0,876
220	-	-	-	-	-	-	-	1,225	0,912
225	-	-	-	-	-	-	-	-	0,948
230	-	-	-	-	-	-	-	-	0,982
233	-	-	-	-	-	-	-	-	1,003



Tabella 15 - Spessore di protettivo R60 per pilastri scatolari esposti su 4 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
62	-	-	-	1,156	0,844	0,581	0,356	0,260	0,260
65	-	-	-	1,245	0,926	0,655	0,423	0,260	0,260
70	-	-	-	-	1,058	0,776	0,531	0,318	0,260
75	-	-	-	-	1,184	0,892	0,637	0,413	0,260
80	-	-	-	-	-	1,005	0,740	0,506	0,298
85	-	-	-	-	-	1,114	0,841	0,598	0,380
90	-	-	-	-	-	1,220	0,939	0,688	0,461
95	-	-	-	-	-	-	1,035	0,776	0,541
100	-	-	-	-	-	-	1,128	0,862	0,620
105	-	-	-	-	-	-	1,219	0,947	0,698
110	-	-	-	-	-	-	-	1,030	0,774
115	-	-	-	-	-	-	-	1,112	0,850
120	-	-	-	-	-	-	-	1,193	0,925
125	-	-	-	-	-	-	-	-	0,999
130	-	-	-	-	-	-	-	-	1,071
135	-	-	-	-	-	-	-	-	1,143
140	-	-	-	-	-	-	-	-	1,214
145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
215	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-
233	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tabella 16 - Spessore di protettivo R90 per pilastri scatolari esposti su 4 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
62	-	-	-	-	-	-	-	1,139	0,907
65	-	-	-	-	-	-	-	1,240	1,000
70	-	-	-	-	-	-	-	-	1,152
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
215	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	-	-	-
233	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Tabella 17 - Spessore di protettivo R30 per travi scatolari esposti su 3 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	0,655	0,377	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
50	0,745	0,449	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
55	0,831	0,518	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
60	0,914	0,585	0,331	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
65	0,993	0,650	0,382	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
70	1,069	0,712	0,433	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
75	1,142	0,772	0,481	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
80	1,213	0,830	0,529	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
85	1,281	0,887	0,575	0,321	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
90	-	0,941	0,620	0,357	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
95	-	0,994	0,663	0,392	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
100	-	1,045	0,705	0,426	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
105	-	1,095	0,746	0,459	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
110	-	1,143	0,786	0,492	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
115	-	1,190	0,825	0,524	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
120	-	1,235	0,863	0,554	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
125	-	1,279	0,900	0,585	0,318	0,312	0,312	0,312	0,312
130	-	-	0,936	0,614	0,341	0,312	0,312	0,312	0,312
135	-	-	0,971	0,643	0,364	0,312	0,312	0,312	0,312
140	-	-	1,006	0,671	0,387	0,312	0,312	0,312	0,312
145	-	-	1,039	0,699	0,409	0,312	0,312	0,312	0,312
150	-	-	1,071	0,726	0,430	0,312	0,312	0,312	0,312
155	-	-	1,103	0,752	0,451	0,312	0,312	0,312	0,312
160	-	-	1,134	0,778	0,472	0,312	0,312	0,312	0,312
165	-	-	1,165	0,803	0,492	0,312	0,312	0,312	0,312
170	-	-	1,194	0,828	0,512	0,312	0,312	0,312	0,312
175	-	-	1,223	0,852	0,531	0,312	0,312	0,312	0,312
180	-	-	1,252	0,876	0,551	0,312	0,312	0,312	0,312
185	-	-	1,279	0,899	0,569	0,312	0,312	0,312	0,312
190	-	-	-	0,921	0,588	0,312	0,312	0,312	0,312
195	-	-	-	0,944	0,606	0,312	0,312	0,312	0,312
200	-	-	-	0,966	0,624	0,323	0,312	0,312	0,312
205	-	-	-	0,987	0,641	0,337	0,312	0,312	0,312
210	-	-	-	1,008	0,658	0,350	0,312	0,312	0,312
216	-	-	-	1,029	0,675	0,363	0,312	0,312	0,312



I risultati per travi rettangolari a sezione cava sono relativi all'esposizione al fuoco su 3 lati. Lo spessore protettivo per un'esposizione su 4 lati, dovrà essere calcolato sulla base della tabella per pilastri rettangolari a sezione cava, limitando lo spessore massimo a quello delle travi rettangolari a sezione cava.



Tabella 18 - Spessore di protettivo R45 per travi scatolari esposti su 3 lati

R 45	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	1,235	0,878	0,607	0,393	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
50	-	0,996	0,705	0,475	0,312	0,312	0,312	0,312	0,312
55	-	1,109	0,800	0,555	0,355	0,312	0,312	0,312	0,312
60	-	1,218	0,892	0,632	0,420	0,312	0,312	0,312	0,312
65	-	-	0,981	0,708	0,484	0,312	0,312	0,312	0,312
70	-	-	1,068	0,781	0,546	0,349	0,312	0,312	0,312
75	-	-	1,152	0,853	0,606	0,400	0,312	0,312	0,312
80	-	-	1,234	0,922	0,665	0,449	0,312	0,312	0,312
85	-	-	-	0,990	0,723	0,498	0,312	0,312	0,312
90	-	-	-	1,057	0,779	0,546	0,346	0,312	0,312
95	-	-	-	1,121	0,835	0,592	0,385	0,312	0,312
100	-	-	-	1,184	0,889	0,638	0,423	0,312	0,312
105	-	-	-	1,245	0,941	0,683	0,461	0,312	0,312
110	-	-	-	-	0,993	0,727	0,498	0,312	0,312
115	-	-	-	-	1,043	0,770	0,534	0,328	0,312
120	-	-	-	-	1,093	0,812	0,570	0,358	0,312
125	-	-	-	-	1,141	0,853	0,605	0,387	0,312
130	-	-	-	-	1,188	0,894	0,639	0,415	0,312
135	-	-	-	-	1,235	0,934	0,673	0,444	0,312
140	-	-	-	-	1,280	0,973	0,706	0,471	0,312
145	-	-	-	-	-	1,011	0,738	0,498	0,312
150	-	-	-	-	-	1,049	0,770	0,525	0,312
155	-	-	-	-	-	1,086	0,802	0,552	0,329
160	-	-	-	-	-	1,122	0,833	0,578	0,350
165	-	-	-	-	-	1,158	0,863	0,603	0,371
170	-	-	-	-	-	1,193	0,893	0,628	0,392
175	-	-	-	-	-	1,227	0,923	0,653	0,412
180	-	-	-	-	-	1,261	0,952	0,677	0,432
185	-	-	-	-	-	-	0,980	0,702	0,452
190	-	-	-	-	-	-	1,008	0,725	0,472
195	-	-	-	-	-	-	1,036	0,749	0,491
200	-	-	-	-	-	-	1,063	0,772	0,510
205	-	-	-	-	-	-	1,090	0,794	0,529
210	-	-	-	-	-	-	1,116	0,817	0,547
216	-	-	-	-	-	-	1,142	0,839	0,565



I risultati per travi rettangolari a sezione cava sono relativi all'esposizione al fuoco su 3 lati. Lo spessore protettivo per un'esposizione su 4 lati, dovrà essere calcolato sulla base della tabella per pilastri rettangolari a sezione cava, limitando lo spessore massimo a quello delle travi rettangolari a sezione cava.



Tabella 19 - Spessore di protettivo R60 per travi scatolari esposti su 3 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	-	-	1,048	0,787	0,577	0,403	0,312	0,312	0,312
50	-	-	1,188	0,907	0,680	0,492	0,334	0,312	0,312
55	-	-	-	1,023	0,780	0,578	0,408	0,312	0,312
60	-	-	-	1,137	0,878	0,663	0,482	0,327	0,312
65	-	-	-	1,247	0,974	0,746	0,554	0,389	0,312
70	-	-	-	-	1,067	0,828	0,624	0,450	0,312
75	-	-	-	-	1,158	0,907	0,693	0,510	0,350
80	-	-	-	-	1,247	0,985	0,761	0,569	0,401
85	-	-	-	-	-	1,061	0,828	0,626	0,451
90	-	-	-	-	-	1,136	0,893	0,683	0,500
95	-	-	-	-	-	1,209	0,957	0,739	0,548
100	-	-	-	-	-	1,280	1,020	0,794	0,596
105	-	-	-	-	-	-	1,082	0,848	0,643
110	-	-	-	-	-	-	1,142	0,901	0,689
115	-	-	-	-	-	-	1,202	0,953	0,735
120	-	-	-	-	-	-	1,260	1,004	0,779
125	-	-	-	-	-	-	-	1,055	0,823
130	-	-	-	-	-	-	-	1,104	0,867
135	-	-	-	-	-	-	-	1,153	0,910
140	-	-	-	-	-	-	-	1,201	0,952
145	-	-	-	-	-	-	-	1,249	0,993
150	-	-	-	-	-	-	-	-	1,034
155	-	-	-	-	-	-	-	-	1,074
160	-	-	-	-	-	-	-	-	1,114
165	-	-	-	-	-	-	-	-	1,153
170	-	-	-	-	-	-	-	-	1,192
175	-	-	-	-	-	-	-	-	1,230
180	-	-	-	-	-	-	-	-	1,267
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
216	-	-	-	-	-	-	-	-	-

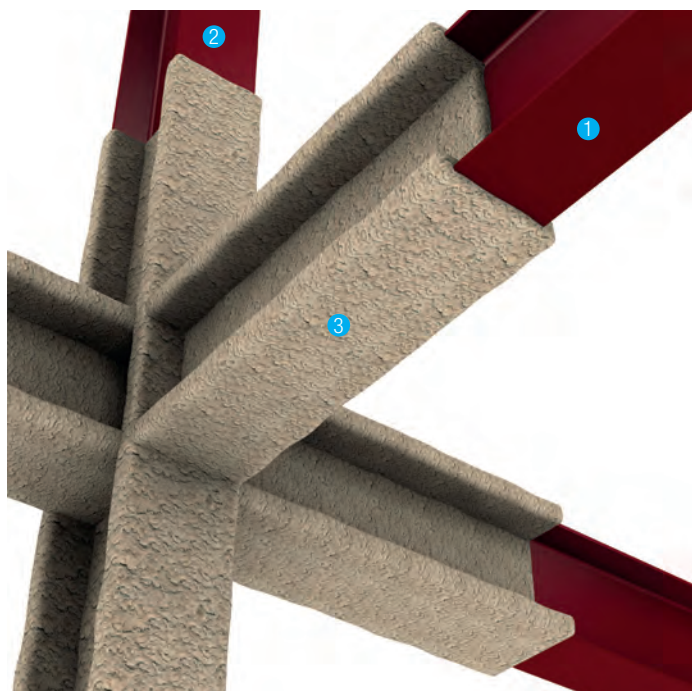
 I risultati per travi rettangolari a sezione cava sono relativi all'esposizione al fuoco su 3 lati. Lo spessore protettivo per un'esposizione su 4 lati, dovrà essere calcolato sulla base della tabella per pilastri rettangolari a sezione cava, limitando lo spessore massimo a quello delle travi rettangolari a sezione cava.

Tabella 20 - Spessore di protettivo R90 per travi scatolari esposti su 3 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
A _p /V [m ⁻¹]	350	400	450	500	550	600	650	700	750
46	-	-	-	-	-	1,054	0,855	0,687	0,542
50	-	-	-	-	-	1,207	0,992	0,808	0,650
55	-	-	-	-	-	-	1,125	0,927	0,757
60	-	-	-	-	-	-	1,256	1,044	0,862
65	-	-	-	-	-	-	-	1,159	0,965
70	-	-	-	-	-	-	-	1,272	1,066
75	-	-	-	-	-	-	-	-	1,166
80	-	-	-	-	-	-	-	-	1,264
85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
135	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
216	-	-	-	-	-	-	-	-	-



I risultati per travi rettangolari a sezione cava sono relativi all'esposizione al fuoco su 3 lati. Lo spessore protettivo per un'esposizione su 4 lati, dovrà essere calcolato sulla base della tabella per pilastri rettangolari a sezione cava, limitando lo spessore massimo a quello delle travi rettangolari a sezione cava.



Legenda tecnica

- ① Trave in acciaio
- ② Pilastro in acciaio
- ③ Intonaco isolante PROMASPRAY®-P300

Rapporto di Valutazione: **EFR 17-004159**
in accordo alla norma **EN 13381-4**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-4: 2013 "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali"

Parte 4: protezione applicata a elementi di acciaio"

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Massività compresa tra 66 m⁻¹ e 495 m⁻¹
- Spessore di protezione valutato alle seguenti temperature critiche: 350-400-450-500-550°C
- Applicabilità a travi e pilastri esposti su 3 o 4 lati
- Profili di sezione "I" e "H"

Gli spessori si applicano anche ad altre forme di sezione (es. rettangolari, tubolari cavi...) secondo le maggiorazioni indicate nella norma EN 13381-4 utilizzando le seguenti formule:

spessore maggiorato = $d_p \left(1 + \frac{A_p/V}{1000}\right)$ per A_p/V fino a 250 m⁻¹

spessore maggiorato = 1,25 dp per A_p/V superiori a 250 m⁻¹

dp = spessore ricavato dalle tabelle profili I ed H

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in acciaio (travi e pilastri) in accordo alla norma EN 13381-4, costituita da intonaco antincendio leggero, a base vermiculite e gesso (tipo PROMASPRAY®-P300 sulla base del Rapporto di Valutazione EFR 17-004159) esente da cariche organiche leggere tipo polistirolo, in classe A1 con peso specifico in opera minore di 360 ± 15 % kg/m³, applicato a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre l'intonaco dovrà essere corredato di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva AFSETT e ISO 16000. Il rivestimento antincendio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema LIVELLO 1 - Resistenza al fuoco e corredato di D.o.P., in accordo alla ETAG 018-3, per l'uso consentito di resistenza al fuoco di tipo 4 (strutture portanti in acciaio). Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni, per applicazioni all'interno tipo Z2, in accordo alla ETAG 018-3.



Fondo anticorrosivo compatibile: alchidico o epossidico



Primer di adesione BONDSEAL / STRONGBOND



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

Dettaglio 1 - Indicazioni per l'applicazione

- Tipo di macchina consigliata: PFT G4 - polmone D6-3
- Tubo: diametro 35 mm lunghezza 25 m
- Tipo di ugello: in plastica con foro da 8-12 mm
- Quantità acqua: 380-450 l/h

Tabella 1 - Spessore di protettivo R30 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 3 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	11	11	11	11	11	11	11	11	11
70	11	11	11	11	11	11	11	11	11
80	11	11	11	11	11	11	11	11	11
90	11	11	11	11	11	11	11	11	11
100	11	11	11	11	11	11	11	11	11
110	12	11	11	11	11	11	11	11	11
120	12	11	11	11	11	11	11	11	11
130	13	11	11	11	11	11	11	11	11
140	14	11	11	11	11	11	11	11	11
150	14	12	11	11	11	11	11	11	11
160	15	12	11	11	11	11	11	11	11
170	15	13	11	11	11	11	11	11	11
180	16	13	11	11	11	11	11	11	11
190	16	14	12	11	11	11	11	11	11
200	17	14	12	11	11	11	11	11	11
210	17	15	13	11	11	11	11	11	11
220	17	15	13	11	11	11	11	11	11
230	17	15	13	12	11	11	11	11	11
240	18	16	14	12	11	11	11	11	11
250	18	16	14	12	11	11	11	11	11
260	18	16	14	13	11	11	11	11	11
270	18	16	14	13	11	11	11	11	11
280	19	16	15	13	12	11	11	11	11
290	19	17	15	13	12	11	11	11	11
300	19	17	15	13	12	11	11	11	11
310	19	17	15	14	12	11	11	11	11
320	19	17	15	14	12	11	11	11	11
330	19	17	16	14	13	11	11	11	11
340	20	18	16	14	13	12	11	11	11
350	20	18	16	14	13	12	11	11	11
360	20	18	16	15	13	12	11	11	11
370	20	18	16	15	13	12	11	11	11
380	20	18	16	15	13	12	11	11	11
390	20	18	16	15	14	12	11	11	11
400	20	18	17	15	14	12	11	11	11
410	20	18	17	15	14	13	11	11	11
420	20	19	17	15	14	13	12	11	11
430	20	19	17	15	14	13	12	11	11
440	21	19	17	16	14	13	12	11	11
450	21	19	17	16	14	13	12	11	11
460	21	19	17	16	14	13	12	11	11
470	21	19	17	16	15	13	12	11	11
480	21	19	17	16	15	13	12	11	11
490	21	19	18	16	15	14	12	11	11
495	21	19	18	16	15	14	12	11	11

Tabella 2 - Spessore di protettivo R30 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 4 lati

R 30	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	10	10	10	10	10	10	10	10	10
70	10	10	10	10	10	10	10	10	10
80	10	10	10	10	10	10	10	10	10
90	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	11	10	10	10	10	10	10	10	10
110	12	10	10	10	10	10	10	10	10
120	12	10	10	10	10	10	10	10	10
130	13	11	10	10	10	10	10	10	10
140	14	11	10	10	10	10	10	10	10
150	14	12	10	10	10	10	10	10	10
160	15	12	10	10	10	10	10	10	10
170	15	13	11	10	10	10	10	10	10
180	16	13	11	10	10	10	10	10	10
190	16	14	12	10	10	10	10	10	10
200	17	14	12	11	10	10	10	10	10
210	17	15	13	11	10	10	10	10	10
220	17	15	13	11	10	10	10	10	10
230	17	15	13	12	10	10	10	10	10
240	18	16	14	12	10	10	10	10	10
250	18	16	14	12	11	10	10	10	10
260	18	16	14	13	11	10	10	10	10
270	18	16	14	13	11	10	10	10	10
280	19	16	15	13	12	10	10	10	10
290	19	17	15	13	12	11	10	10	10
300	19	17	15	13	12	11	10	10	10
310	19	17	15	14	12	11	10	10	10
320	19	17	15	14	12	11	10	10	10
330	19	17	16	14	13	11	10	10	10
340	20	18	16	14	13	12	10	10	10
350	20	18	16	14	13	12	11	10	10
360	20	18	16	15	13	12	11	10	10
370	20	18	16	15	13	12	11	10	10
380	20	18	16	15	13	12	11	10	10
390	20	18	16	15	14	12	11	10	10
400	20	18	17	15	14	12	11	10	10
410	20	18	17	15	14	13	11	10	10
420	20	19	17	15	14	13	12	11	10
430	20	19	17	15	14	13	12	11	10
440	21	19	17	16	14	13	12	11	10
450	21	19	17	16	14	13	12	11	10
460	21	19	17	16	14	13	12	11	10
470	21	19	17	16	15	13	12	11	10
480	21	19	17	16	15	13	12	11	10
490	21	19	18	16	15	14	12	11	10
495	21	19	18	16	15	14	12	11	11

Tabella 3 - Spessore di protettivo R60 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 3 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	15	11	11	11	11	11	11	11	11
70	16	12	11	11	11	11	11	11	11
80	18	14	11	11	11	11	11	11	11
90	19	16	13	11	11	11	11	11	11
100	21	17	14	12	11	11	11	11	11
110	22	18	15	13	11	11	11	11	11
120	23	19	17	14	12	11	11	11	11
130	24	20	18	15	13	11	11	11	11
140	25	21	18	16	14	12	11	11	11
150	25	22	19	17	15	13	11	11	11
160	26	23	20	18	15	14	12	11	11
170	27	23	21	18	16	14	13	11	11
180	27	24	21	19	17	15	13	12	11
190	28	24	22	19	17	15	14	12	11
200	28	25	22	20	18	16	14	13	12
210	28	25	23	20	18	17	15	13	12
220	29	26	23	21	19	17	15	14	13
230	29	26	24	21	19	17	16	14	13
240	30	27	24	22	20	18	16	15	13
250	30	27	24	22	20	18	17	15	14
260	30	27	25	22	20	19	17	16	14
270	30	28	25	23	21	19	17	16	15
280	31	28	25	23	21	19	18	16	15
290	31	28	26	23	21	20	18	16	15
300	31	28	26	24	22	20	18	17	15
310	31	29	26	24	22	20	19	17	16
320	31	29	26	24	22	20	19	17	16
330	32	29	26	24	22	21	19	18	16
340	32	29	27	25	23	21	19	18	16
350	32	29	27	25	23	21	19	18	17
360	32	29	27	25	23	21	20	18	17
370	32	30	27	25	23	21	20	18	17
380	32	30	27	25	23	22	20	19	17
390	33	30	28	25	24	22	20	19	18
400	33	30	28	26	24	22	20	19	18
410	33	30	28	26	24	22	21	19	18
420	33	30	28	26	24	22	21	19	18
430	33	30	28	26	24	22	21	20	18
440	33	31	28	26	24	23	21	20	18
450	33	31	28	26	24	23	21	20	19
460	33	31	29	26	25	23	21	20	19
470	34	31	29	27	25	23	22	20	19
480	34	31	29	27	25	23	22	20	19
490	34	31	29	27	25	23	22	20	19
495	34	31	29	27	25	23	22	20	19

Tabella 4 - Spessore di protettivo R60 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 4 lati

R 60	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	15	11	10	10	10	10	10	10	10
70	16	12	10	10	10	10	10	10	10
80	18	14	11	10	10	10	10	10	10
90	19	16	13	10	10	10	10	10	10
100	21	17	14	12	10	10	10	10	10
110	22	18	15	13	11	10	10	10	10
120	23	19	17	14	12	10	10	10	10
130	24	20	18	15	13	11	10	10	10
140	25	21	18	16	14	12	10	10	10
150	25	22	19	17	15	13	11	10	10
160	26	23	20	18	15	14	12	10	10
170	27	23	21	18	16	14	13	11	10
180	27	24	21	19	17	15	13	12	10
190	28	24	22	19	17	15	14	12	11
200	28	25	22	20	18	16	14	13	12
210	28	25	23	20	18	17	15	13	12
220	29	26	23	21	19	17	15	14	13
230	29	26	24	21	19	17	16	14	13
240	30	27	24	22	20	18	16	15	13
250	30	27	24	22	20	18	17	15	14
260	30	27	25	22	20	19	17	16	14
270	30	28	25	23	21	19	17	16	15
280	31	28	25	23	21	19	18	16	15
290	31	28	26	23	21	20	18	16	15
300	31	28	26	24	22	20	18	17	15
310	31	29	26	24	22	20	19	17	16
320	31	29	26	24	22	20	19	17	16
330	32	29	26	24	22	21	19	18	16
340	32	29	27	25	23	21	19	18	16
350	32	29	27	25	23	21	19	18	17
360	32	29	27	25	23	21	20	18	17
370	32	30	27	25	23	21	20	18	17
380	32	30	27	25	23	22	20	19	17
390	33	30	28	25	24	22	20	19	18
400	33	30	28	26	24	22	20	19	18
410	33	30	28	26	24	22	21	19	18
420	33	30	28	26	24	22	21	19	18
430	33	30	28	26	24	22	21	20	18
440	33	31	28	26	24	23	21	20	18
450	33	31	28	26	24	23	21	20	19
460	33	31	29	26	25	23	21	20	19
470	34	31	29	27	25	23	22	20	19
480	34	31	29	27	25	23	22	20	19
490	34	31	29	27	25	23	22	20	19
495	34	31	29	27	25	23	22	20	19

Tabella 5 - Spessore di protettivo R90 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 3 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	24	19	15	12	11	11	11	11	11
70	25	20	16	13	11	11	11	11	11
80	27	22	19	16	13	11	11	11	11
90	29	24	21	18	15	13	11	11	11
100	31	26	22	19	17	14	12	11	11
110	32	28	24	21	18	16	14	12	11
120	33	29	25	22	20	17	15	13	12
130	34	30	27	23	21	18	16	14	13
140	35	31	28	25	22	20	17	16	14
150	36	32	29	26	23	21	18	17	15
160	37	33	29	26	24	21	19	17	16
170	38	34	30	27	25	22	20	18	17
180	38	34	31	28	25	23	21	19	17
190	39	35	32	29	26	24	22	20	18
200	40	36	32	29	27	24	22	20	19
210	40	36	33	30	27	25	23	21	19
220	41	37	33	30	28	26	23	22	20
230	41	37	34	31	28	26	24	22	20
240	41	38	34	31	29	27	24	23	21
250	42	38	35	32	29	27	25	23	21
260	42	38	35	32	30	27	25	24	22
270	42	39	36	33	30	28	26	24	22
280	43	39	36	33	31	28	26	24	23
290	43	39	36	33	31	29	27	25	23
300	43	40	37	34	31	29	27	25	23
310	44	40	37	34	32	29	27	25	24
320	44	40	37	34	32	30	28	26	24
330	44	40	37	35	32	30	28	26	24
340	44	41	38	35	32	30	28	26	25
350	44	41	38	35	33	30	28	27	25
360	45	41	38	35	33	31	29	27	25
370	45	41	38	36	33	31	29	27	25
380	45	42	38	36	33	31	29	27	26
390	45	42	39	36	34	31	29	28	26
400	45	42	39	36	34	32	30	28	26
410	45	42	39	36	34	32	30	28	26
420	46	42	39	37	34	32	30	28	26
430	46	42	39	37	34	32	30	28	27
440	46	43	40	37	34	32	30	29	27
450	46	43	40	37	35	32	31	29	27
460	46	43	40	37	35	33	31	29	27
470	46	43	40	37	35	33	31	29	27
480	46	43	40	37	35	33	31	29	28
490	46	43	40	38	35	33	31	29	28
495	46	43	40	38	35	33	31	29	28

Tabella 6 - Spessore di protettivo R90 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 4 lati

R 90	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	24	19	15	12	10	10	10	10	10
70	25	20	16	13	11	10	10	10	10
80	27	22	19	16	13	11	10	10	10
90	29	24	21	18	15	13	11	10	10
100	31	26	22	19	17	14	12	10	10
110	32	28	24	21	18	16	14	12	10
120	33	29	25	22	20	17	15	13	12
130	34	30	27	23	21	18	16	14	13
140	35	31	28	25	22	20	17	16	14
150	36	32	29	26	23	21	18	17	15
160	37	33	29	26	24	21	19	17	16
170	38	34	30	27	25	22	20	18	17
180	38	34	31	28	25	23	21	19	17
190	39	35	32	29	26	24	22	20	18
200	40	36	32	29	27	24	22	20	19
210	40	36	33	30	27	25	23	21	19
220	41	37	33	30	28	26	23	22	20
230	41	37	34	31	28	26	24	22	20
240	41	38	34	31	29	27	24	23	21
250	42	38	35	32	29	27	25	23	21
260	42	38	35	32	30	27	25	24	22
270	42	39	36	33	30	28	26	24	22
280	43	39	36	33	31	28	26	24	23
290	43	39	36	33	31	29	27	25	23
300	43	40	37	34	31	29	27	25	23
310	44	40	37	34	32	29	27	25	24
320	44	40	37	34	32	30	28	26	24
330	44	40	37	35	32	30	28	26	24
340	44	41	38	35	32	30	28	26	25
350	44	41	38	35	33	30	28	27	25
360	45	41	38	35	33	31	29	27	25
370	45	41	38	36	33	31	29	27	25
380	45	42	38	36	33	31	29	27	26
390	45	42	39	36	34	31	29	28	26
400	45	42	39	36	34	32	30	28	26
410	45	42	39	36	34	32	30	28	26
420	46	42	39	37	34	32	30	28	26
430	46	42	39	37	34	32	30	28	27
440	46	43	40	37	34	32	30	29	27
450	46	43	40	37	35	32	31	29	27
460	46	43	40	37	35	33	31	29	27
470	46	43	40	37	35	33	31	29	27
480	46	43	40	37	35	33	31	29	28
490	46	43	40	38	35	33	31	29	28
495	46	43	40	38	35	33	31	29	28

Tabella 7 - Spessore di protettivo R120 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 3 lati

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	32	27	22	19	16	13	11	11	11
70	33	28	24	20	17	14	12	11	11
80	36	31	26	23	19	17	14	12	11
90	39	33	29	25	22	19	17	14	13
100	41	35	31	27	24	21	19	16	14
110	42	37	33	29	26	23	20	18	16
120	44	39	34	30	27	24	22	20	18
130	45	40	36	32	29	26	23	21	19
140	46	41	37	33	30	27	25	22	20
150	47	42	38	34	31	28	26	23	21
160	48	43	39	35	32	29	27	24	22
170	49	44	40	36	33	30	28	25	23
180	50	45	41	37	34	31	29	26	24
190	50	46	42	38	35	32	29	27	25
200	51	46	42	39	36	33	30	28	26
210	52	47	43	39	36	33	31	29	27
220	52	48	44	40	37	34	32	29	27
230	53	48	44	41	38	35	32	30	28
240	53	49	45	41	38	35	33	31	28
250	54	49	45	42	39	36	33	31	29
260	54	50	46	42	39	36	34	32	29
270	54	50	46	43	40	37	34	32	30
280	55	50	47	43	40	37	35	32	30
290	55	51	47	43	40	38	35	33	31
300	55	51	47	44	41	38	36	33	31
310	56	51	48	44	41	38	36	34	32
320	56	52	48	45	42	39	36	34	32
330	56	52	48	45	42	39	37	34	32
340	57	52	49	45	42	39	37	35	33
350	57	53	49	45	42	40	37	35	33
360	57	53	49	46	43	40	38	35	33
370	57	53	49	46	43	40	38	36	34
380	57	53	50	46	43	41	38	36	34
390	58	53	50	46	44	41	38	36	34
400	58	54	50	47	44	41	39	36	34
410	58	54	50	47	44	41	39	37	35
420	58	54	50	47	44	42	39	37	35
430	58	54	51	47	44	42	39	37	35
440	58	54	51	48	45	42	40	37	35
450	59	55	51	48	45	42	40	38	36
460	59	55	51	48	45	42	40	38	36
470	59	55	51	48	45	43	40	38	36
480	59	55	51	48	45	43	40	38	36
490	59	55	52	48	46	43	40	38	36
495	59	55	52	48	46	43	41	38	36

Tabella 8 - Spessore di protettivo R120 per pilastri e travi a sezione aperta protetti su 4 lati

R 120	Spessore di protettivo (mm)								
	Temperatura di progetto (C°)								
Ap/V (m-1)	350	400	450	500	550	600	650	700	750
≤ 66	32	27	22	19	16	13	11	10	10
70	33	28	24	20	17	14	12	10	10
80	36	31	26	23	19	17	14	12	10
90	39	33	29	25	22	19	17	14	13
100	41	35	31	27	24	21	19	16	14
110	42	37	33	29	26	23	20	18	16
120	44	39	34	30	27	24	22	20	18
130	45	40	36	32	29	26	23	21	19
140	46	41	37	33	30	27	25	22	20
150	47	42	38	34	31	28	26	23	21
160	48	43	39	35	32	29	27	24	22
170	49	44	40	36	33	30	28	25	23
180	50	45	41	37	34	31	29	26	24
190	50	46	42	38	35	32	29	27	25
200	51	46	42	39	36	33	30	28	26
210	52	47	43	39	36	33	31	29	27
220	52	48	44	40	37	34	32	29	27
230	53	48	44	41	38	35	32	30	28
240	53	49	45	41	38	35	33	31	28
250	54	49	45	42	39	36	33	31	29
260	54	50	46	42	39	36	34	32	29
270	54	50	46	43	40	37	34	32	30
280	55	50	47	43	40	37	35	32	30
290	55	51	47	43	40	38	35	33	31
300	55	51	47	44	41	38	36	33	31
310	56	51	48	44	41	38	36	34	32
320	56	52	48	45	42	39	36	34	32
330	56	52	48	45	42	39	37	34	32
340	57	52	49	45	42	39	37	35	33
350	57	53	49	45	42	40	37	35	33
360	57	53	49	46	43	40	38	35	33
370	57	53	49	46	43	40	38	36	34
380	57	53	50	46	43	41	38	36	34
390	58	53	50	46	44	41	38	36	34
400	58	54	50	47	44	41	39	36	34
410	58	54	50	47	44	41	39	37	35
420	58	54	50	47	44	42	39	37	35
430	58	54	51	47	44	42	39	37	35
440	58	54	51	48	45	42	40	37	35
450	59	55	51	48	45	42	40	38	36
460	59	55	51	48	45	42	40	38	36
470	59	55	51	48	45	43	40	38	36
480	59	55	51	48	45	43	40	38	36
490	59	55	52	48	46	43	40	38	36
495	59	55	52	48	46	43	41	38	36



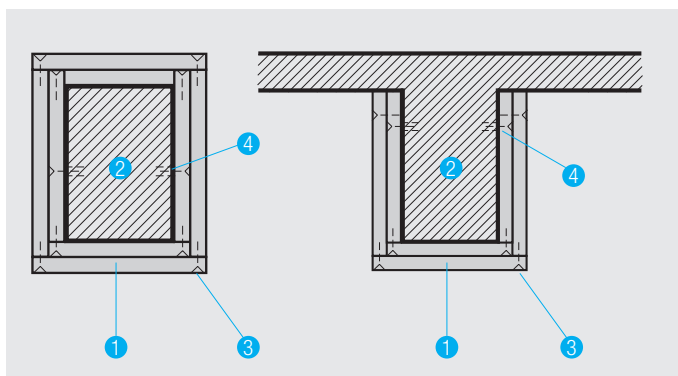
Spessore protettivo in PROMATECT®-H determinabile dalle tabelle allegate al rapporto di valutazione, in funzione del copriferro.



Non teme l'umidità

Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

Fissaggio delle lastre in applicazione diretta agli elementi in cemento armato.



Legenda tecnica

- ① Lastre in PROMATECT®-H
- ② Elementi in cemento armato
- ③ Graffe metalliche dimensioni 45/10/1 - 50/10/1 passo 250 mm
- ④ Tasselli metallici a chiodo tipo FNA II 6 x 30/30

Rapporto di Valutazione: **ITB NP-1124.2/A/07/GW**
in accordo alla norma **EN 13381-3**

Estratto del campo di diretta applicazione:

Sulla base della norma EN 13381-3 "Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali" in cemento armato

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Spessore minimo delle travi e delle colonne 150 mm
- Gli spessori di protezione in lastre PROMATECT®-H sono stati calcolati per temperature critiche da 300° a 650°C
- Spessori protettivi determinabili dalle tabelle allegate al rapporto di classificazione in funzione del copriferro (vedi retro)
- Spessore minimo testato di lastra PROMATECT®-H mm 10
- Spessore massimo testato di lastra PROMATECT®-H mm 25
- Densità del calcestruzzo non inferiore a 1900 kg/m³

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di strutture in cemento armato (travi e pilastri) in accordo alla norma EN 13381-3, costituito da lastre in Silicato di Calcio di densità 870 kg/mc (tipo PROMATECT®-H sulla base del Rapporto di Valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW) di dimensioni nominali 1250x2500/3000 mm, incombustibili in classe A1 in accordo alle Euroclassi. Le lastre dovranno essere fissate a mezzo di tasselli metallici a chiodo tipo FNA II 6x 30/30 posti a interasse 500 mm. I giunti angolari saranno eseguiti con graffe metalliche passo 250 mm. Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema LIVELLO 1 - Resistenza al fuoco e corredato di D.o.P., in accordo alla ETAG 018-4, per l'uso consentito di resistenza al fuoco di tipo 3 (elementi portanti in calcestruzzo). Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni, per applicazioni interne tipo Z2 in accordo alla ETAG 018-4.

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW:

Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 1 - Spessore di protettivo R30

R 30	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	10	10	10	10	10	10	10	10
15-19	10	10	10	10	10	10	10	0
20-24	10	10	10	10	10	0	0	0
25-29	10	10	10	10	0	0	0	0
30-34	10	10	0	0	0	0	0	0
≥34	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 2 - Spessore di protettivo R60

R 60	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-29	10	10	10	10	10	10	10	10
30-34	10	10	10	10	10	10	0	0
35-39	10	10	10	10	10	0	0	0
40-44	10	10	10	10	0	0	0	0
45-49	10	10	10	0	0	0	0	0
50-55	10	10	0	0	0	0	0	0
≥55	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 3 - Spessore di protettivo R90

R 90	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	14	12	10	10	10	10	10	10
15-19	10	10	10	10	10	10	10	10
20-39	10	10	10	10	10	10	10	10
40-44	10	10	10	10	10	10	10	0
45-49	10	10	10	10	10	10	0	0
50-54	10	10	10	10	0	0	0	0
55-59	10	10	10	10	0	0	0	0
60-64	10	10	10	0	0	0	0	0
65-69	10	10	0	0	0	0	0	0
70-74	10	0	0	0	0	0	0	0
≥74	0	0	0	0	0	0	0	0

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW:
Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 4 - Spessore di protettivo R120

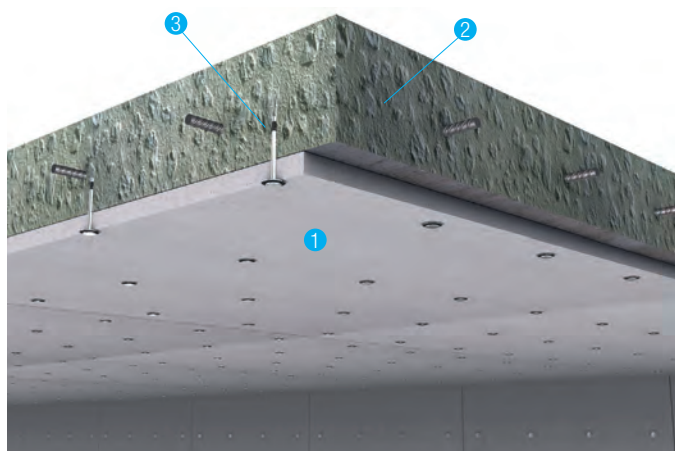
R 120	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	20	18	15	14	10	10	10	10
15-19	20	16	14	12	10	10	10	10
20-24	16	15	12	10	10	10	10	10
25-29	15	12	10	10	10	10	10	10
30-34	14	10	10	10	10	10	10	10
35-39	12	10	10	10	10	10	10	10
40-44	10	10	10	10	10	10	10	10
45-49	10	10	10	10	10	10	10	0
50-54	10	10	10	10	10	10	0	0
55-59	10	10	10	10	10	0	0	0
60-64	10	10	10	10	0	0	0	0
65-69	10	10	10	10	0	0	0	0
70-74	10	10	10	0	0	0	0	0
75-79	10	10	0	0	0	0	0	0
80-84	10	0	0	0	0	0	0	0
≥84	0	0	0	0	0	0	0	0

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW:

Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 5 - Spessore di protettivo R180

R 180	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	na	na	25	24	20	18	14	12
15-19	na	na	24	22	18	16	12	10
20-24	na	25	22	20	16	14	10	10
25-29	na	24	20	18	14	12	10	10
30-34	25	22	18	15	12	10	10	10
35-39	24	20	16	14	10	10	10	10
40-44	22	18	15	12	10	10	10	10
45-49	20	16	12	10	10	10	10	10
50-54	18	15	10	10	10	10	10	10
55-59	16	12	10	10	10	10	10	10
60-64	14	10	10	10	10	10	10	10
65-69	12	10	10	10	10	10	0	0
70-74	10	10	10	10	10	10	0	0
75-79	10	10	10	10	10	0	0	0
80-84	10	10	10	10	0	0	0	0
85-89	10	10	10	10	0	0	0	0
90-94	10	10	10	0	0	0	0	0
95-99	10	10	0	0	0	0	0	0
100-104	10	0	0	0	0	0	0	0
≥105	0	0	0	0	0	0	0	0



Legenda tecnica

- 1 Lastre in PROMATECT®-H
- 2 Elementi in cemento armato
- 3 Tasselli metallici a chiodo tipo FNA II 6 x 30/75

Rapporto di Valutazione: ITB NP-1124/A/07/GW
in accordo alla norma EN 13381-3

Estratto del campo di diretta applicazione:

Sulla base della norma EN 13381-3 "Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali" in cemento armato

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Spessore minimo delle pareti o dei solai 120 mm
- Gli spessori di protezione in lastre PROMATECT®-H sono stati calcolati per temperature critiche da 300° a 650°C
- Spessori protettivi determinabili dalle tabelle allegate al rapporto di classificazione in funzione del copriferro (vedi retro)
- Spessore minimo testato di lastra PROMATECT®-H mm 6
- Spessore massimo testato di lastra PROMATECT®-H mm 50 (25+25)
- Densità del calcestruzzo non inferiore a 1900 kg/m³



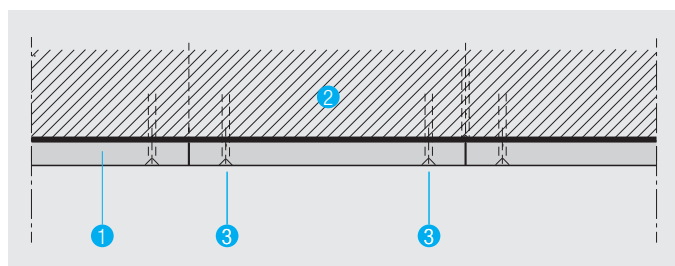
Spessore protettivo delle lastre in PROMATECT®-H determinabile dalle tabelle allegate al rapporto di valutazione, in funzione del copriferro



Non teme l'umidità

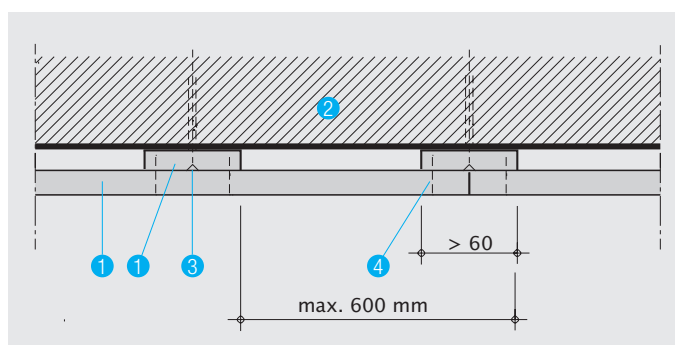
Dettaglio 1 - Tipologie di fissaggio

Fissaggio delle lastre in applicazione diretta agli elementi in cemento armato.



Dettaglio 2 - Tipologia di fissaggio alternativa

Fissaggio delle lastre su elemento in cemento armato tramite spezzone interno tassellato all'elemento.



Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di strutture in cemento armato (solai e pareti) in accordo alla norma EN 13381-3, costituito da lastre in Silicato di Calcio di densità 870 kg/mc (tipo PROMATECT®-H sulla base del Rapporto di Valutazione ITB NP-1124/A/07/GW) di dimensioni nominali 1250x2500/3000 mm, incombustibili in classe A1 in accordo alle Euroclassi. Le lastre dovranno essere fissate a mezzo di tasselli metallici a chiodo tipo FNA II 6x 30/30, nel numero di 18 per lastra. Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema LIVELLO 1 - Resistenza al fuoco e corredato di D.o.P., in accordo alla ETAG 018-4, per l'uso consentito di resistenza al fuoco di tipo 3 (elementi portanti in calcestruzzo). Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni, per applicazioni interne tipo Z2 in accordo alla ETAG 018-4.

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124/A/07/GW:
Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 1 - Spessore di protettivo R30

R 30	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0
15-19	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0
20-24	8 (6)	0	0	0	0	0	0	0
≥25	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 2 - Spessore di protettivo R60

R 60	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
15-19	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0
20-24	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0
25-29	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0
30-34	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0	0
35-39	8 (6)	0	0	0	0	0	0	0
≥40	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 3 - Spessore di protettivo R90

R 90	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
15-19	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
20-24	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0
25-29	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0
30-34	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0
35-39	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0
40-44	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0	0
45-49	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0	0
50-54	8 (6)	0	0	0	0	0	0	0
≥55	0	0	0	0	0	0	0	0



8 (6): Per facilità di smontaggio e stabilità della lastra, si consiglia di utilizzare lo spessore 8 mm

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW:

Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 4 - Spessore di protettivo R120

R 120	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	20	12	10	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
15-19	15	10	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
20-24	12	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)
25-29	8	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0
30-34	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0
35-39	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0
40-44	8 (6)	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0
45-49	8 (6)	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0
50-54	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0	0
55-59	8 (6)	8 (6)	0	0	0	0	0	0
60-62	8 (6)	0	0	0	0	0	0	0
≥63	0	0	0	0	0	0	0	0



8 (6): Per facilità di smontaggio e stabilità della lastra, si consiglia di utilizzare lo spessore 8 mm

Sintesi dei risultati secondo i rapporti di valutazione ITB NP-1124.2/A/07/GW:

Caratteristiche minime: cemento C25/30 - larghezza dell'elemento 150 mm

Tabella 5 - Spessore di protettivo R180

R 180	Temperature Critiche (C°)							
copriferro mm	300	350	400	450	500	550	600	650
10-14	32	30	27	25	22	20	20	15
15-19	30	30	25	22	20	20	15	15
20-24	30	27	22	20	20	20	15	12
25-29	27	25	20	20	20	15	12	10
30-34	25	25	20	20	15	12	10	8
35-39	25	22	20	15	12	10	8	8
40-44	22	20	15	12	10	8	8	0
45-49	20	20	15	10	8	8	0	0
50-54	20	20	10	8	8	0	0	0
55-59	20	15	8	8	0	0	0	0
60-64	15	12	8	0	0	0	0	0
65-69	12	10	0	0	0	0	0	0
70-74	10	8	0	0	0	0	0	0
75-79	8	0	0	0	0	0	0	0
≥80	0	0	0	0	0	0	0	0



Spessore in funzione della resistenza al fuoco, del copriferro esistente e del rapporto di equivalenza del protettivo

Dettaglio 1 - Indicazioni per l'applicazione

- Tipo di macchina consigliata: Airless ad alta pressione con pescante rigido
- Tipo di pistola: Ad alta pressione con arrivo del materiale direttamente all'ugello senza passare dal calcio
- Tubo principale: 3/8" da 15 m
- Terminale: 1/4" da 4,5 m
- Tipo di ugello: foro da 25 (0,025") autopulente senza diffusore

Legenda tecnica

- ① Pittura intumescente PROMAPAIN[®]-SC3
- ② Elementi in cemento armato

Rapporto di valutazione **Efectis 12-U-669B**
in accordo alla norma **EN 13381-3**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-3: "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali in cemento armato"

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Risultati su solaio applicabili anche a parete
- Risultati su trave applicabili anche a pilastro
- Spessore minimo di travi e colonne 15 cm
- Spessore minimo di solaio e parete 12 cm
- Spessore del protettivo determinabile in base ai valori di calcestruzzo equivalente indicati nelle tabelle
- Densità del calcestruzzo compresa fra 2330 kg/m³ ± 15%

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in cemento armato (travi, pilastri, solai e pareti) in accordo alla norma EN 13381-3, costituita da pittura intumescente in emulsione acquosa (tipo PROMAPAIN[®]-SC3 sulla base dei Rapporti di valutazione Efectis 12-U-669B), di colore bianco, esente da solventi clorurati e cloro paraffine, di consistenza tixotropica, applicata a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre la pittura intumescente dovrà essere corredata di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso e contenuto in sostanze organiche volatili in classe 1.i.WB. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva 42/2004/EC, ISO 11890-2, ASTM D6886-12, LEED 2009 EQ c4.2 e ASTM D2369-10.

Tabella di dimensionamento - Spessore di pittura intumescente PROMAPAIN[®]-SC3 in funzione della resistenza al fuoco

Tipo di struttura in calcestruzzo	Spessore (dft*) di pittura intumescente (µm)	Spessore equivalente di calcestruzzo				
		Durata dell'esposizione al fuoco				
		30'	60'	90'	120'	180'
Solette	897	21	23	21	19	17
	2070	29	42	46	47	42
Travi	894	7	17	15	-	-
	3320	10	33	40	36	29

*dft: Dry Film Thickness - Spessore del film secco



Legenda tecnica

- ① Pittura intumescente PROMAPAIN[®]-SC4
- ② Elementi in cemento armato

Rapporti di valutazione **PV-18-2.003 - CSI 2088FR - CSI 2094FR**
in accordo alla norma **EN 13381-3**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-3: "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali in cemento armato"

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

- Risultati su solaio applicabili anche a parete
- Risultati su trave applicabili anche a pilastro
- Spessore minimo di travi e colonne 15 cm
- Spessore minimo di solaio e parete 12 cm
- Spessore del protettivo determinabile in base ai valori di calcestruzzo equivalente indicati nelle tabelle
- Densità del calcestruzzo compresa fra 2330 kg/m³ ± 15%



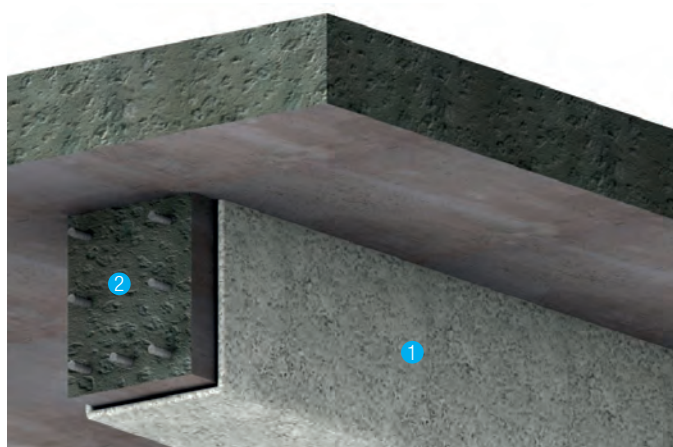
Spessore in funzione della resistenza al fuoco, del copriferro esistente e del rapporto di equivalenza del protettivo

Dettaglio 1 - Indicazioni per l'applicazione

- Tipo di macchina consigliata: Airless ad alta pressione con pescante rigido
- Tipo di pistola: Ad alta pressione con arrivo del materiale direttamente all'ugello senza passare dal calcio
- Tubo principale: 3/8" da 15 m
- Terminale: 1/4" da 4,5 m
- Tipo di ugello: foro da 25 (0,025") autopulente senza diffusore

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in cemento armato (travi, pilastri, solai e pareti) secondo EN 13381-3, costituita da pittura intumescente in emulsione acquosa (tipo PROMAPAIN[®]-SC4 sulla base dei Rapporti di valutazione PV-18-2.003 - CSI 2088FR - CSI 2094FR), di colore bianco, esente da solventi clorurati e cloro paraffine, di consistenza tixotropica, applicata a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre la pittura intumescente dovrà essere corredata di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso e contenuto in sostanze organiche volatili in classe 1.i.WB. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva 42/2004/EC, ISO 11890-2, ASTM D6886-12, LEED 2009 EQ c4.2 e ASTM D2369-10.



Primer di adesione: BONDSEAL®



Spessore in funzione della resistenza al fuoco, del coprifermo esistente e del rapporto di equivalenza del protettivo



Prodotto marcato CE per la resistenza al fuoco

Dettaglio 1 - Indicazioni per l'applicazione

- Tipo di macchina consigliata: PFT G4 - polmone D6-3
- Tipo di pistola/lancia: diametro 25 mm con valvola di chiusura materiale
- Tubo: diametro 35 mm da 25 m
- Tipo di ugello: in plastica con foro da 8-12 mm
- Quantità acqua: 380-450 l/h

Legenda tecnica

- ① Intonaco isolante PROMASPRAY®-P300
- ② Elemento in cemento armato

Rapporto di Valutazione: **EFFECTIS 11-U-239**
in accordo alla norma **EN 13381-3**

Estratto del campo di diretta applicazione:

EN 13381-3: "Metodo per la valutazione della resistenza al fuoco degli elementi strutturali in cemento armato"

Limiti di applicabilità dei risultati della valutazione:

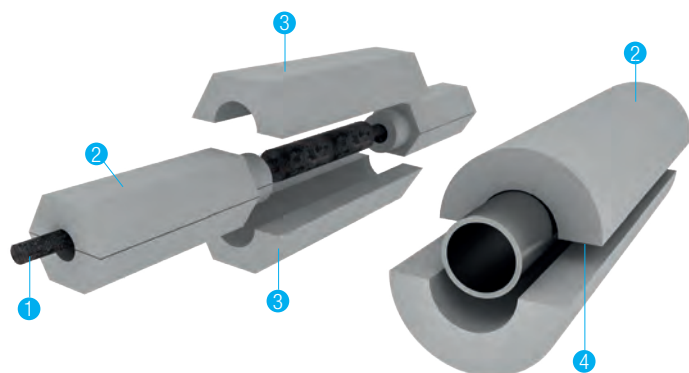
- Risultati su solaio applicabili anche a parete
- Risultati su trave applicabili anche a pilastro
- Spessore minimo di travi e colonne 15 cm
- Spessore minimo di solaio e parete 12 cm
- Spessore del protettivo determinabile in base ai valori di calcestruzzo equivalente indicati nelle tabelle
- Spessore minimo testato 9 mm
- Spessore massimo testato 54 mm
- Densità del calcestruzzo compresa fra $2330 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di elementi in cemento armato (travi, pilastri, solai e pareti) in accordo alla norma EN 13381-3, costituita da intonaco antincendio leggero, a base vermiculite e gesso (tipo PROMASPRAY®-P300 sulla base del Rapporto di Valutazione Efectis 11-U-239) esente da cariche organiche leggere tipo polistirolo, in classe A1 con peso specifico in opera minore di $360 \pm 15 \% \text{ kg/m}^3$, applicato a spruzzo direttamente sulle superfici da proteggere. Inoltre l'intonaco dovrà essere corredato di classificazione secondo la direttiva 65/548 CEE e successive modifiche come prodotto non pericoloso. Contenuto in sostanze organiche volatili valutato secondo Direttiva AFSETT e ISO 16000. Il rivestimento antincendio dovrà essere marcato CE, attestazione di conformità del sistema LIVELLO 1 - Resistenza al fuoco e corredato di D.o.P., in accordo alla ETAG 018-3, per l'uso consentito di resistenza al fuoco di tipo 3 (strutture portanti in cemento armato). Il rivestimento antincendio in Silicato di Calcio dovrà avere una durabilità di non meno di 25 anni, per applicazioni all'interno tipo Z2, in accordo alla ETAG 018-3.

Tabella di dimensionamento - Spessore di intonaco PROMASPRAY®-P300 in funzione della resistenza al fuoco

Tipo di struttura in calcestruzzo	Spessore di intonaco PROMASPRAY®-P300 (mm)	Primer di adesione BONDSEAL	Spessore equivalente di calcestruzzo					
			Durata dell'esposizione al fuoco					
			30'	60'	90'	120'	180'	240'
Solette	10	si	33	40	41	40	-	-
	50	si	> 85	> 85	> 85	> 85	> 85	> 85
Travi	9	si	10	27	25	-	-	-
	29	si	20	50	62	70	72	66
	49	si	24	74	80	87	111	114



Legenda tecnica

- ① Tirante in acciaio o eventuali tenditori/raccordi
- ② Coppella in idrosilicato di calcio PROMATUBE®-A spessori disponibili 30, 38, 58 mm in funzione della resistenza al fuoco
- ③ Pezzo speciale di PROMATUBE®-A per copritenditore
- ④ Collante PROMASEAL®-Glue

Valutazione Tecnica: N° VT/PR.IT 001-2013 - Rapporto di Prova IG 304515
in accordo alla norma EN 13381-1

Valutazione tecnica sulle prestazioni di resistenza al fuoco di tiranti in acciaio con coppelle in idrosilicato di calcio PROMATUBE®-A in funzione dello spessore delle coppelle, della temperatura sul tirante e del massimo allungamento consentito in accordo al Rapporto di Prova IG n° 304515 ed al Rapporto di Valutazione tecnica n° VT/PR.IT 001-2013



Le coppelle PROMATUBE®-A sono disponibili negli spessori 30, 38, 58 mm in funzione della resistenza al fuoco

Valutazione tecnica - Risultati

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle prestazioni e dei risultati ottenuti dalle coppelle PROMATUBE®-A, organizzata per spessore di protettivo, temperatura critica ed allungamento dell'elemento protetto. Si consiglia di fare riferimento anche alle tabelle riportate nella Relazione Tecnica di Valutazione STMGPRMT-CP-01-rev-01, per una valutazione più puntuale oltre che per tutte quelle temperature critiche non riportate nella tabella sottostante.

Temperatura critica [°C]	200	250	300	350	400	450	500	550
Allungamento [mm/m]	2,32	3,01	3,72	4,45	5,20	5,97	6,76	7,57
PROMATUBE®-A spessore 30 mm	R60	R60	R60	R60	R60	R90	R90	R90
PROMATUBE®-A spessore 38 mm	R90	R90	R90	R90	R90	R90	R120	R120
PROMATUBE®-A spessore 58 mm	R120	R120	R120	R120	R120	R120	R120	R120

Nota:

In accordo al DM 16 Febbraio 2007, i test di resistenza al fuoco su elementi strutturali devono essere eseguiti in accordo a specifici standard europei. **Attualmente non è disponibile un protocollo di prova per gli elementi sottoposto a trazione pertanto, al fine di consentire ai Professionisti Antincendio l'utilizzo di protettivi e risolvere un problema frequente nelle opere da costruzione italiane, è stata elaborata una metodologia di prova che si colloca nell'ambito dello "stato dell'arte" in Italia, sia per la prova al fuoco stessa, in accordo alla EN 1363-1, sia per la valutazione dei risultati, ispirati allo standard EN/V 13381-4, cioè l'unico strumento attualmente disponibile per la valutazione dei protettivi di tipo passivo per la protezione delle strutture in acciaio.**

Voce di capitolato

Fornitura e posa in opera di protezione di tiranti in acciaio, costituita da coppelle in calcio silicato con densità 245 kg/mc +/- 10% (tipo PROMATUBE®-A sulla base della relazione tecnica di valutazione VT/PR.IT 001-2013 e al Rapporto di Prova IG 304515), incombustibili in classe A1. I due gusci dovranno essere assemblati con filo di acciaio ritorto a supporto dell'incollaggio sulle giunzioni da effettuare tramite colla PROMASEAL®-GLUE. L'eventuale tenditore dovrà essere protetto tramite l'apposito pezzo speciale, fissato sul sormonto di 50 mm minimo sulle coppelle standard.



**Protezione di strutture
ed elementi in legno**
Vernici intumescenti



Raccomandazioni generali per l'applicazione

PROMADUR® è un rivestimento tecnico. Deve essere applicato con cura e solo da professionisti

PROMADUR® viene applicato a pannello o a rullo (pelo corto) o, per superfici molto grandi, con attrezzatura a spruzzo airless (ugello consigliato: 0.015"). Mescolare il prodotto prima dell'applicazione.

Il prodotto è già pronto per l'uso: massima diluizione con acqua al 3%. Pulire gli attrezzi immediatamente dopo l'uso con acqua calda.

PROMADUR® deve essere completamente asciutto prima dell'applicazione della finitura.

Condizioni per l'applicazione e durante il tempo di asciugatura:

- temperatura > +6°C, umidità relativa < 80%
- contenuto di umidità del legno o dei materiali lignei < 15%

Controllare sempre la superficie per una adeguata adesione: la superficie deve essere esente da sporcizia, polvere, grasso, cera, muffa, olio, colle o qualsiasi altro materiale che possa pregiudicarne l'adesione.

È raccomandato il trattamento di una piccola porzione (area di prova).

Descrizione del prodotto PROMADUR

PROMADUR® è una **vernice intumescente trasparente** a base acqua per la resistenza al fuoco delle strutture in legno. PROMADUR® è un prodotto monocomponente privo di solventi. PROMADUR® è una pittura di ultima generazione per la protezione al fuoco: grazie alle sue straordinarie performance in caso di incendio, PROMADUR® è in grado di fornire **elementi di valutazione e calcolo sulla resistenza al fuoco delle strutture in legno**. Grazie alla sua eccellente trasparenza, la superficie naturale dei materiali in legno **rimane visibile**, mantenendo valore estetico del legno naturale senza rinunciare alla protezione al fuoco. Il funzionamento di PROMADUR® è quello di **espandere se esposto al fuoco**, creando una schiuma isolante che protegge il substrato dal contatto con l'aria (ossigeno), diminuendo la combustibilità e rallentando notevolmente il trasferimento di energia (calore) agli elementi lignei, aumentandone così la resistenza al fuoco. PROMADUR® è progettato **per uso interno**. Un rivestimento addizionale in condizioni normali non è necessario, tuttavia è consigliabile l'applicazione del rivestimento **PROMADUR® Top Coat per aumentarne la resistenza all'umidità** oltre che quella meccanica (resistenza all'abrasione e al contatto). PROMADUR® è eco-friendly, grazie al **basso contenuto di COV** (inferiore di 1 g/l) e privo di formaldeide.

Usi e applicazioni

L'utilizzo principale di PROMADUR® è quello di diminuire la combustibilità delle superfici in legno. In termini di **reazione al fuoco** è classificato **B-s1, d0** secondo EN 13501 (SBI-test) che risulta essere **la migliore performance possibile per un rivestimento reattivo** a protezione di legno naturale. La resistenza al fuoco degli elementi in legno portanti (pilastri, travi, pareti e pavimenti) può essere quindi aumentata applicando un determinato film di vernice PROMADUR®. La resistenza al fuoco di un elemento strutturale ligneo, dipende dalla sua sezione, dalla forma/geometria, dal tipo di legname in cui è realizzato (legno massiccio, segato, piallato, lamellare incollato, prodotti strutturali a base di legno, pannelli in legno incollati o fissati meccanicamente) e **dalla quantità e qualità del rivestimento protettivo applicato**. A seconda dei fattori di cui sopra, PROMADUR® può aumentare la classificazione al fuoco dell'elemento ligneo **fino a 120 minuti (R120)**. PROMADUR® può essere applicato ad una vasta gamma di edifici, come alberghi, ristoranti, scuole, edifici pubblici, musei, biblioteche, uffici ecc... ma soprattutto in tutti quegli edifici dove il **mantenimento del naturale effetto legno** costituirà un valore aggiunto alla protezione al fuoco.

Prestazioni

Reazione al fuoco

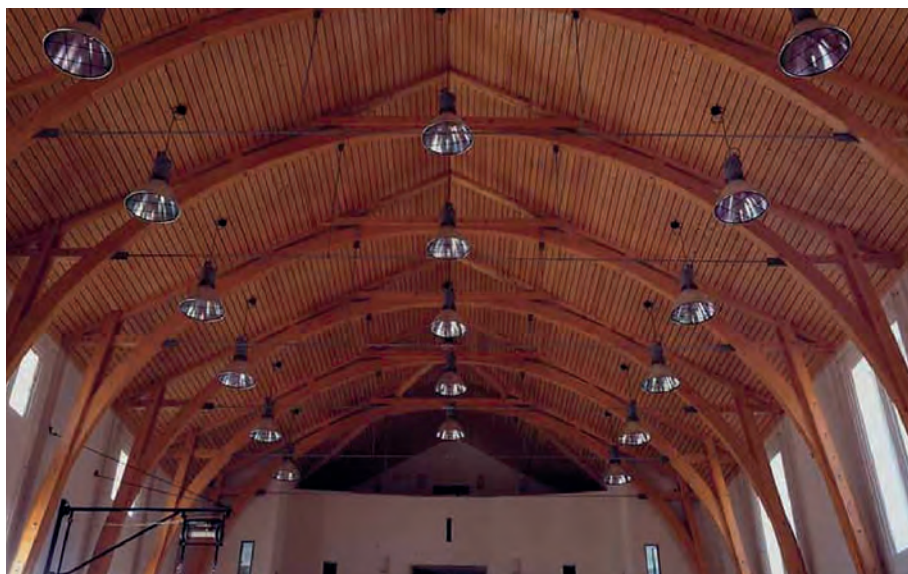
Legno massiccio, pannelli in truciolo e compensato protetti con PROMADUR® 470g/m²: **B-s1, d0**

Resistenza al fuoco

Le valutazioni di resistenza al fuoco dell'elemento in legno protetto dovrà essere calcolato sulla base della **profondità di carbonizzazione** ottenuta dal precedente valore di $t_f \rightarrow t_{ch}$ e k_p , (dalle prove al fuoco secondo EN 13381-7), come richiesto dall'EC 1995-1-2. PROMADUR® è un rivestimento protettivo che fornisce quindi un contributo alla resistenza al fuoco delle strutture portanti. La valutazione della resistenza al fuoco di qualsiasi elemento di legno è sempre un frutto di una combinazione tra resistenza al fuoco dell'elemento originale non protetto e il **contributo del materiale protettivo**, come specificato dall'EC 1995-1-2.

Elementi in legno protetti con PROMADUR® possono raggiungere la **classificazione R120**.

Contatta l'ufficio tecnico per maggiori dettagli ed informazioni.



Come calcolare la Resistenza al fuoco di un elemento strutturale in legno protetto.

L'Eurocodice 5 (CE 1995-1-2) fornisce le procedure per il calcolo della resistenza al fuoco di elementi strutturali in legno con superfici protette dall'esposizione al fuoco. La procedura di Eurocodice 5 divide i periodi di tempo stimato in intervalli diversi, con diversi tassi di carbonizzazione, a seconda dell'effetto del materiale protettivo sul tasso di carbonizzazione

I parametri più importanti sono:

- **la profondità di carbonizzazione:** distanza tra la superficie originale dell'elemento in legno dalla linea di carbonizzazione.
- **Tempo di rottura t_f :** tempo per il quale si verifica lo stop della protezione al fuoco del protettivo, a causa di distacco di una significativa area o del sorgere di notevoli sbalzi di temperatura sulla superficie del legno inizialmente protetta.
- **Inizio della carbonizzazione t_{ch} :** inizio di carbonizzazione della superficie dell'elemento ligneo
- **Tasso di carbonizzazione β :** velocità di carbonizzazione di un elemento di legno quando esposto al fuoco secondo curva ISO 834.

β_o	mm/min	Tasso di carbonizzazione monodirezionale secondo EN 1995-1-2.
β_n	mm/min	Tasso nominale di carbonizzazione (bidimensionale) secondo EN 1995-1-2.
β_2 or β''	mm/min	Tasso di carbonizzazione secondo un sistema protettivo in accordo EN 1995-1-2.
k_β		Rapporto di velocità di carbonizzazione = β'' / β_o per monodirezionale o β'' / β_n se bidimensionale.

Per superfici protette da fuoco da prodotti protettivi, dovrebbe essere considerato:

- l'inizio della carbonizzazione è ritardata fino a t_{ch} ;
- La carbonizzazione può iniziare prima della rottura della prodotto protettivo, ma ad un tasso inferiore rispetto al tasso di carbonizzazione del legno non protetto (valori indicati nell'EC 1995-1-12) fino al tempo di rottura t_f prodotto protettivo;
- Successivamente al tempo di rottura del protettivo t_f , il tasso di carbonizzazione aumenta fino a quando la profondità di carbonizzazione sia uguale alla profondità di carbonizzazione del medesimo elemento senza protettivo antincendio o 25 mm, a seconda di quale sia il valore più basso;
- Durante la fase finale, viene ripristinato il valore del tasso di carbonizzazione dell'elemento senza protettivo antincendio dall'inizio dell'esposizione (β_o se monodirezionali come solai o pareti o β_n se bi-direzionale come travi o le pilastri).

I metodi di prova per determinare i parametri di cui sopra sono indicati nella norma EN 13381-7 (Metodi di prova per determinare il contributo della resistenza al fuoco di elementi strutturali - parte 7: applicata ad elementi in legno).

Assicurazioni di qualità

A garanzia della qualità dei prodotti Promat, gli stessi sono fabbricati secondo sistemi di controllo di qualità estremamente rigorosi, per assicurare ai nostri clienti di ricevere i materiali realizzati secondo standard elevati.

Adempiere a questi standard significa che tutte le attività produttive che hanno un'incidenza sulla qualità del prodotto, sono regolamentate da procedure scritte. Vengono effettuati controlli sistematici e approfonditi su tutti i materiali ed il loro utilizzo.

Le apparecchiature di prova vengono sottoposte a controlli regolari rimandando a norme nazionali. Le informazioni fornite in questa scheda tecnica si basano su test reali e si ritengono essere tipiche del prodotto. Tuttavia alcuna garanzia di risultati è implicita poiché le condizioni di utilizzo del prodotto sono fuori dal nostro controllo.

Valori di resistenza al fuoco

Travi e Pilastri

PROMADUR® 1.120g/m²: Contributo (min) del materiale protettivo: $t_f \rightarrow t_{ch} = 17$ min

Rapporto tra velocità di carbonizzazione della struttura protetta e non protetta $k_\beta = \beta''/\beta'$: $k_\beta = 0.71$

PROMADUR® 468g/m²: Contributo (min) del materiale protettivo: $t_f \rightarrow t_{ch} = 13$ min

Rapporto tra velocità di carbonizzazione della struttura protetta e non protetta $k_\beta = \beta''/\beta'$: $k_\beta = 0.95$

PROMADUR® 181g/m²: Contributo (min) del materiale protettivo: $t_f \rightarrow t_{ch} = 7$ min

Rapporto tra velocità di carbonizzazione della struttura protetta e non protetta $k_\beta = \beta''/\beta'$: $k_\beta = 0.91$ (fino a 30 minuti)
 $k_\beta = 1$ (più di 30 minuti)

Pareti e soffitti

PROMADUR® 468g/m²: Contributo (min) del materiale protettivo: $t_f \rightarrow t_{ch} = 12$ min

Rapporto tra velocità di carbonizzazione della struttura protetta e non protetta $k_\beta = \beta''/\beta'$: $k_\beta = 0.91$

PROMADUR® 181g/m²: Contributo (min) del materiale protettivo: $t_f \rightarrow t_{ch} = 6$ min

Rapporto tra velocità di carbonizzazione della struttura protetta e non protetta $k_\beta = \beta''/\beta'$:
 $k_\beta = 0.72$ (fino a 15 minuti)
 $k_\beta = 1$ (più di 15 minuti)

15 min:	$k_\beta = 0.72$
---------	------------------

Dati tecnici

Colore:	trasparente
Densità (g/cm ³):	1.30 +/- 0.05
Viscosità a 20°C:	500 - 3.500mPa.s (20°C)
Solubile in acqua	solubile
Temperatura di applicazione	tra +6°C e +35°C
Dati di applicazione	fino a 470 gr/m ² per ogni mano
Conversione	1000 micron secchi = 1400 micron umidi" 700 micron secchi = 1 kg/m ² "

Tempi di asciugatura

Come per tutte le idropitture, il tempo di essiccazione dipende dalla temperatura ambiente e dall'umidità relativa. Tempi di essiccazione a circa + 20 ° C ed umidità relativa del 65% sono: 24 ore per ogni mano. Quando asciutto, la superficie trattata con PROMADUR® può essere pulita con un panno asciutto e liscio. Non pulire con acqua, solventi o detergenti sia acidi che alcalini. *Nota: PROMADUR® diventa trasparente dopo l'essiccazione e può essere sensibile alla pressione entro le prime settimane dopo l'applicazione (non sovrapporre le strutture trattate).*

Finitura e top coat

PROMADUR® è testato sulla base di un ciclo completo di pittura e finitura incolore PROMADUR® Top Coat (circa 80-100 gr/m²). Il top coat può essere applicato solo dopo completa essiccazione della vernice intumescente. PROMADUR® Top Coat aumenta la resistenza all'umidità e le prestazioni meccaniche (compresa la resistenza all'abrasione).

Preparazione del supporto

Quando necessario, un primer di adesione deve essere applicato. (Contattare il ns. Ufficio tecnico)

Fornitura e stoccaggio

Fornitura e conservazione in secchi di plastica da 12,5 kg / pallet. Il prodotto ha una shelf-life di 12 mesi in secchi originali chiusi, al di sopra di + 5 ° C e fino a + 35 ° C. Il prodotto non è infiammabile

Salute, Ambiente e Sicurezza

Richiedere sempre la più recente scheda di sicurezza prima di utilizzare il prodotto.

Descrizione del prodotto PROMADUR® Top Coat

PROMADUR® Top Coat è un rivestimento trasparente monocomponente a base solvente, specificamente progettato per migliorare la resistenza all'umidità e le prestazioni meccaniche di PROMADUR®, senza inficiare o diminuire le performance di resistenza al fuoco degli elementi lignei protetti. PROMADUR® Top Coat è di veloce asciugatura e facilmente applicabile. PROMADUR® Top Coat non ha un effetto negativo sull'espansione dei rivestimenti intumescenti.

Applicazione

PROMADUR® è un rivestimento tecnico. Deve essere applicato con cura e solo da professionisti. PROMADUR® Top Coat può essere applicato solo quando PROMADUR® è completamente asciutto. Mescolare il prodotto prima dell'applicazione. Il prodotto è pronto all'uso, la diluizione massima con il solvente è del 3%. La temperatura del materiale e della superficie deve essere $> +15^{\circ}\text{C}$ e l'umidità relativa durante l'applicazione e l'essiccazione deve essere inferiore al 70%. PROMADUR® Top Coat si applica a pennello o a rullo (pelo corto) o, per superfici molto grandi, con attrezzatura a spruzzo airless (ugello consigliato: 0.011").

Dati tecnici

Colore:	trasparente
Densità (g/cm³):	1.17 +/- 0.02
Viscosità a 20°C:	≥ 60 secondi (ISO 2341-93 6mm)
Flash point	32°C
Temperatura di applicazione:	$> +15^{\circ}\text{C}$
Dati di applicazione:	fino a 100g/m² per ogni mano

Tempo di asciugatura

Il tempo di essiccazione dipende dalla temperatura ambiente e dall'umidità relativa. Tempi di essiccazione PROMADUR® Top Coat a circa $+20^{\circ}\text{C}$ ed umidità relativa del 65% sono:

- Film asciutto (fuori polvere) dopo circa 30 minuti;
- Completamente asciutto dopo circa 10 ore.

Nota: PROMADUR® Top Coat diventa trasparente quando completamente asciutto e può essere sensibile alla pressione entro le prime settimane dopo l'applicazione (non sovrapporre le strutture trattate).

Fornitura e stoccaggio

Fornitura e stoccaggio in secchi metallici da 6kg. Il prodotto ha una shelf life di 9 mesi in secchi originali chiusi sopra $+5^{\circ}\text{C}$ fino a $+30^{\circ}\text{C}$. Richiudere i secchi con cura dopo l'uso. Il prodotto è infiammabile

Salute, Ambiente e Sicurezza

Richiedere sempre la scheda di sicurezza prima di utilizzare il prodotto.