

Antincendio

Quaderni d'informazione

La protezione dal fuoco di
strutture in acciaio con vernice
intumescente

PROTHERM STEEL



PREMESSA

Oggi c'è una maggiore attenzione verso i problemi legati alla protezione dal fuoco negli edifici, ne è dimostrazione la direttiva 89/106/CE "prodotti da costruzione" nella quale si prevede che "l'opera deve essere concepita e costruita in modo che in caso di incendio la capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato".

La resistenza al fuoco delle strutture ed in particolar modo di quelle in acciaio riveste un ruolo di particolare importanza evidenziato anche dagli eurocodici.



Sono state create e rese operative una serie di norme e verifiche strutturali per la qualifica dei prodotti destinati a proteggere le strutture.

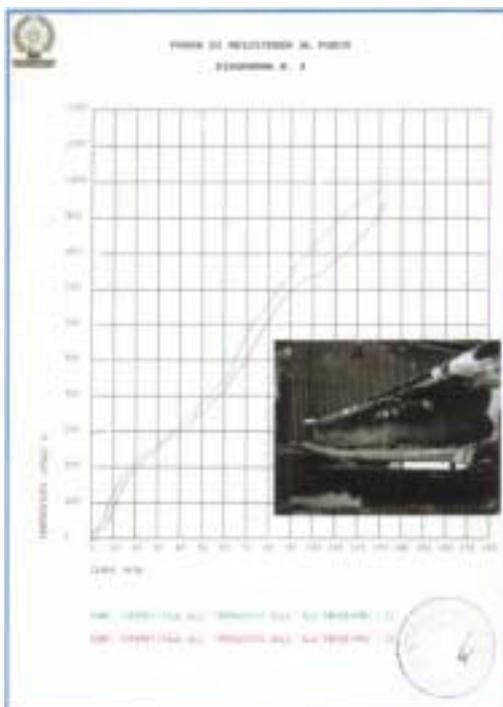
Queste procedure nell'ambito della Direttiva 89/106/CE dovranno portare al marchio CE. La ricerca, la sperimentazione e la verifica hanno aperto scenari diversi anche nell'ambito dei modelli di incendio, tanto da prevederne vari in funzione del carico d'incendio e delle condizioni al contorno.

Il processo di normazione a livello Europeo è arrivato quindi a norme per l'esecuzione di collaudi su elementi strutturali e ad altre per la caratterizzazione ed il calcolo del contributo dei prodotti destinati alla protezione dal fuoco.

In Italia si fa riferimento ancora alla Circolare 91 del 14 sett. 1961 dove viene previsto un collaudo ed una certificazione relativa all'elemento in esame e alle specifiche condizioni di prova. Non vi è alcuna caratterizzazione del protettivo.

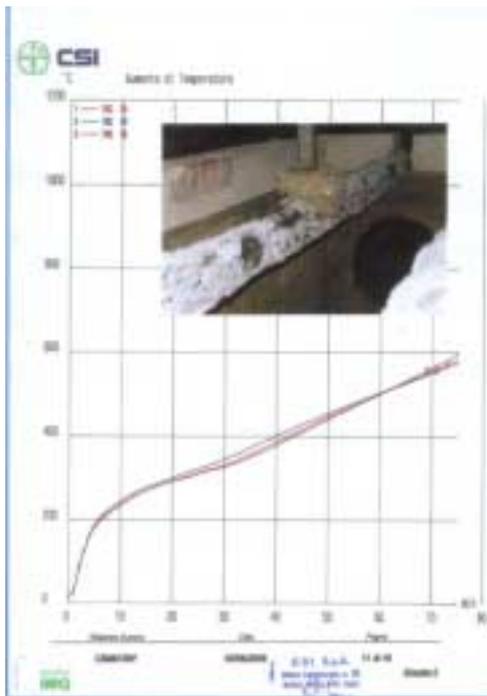
L'attuale verifica ha il limite di considerare il risultato valido solo ed esclusivamente per l'elemento in esame, senza possibilità di poter estrapolare o interpolare il risultato.

Il progettista o il calcolatore si deve quindi affidare a singoli collaudi districandosi tra certificazioni che spesso non trovano corrispondenza tra elementi certificati/collaudati e la realtà di progetto.



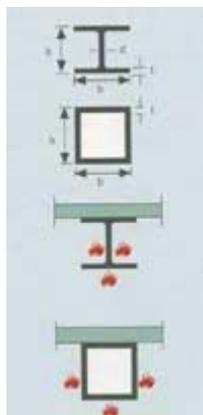
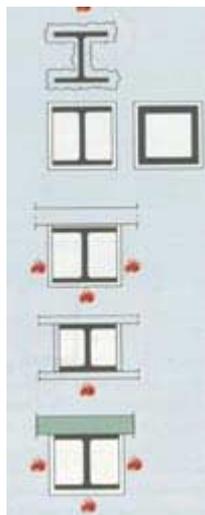
Il diagramma a sinistra si riferisce ad un collaudo effettuato utilizzando una trave tipo HEM 320. Si tratta di un singolo elemento difficilmente riscontrabile nella media dei profili comunemente utilizzati. È stata sottoposta ad un carico pari al 15% di quello ammissibile e visto il suo rapporto di massa si è ottenuto un risultato pari a 120' di resistenza al fuoco. Utilizzare solo questo collaudo è un modo improprio per qualificare un prodotto.

Il diagramma in basso si riferisce ad un collaudo di una trave IPE 180 con carico pari al 75% di quello ammissibile.



In questo caso utilizzando un elemento ed un carico "normale" il risultato è stato pari ad una resistenza al fuoco di 60'. Si tratta di un collaudo più aderente alla realtà ma sempre insufficiente per la caratterizzazione di un prodotto. Un'ulteriore verifica è la temperatura di collasso, nel primo caso si va oltre gli 800°C, mentre nel secondo si sta intorno ai 500°C. Occorre quindi un mezzo, un meccanismo che consenta una caratterizzazione del sistema protettivo, basato su un ampio spettro sperimentale e permetta poi su base analitica o grafica la creazione di tabelle e abachi così da poter soddisfare tutte le esigenze in funzione del tempo di resistenza al fuoco richiesto e del fattore di massa dell'elemento (S/V).

Per tempo si intende il tempo di resistenza al fuoco (minuti) della struttura sottoposta ad incendio standard (vedi ad esempio la curva temperatura tempo ISO 834) e S/V è il rapporto tra superficie della sezione e il perimetro esposto al fuoco. Rapporto detto "massività" definito in vari modi U/F - S/V ed è espresso in m-1. Questo approccio è quanto viene previsto nelle norme di verifica come la UNI ENV 13381-4 (Norma Europea-Metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali - Protezione applicata ad elementi di acciaio).





Non è più accettabile una qualificazione di prodotto, una proposta tecnica che non sia di qualità e non tenga presente la sempre maggiore richiesta di sicurezza, corrispondenza e affidabilità.

Anticipando il recepimento delle norme comunitarie e i tempi occorrenti perché i laboratori sperimentali si attrezzino e si adeguino all' uso della nuova tecnologia la soc. Italvis protect con la collaborazione del Politecnico di Milano, ha messo a punto una procedura di qualificazione e caratterizzazione della vernice intumescente Protherm Steel basata su di un ampio numero di risultati sperimentali disponibili

I risultati delle prove sperimentali sono stati elaborati secondo quanto previsto dalla norma NT FIRE 021-3 al fine di valutare il contributo offerto dalla vernice intumescente Protherm Steel alla resistenza al fuoco degli elementi strutturali in acciaio.

Le pagine che seguono presentano diagrammi e tabelle di facile consultazione che sintetizzano i risultati della ricerca, dando al progettista e all'utilizzatore una risposta immediata in termini di quantitativo di prodotto da applicare per raggiungere una determinata classe di resistenza al fuoco.

Sono stati sviluppati diagrammi e tabelle per diverse temperature critiche (350-400-450-500°C, per profili che vengono utilizzati a diversi regimi di carico) che sono a disposizione facendone richiesta al nostro Servizio Tecnico.

Si dà così ampia possibilità di scelta al progettista che può utilizzare i valori più pertinenti alla struttura ed al progetto.

Vengono riportati i consumi per una temperatura critica di 550°C per elementi quali travi o pilastri esposti al fuoco su tre o quattro lati e di 620°C per elementi quali travi collaboranti con solai.



TABELLA CONSUMI PER PROFILI AD I

| Vernice intumescente PROTHERM STEEL - Profili a I e H. Tabella consumi e spessori per classe di resistenza al fuoco in funzione della massività e del tipo di elemento | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------------------|-----|-------------------------|-------|-------------------|------|--|
| | | R 30' | | | | R 45' | | | |
| S/V (m ⁻¹) | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | |
| | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | |
| 10 | 0,192 | 97 | 0,150 | 75 | 0,333 | 168 | 0,266 | 134 | |
| 20 | 0,206 | 104 | 0,161 | 81 | 0,358 | 180 | 0,285 | 144 | |
| 30 | 0,221 | 112 | 0,172 | 87 | 0,384 | 193 | 0,306 | 154 | |
| 40 | 0,237 | 120 | 0,185 | 93 | 0,411 | 207 | 0,328 | 165 | |
| 50 | 0,254 | 128 | 0,198 | 100 | 0,441 | 222 | 0,352 | 177 | |
| 60 | 0,273 | 138 | 0,212 | 107 | 0,473 | 239 | 0,377 | 190 | |
| 70 | 0,293 | 148 | 0,228 | 115 | 0,508 | 256 | 0,405 | 204 | |
| 80 | 0,314 | 158 | 0,244 | 123 | 0,544 | 274 | 0,434 | 219 | |
| 90 | 0,337 | 170 | 0,262 | 132 | 0,584 | 294 | 0,465 | 235 | |
| 100 | 0,361 | 182 | 0,281 | 142 | 0,626 | 316 | 0,499 | 252 | |
| 110 | 0,387 | 195 | 0,301 | 152 | 0,672 | 338 | 0,535 | 270 | |
| 120 | 0,415 | 209 | 0,323 | 163 | 0,720 | 363 | 0,574 | 289 | |
| 130 | 0,446 | 225 | 0,347 | 175 | 0,772 | 389 | 0,616 | 310 | |
| 140 | 0,478 | 241 | 0,372 | 187 | 0,828 | 418 | 0,660 | 333 | |
| 150 | 0,512 | 258 | 0,399 | 201 | 0,889 | 448 | 0,708 | 357 | |
| 160 | 0,550 | 277 | 0,428 | 216 | 0,953 | 480 | 0,760 | 383 | |
| 170 | 0,589 | 297 | 0,459 | 231 | 1,022 | 515 | 0,815 | 411 | |
| 180 | 0,632 | 319 | 0,492 | 248 | 1,096 | 552 | 0,874 | 440 | |
| 190 | 0,678 | 342 | 0,528 | 266 | 1,176 | 593 | 0,937 | 472 | |
| 200 | 0,727 | 367 | 0,566 | 285 | 1,261 | 635 | 1,005 | 507 | |
| 210 | 0,780 | 393 | 0,607 | 306 | 1,352 | 682 | 1,078 | 543 | |
| 220 | 0,836 | 422 | 0,651 | 328 | 1,450 | 731 | 1,156 | 583 | |
| 230 | 0,897 | 452 | 0,698 | 352 | 1,556 | 784 | 1,240 | 625 | |
| 240 | 0,962 | 485 | 0,749 | 377 | 1,668 | 841 | 1,330 | 670 | |
| 250 | 1,032 | 520 | 0,803 | 405 | 1,789 | 902 | 1,426 | 719 | |
| 260 | 1,107 | 558 | 0,861 | 434 | 1,919 | 967 | 1,530 | 771 | |
| 270 | 1,187 | 598 | 0,924 | 466 | 2,058 | 1037 | 1,641 | 827 | |
| 280 | 1,273 | 642 | 0,991 | 499 | 2,207 | 1113 | 1,760 | 887 | |
| 290 | 1,365 | 688 | 1,063 | 536 | 2,367 | 1193 | 1,887 | 951 | |
| 300 | 1,464 | 738 | 1,140 | 574 | 2,539 | 1280 | 2,024 | 1020 | |

| Vernice intumescente PROTHERM STEEL - Profili a I e H. Tabella consumi e spessori per classe di resistenza al fuoco in funzione della massività e del tipo di elemento | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------------------|------|-------------------------|-------|-------------------|------|--|
| | | R 60' | | | | R 90' | | | |
| S/V (m ⁻¹) | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | |
| | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | |
| 10 | 0,488 | 246 | 0,393 | 198 | 0,822 | 414 | 0,670 | 338 | |
| 20 | 0,523 | 264 | 0,422 | 213 | 0,881 | 444 | 0,719 | 362 | |
| 30 | 0,561 | 283 | 0,452 | 228 | 0,945 | 476 | 0,771 | 388 | |
| 40 | 0,601 | 303 | 0,485 | 245 | 1,014 | 511 | 0,827 | 417 | |
| 50 | 0,645 | 325 | 0,520 | 262 | 1,087 | 548 | 0,887 | 447 | |
| 60 | 0,692 | 349 | 0,558 | 281 | 1,166 | 588 | 0,951 | 479 | |
| 70 | 0,742 | 374 | 0,599 | 302 | 1,250 | 630 | 1,020 | 514 | |
| 80 | 0,796 | 401 | 0,642 | 324 | 1,341 | 676 | 1,094 | 551 | |
| 90 | 0,853 | 430 | 0,689 | 347 | 1,438 | 725 | 1,173 | 591 | |
| 100 | 0,915 | 461 | 0,739 | 372 | 1,543 | 777 | 1,258 | 634 | |
| 110 | 0,982 | 495 | 0,792 | 399 | 1,654 | 834 | 1,349 | 680 | |
| 120 | 1,053 | 531 | 0,850 | 428 | 1,774 | 894 | 1,447 | 729 | |
| 130 | 1,129 | 569 | 0,911 | 459 | 1,903 | 959 | 1,552 | 782 | |
| 140 | 1,211 | 610 | 0,977 | 493 | 2,041 | 1029 | 1,665 | 839 | |
| 150 | 1,299 | 655 | 1,048 | 528 | 2,189 | 1103 | 1,786 | 900 | |
| 160 | 1,393 | 702 | 1,124 | 567 | 2,348 | 1183 | 1,915 | 965 | |
| 170 | 1,494 | 753 | 1,206 | 608 | 2,518 | 1269 | 2,054 | 1035 | |
| 180 | 1,602 | 808 | 1,293 | 652 | 2,700 | 1361 | 2,203 | 1110 | |
| 190 | 1,719 | 866 | 1,387 | 699 | 2,896 | 1460 | 2,362 | 1191 | |
| 200 | 1,843 | 929 | 1,487 | 750 | 3,106 | 1566 | 2,534 | 1277 | |
| 210 | 1,977 | 996 | 1,595 | 804 | 3,331 | 1679 | 2,717 | 1370 | |
| 220 | 2,120 | 1069 | 1,711 | 862 | 3,573 | 1801 | 2,915 | 1469 | |
| 230 | 2,274 | 1146 | 1,835 | 925 | 3,832 | 1931 | 3,126 | 1575 | |
| 240 | 2,439 | 1229 | 1,968 | 992 | 4,110 | 2071 | 3,353 | 1690 | |
| 250 | 2,616 | 1318 | 2,111 | 1064 | 4,408 | 2222 | 3,596 | 1812 | |
| 260 | 2,805 | 1414 | 2,264 | 1141 | 4,728 | 2383 | 3,856 | 1944 | |
| 270 | 3,009 | 1516 | 2,428 | 1224 | 5,070 | 2555 | 4,136 | 2085 | |
| 280 | 3,227 | 1626 | 2,604 | 1312 | | | 4,436 | 2236 | |
| 290 | 3,461 | 1744 | 2,793 | 1408 | | | 4,757 | 2398 | |
| 300 | 3,712 | 1871 | 2,995 | 1510 | | | | | |

TABELLA CONSUMI PER PROFILI A SEZIONE QUADRA O CIRCOLARE

| Vernice intumescente PROTHERM STEEL - Profili a sezione cava, quadra, rettangolare e circolare. Tabella consumi e spessori per classe di resistenza al fuoco in funzione della massività e del tipo di elemento | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-----|-------------------|-----|-------------------------|------|-------------------|------|
| S/V (m ⁻¹) | R 30' | | | | R 45' | | | |
| | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | |
| | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm |
| 10 | 0,194 | 98 | 0,151 | 76 | 0,337 | 170 | 0,269 | 135 |
| 20 | 0,210 | 106 | 0,164 | 83 | 0,365 | 184 | 0,291 | 147 |
| 30 | 0,228 | 115 | 0,177 | 89 | 0,395 | 199 | 0,315 | 159 |
| 40 | 0,247 | 124 | 0,192 | 97 | 0,428 | 216 | 0,341 | 172 |
| 50 | 0,267 | 135 | 0,208 | 105 | 0,463 | 234 | 0,369 | 186 |
| 60 | 0,289 | 146 | 0,225 | 113 | 0,502 | 253 | 0,400 | 202 |
| 70 | 0,313 | 158 | 0,244 | 123 | 0,543 | 274 | 0,433 | 218 |
| 80 | 0,339 | 171 | 0,264 | 133 | 0,588 | 296 | 0,469 | 236 |
| 90 | 0,367 | 185 | 0,286 | 144 | 0,636 | 321 | 0,507 | 256 |
| 100 | 0,397 | 200 | 0,309 | 156 | 0,689 | 347 | 0,549 | 277 |
| 110 | 0,430 | 217 | 0,335 | 169 | 0,745 | 376 | 0,594 | 299 |
| 120 | 0,465 | 234 | 0,362 | 182 | 0,807 | 407 | 0,643 | 324 |
| 130 | 0,503 | 254 | 0,392 | 197 | 0,873 | 440 | 0,696 | 351 |
| 140 | 0,545 | 275 | 0,424 | 214 | 0,944 | 476 | 0,753 | 379 |
| 150 | 0,589 | 297 | 0,459 | 231 | 1,022 | 515 | 0,815 | 411 |
| 160 | 0,638 | 321 | 0,496 | 250 | 1,105 | 557 | 0,881 | 444 |
| 170 | 0,690 | 348 | 0,537 | 271 | 1,196 | 603 | 0,953 | 480 |
| 180 | 0,746 | 376 | 0,581 | 293 | 1,293 | 652 | 1,031 | 520 |
| 190 | 0,807 | 407 | 0,628 | 316 | 1,399 | 705 | 1,115 | 562 |
| 200 | 0,873 | 440 | 0,679 | 342 | 1,513 | 763 | 1,206 | 608 |
| 210 | 0,944 | 476 | 0,734 | 370 | 1,636 | 825 | 1,304 | 657 |
| 220 | 1,021 | 514 | 0,794 | 400 | 1,769 | 892 | 1,411 | 711 |
| 230 | 1,103 | 556 | 0,859 | 433 | 1,913 | 964 | 1,525 | 769 |
| 240 | 1,193 | 601 | 0,929 | 468 | 2,069 | 1043 | 1,649 | 831 |
| 250 | 1,290 | 650 | 1,004 | 506 | 2,237 | 1127 | 1,783 | 899 |
| 260 | 1,383 | 697 | 1,077 | 543 | 2,399 | 1209 | 1,912 | 964 |
| 270 | 1,484 | 748 | 1,155 | 582 | 2,573 | 1297 | 2,051 | 1034 |
| 280 | 1,591 | 802 | 1,239 | 624 | 2,759 | 1391 | 2,200 | 1109 |
| 290 | 1,707 | 860 | 1,328 | 669 | 2,959 | 1492 | 2,359 | 1189 |
| 300 | 1,831 | 923 | 1,425 | 718 | 3,174 | 1600 | 2,530 | 1275 |

| Vernice intumescente PROTHERM STEEL - Profili a sezione cava, quadra, rettangolare e circolare. Tabella consumi e spessori per classe di resistenza al fuoco in funzione della massività e del tipo di elemento | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------|-------------------|------|-------------------------|------|-------------------|------|
| S/V (m ⁻¹) | R 60' | | | | R 90' | | | |
| | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | | Pilastro/Trave Tc.550°C | | Trave Tc.620°C | |
| | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm | kg/m ² | µm |
| 10 | 0,492 | 248 | 0,397 | 200 | 0,830 | 418 | 0,677 | 341 |
| 20 | 0,533 | 269 | 0,430 | 217 | 0,899 | 453 | 0,733 | 369 |
| 30 | 0,578 | 291 | 0,466 | 235 | 0,973 | 491 | 0,794 | 400 |
| 40 | 0,625 | 315 | 0,505 | 254 | 1,054 | 531 | 0,860 | 433 |
| 50 | 0,677 | 341 | 0,547 | 275 | 1,141 | 575 | 0,931 | 469 |
| 60 | 0,733 | 370 | 0,592 | 298 | 1,236 | 623 | 1,008 | 508 |
| 70 | 0,794 | 400 | 0,641 | 323 | 1,338 | 674 | 1,091 | 550 |
| 80 | 0,859 | 433 | 0,693 | 350 | 1,448 | 730 | 1,181 | 595 |
| 90 | 0,930 | 469 | 0,751 | 378 | 1,568 | 790 | 1,279 | 644 |
| 100 | 1,007 | 507 | 0,812 | 409 | 1,697 | 855 | 1,384 | 698 |
| 110 | 1,090 | 549 | 0,879 | 443 | 1,836 | 926 | 1,498 | 755 |
| 120 | 1,179 | 594 | 0,952 | 480 | 1,987 | 1002 | 1,621 | 817 |
| 130 | 1,276 | 643 | 1,030 | 519 | 2,150 | 1084 | 1,754 | 884 |
| 140 | 1,381 | 696 | 1,114 | 562 | 2,327 | 1173 | 1,898 | 957 |
| 150 | 1,494 | 753 | 1,205 | 608 | 2,517 | 1269 | 2,053 | 1035 |
| 160 | 1,616 | 814 | 1,304 | 657 | 2,723 | 1373 | 2,221 | 1120 |
| 170 | 1,748 | 881 | 1,411 | 711 | 2,946 | 1485 | 2,403 | 1211 |
| 180 | 1,891 | 953 | 1,526 | 769 | 3,187 | 1606 | 2,599 | 1310 |
| 190 | 2,045 | 1031 | 1,650 | 832 | 3,447 | 1737 | 2,811 | 1417 |
| 200 | 2,212 | 1115 | 1,785 | 900 | 3,728 | 1879 | 3,041 | 1532 |
| 210 | 2,392 | 1206 | 1,930 | 973 | 4,031 | 2032 | 3,288 | 1657 |
| 220 | 2,587 | 1304 | 2,087 | 1052 | 4,359 | 2197 | 3,556 | 1792 |
| 230 | 2,797 | 1410 | 2,257 | 1138 | 4,713 | 2376 | 3,845 | 1938 |
| 240 | 3,024 | 1524 | 2,440 | 1230 | 5,096 | 2569 | 4,157 | 2095 |
| 250 | 3,270 | 1648 | 2,638 | 1330 | | | 4,494 | 2265 |
| 260 | 3,507 | 1767 | 2,830 | 1426 | | | 4,820 | 2429 |
| 270 | 3,761 | 1896 | 3,035 | 1530 | | | | |
| 280 | 4,034 | 2033 | 3,255 | 1640 | | | | |
| 290 | 4,326 | 2180 | 3,491 | 1759 | | | | |
| 300 | 4,640 | 2338 | 3,744 | 1887 | | | | |

Le tabelle che seguono si riferiscono ai seguenti profili:

- IPE = Profilo europea a I
- HE = Profilo europea ad ali larghe tipo AA-A-B-M
- IPN = Profilo europeo per travi
- U = Profilo a U
- UAP = Profilo ad U ad ali parallele
- UPN = Profilo americano per travi ad ali larghe

Per ogni tabella la prima colonna si riferisce al tipo di profilo la seconda al rapporto S/V del profilo investito dal fuoco su tre lati, la terza per il profilo investito su quattro lati (3L) (4L).

| IPE | | | HE | | | HE | | |
|---------------|-----|-----|-----------|-----|-----|---------------|-----|-----|
| IPE | 3L | 4L | HE | 3L | 4L | HE | 3L | 4L |
| IPE A 100 | 389 | 452 | HE 100 AA | 290 | 355 | HE 400 AA | 135 | 161 |
| IPE 100 | 334 | 387 | HE 100 A | 217 | 264 | HE 400 A | 101 | 120 |
| IPE A 120 | 370 | 428 | HE 100 B | 180 | 218 | HE 400 B | 82 | 97 |
| IPE 120 | 311 | 360 | HE 100 M | 96 | 116 | HE 400 M | 52 | 62 |
| IPE A 140 | 354 | 409 | HE 120 AA | 296 | 361 | HE 450 AA | 133 | 156 |
| IPE 140 | 291 | 335 | HE 120 A | 220 | 267 | HE 450 A | 96 | 113 |
| IPE A 160 | 332 | 382 | HE 120 B | 167 | 202 | HE 450 B | 79 | 93 |
| IPE 160 | 269 | 310 | HE 120 M | 92 | 111 | HE 450 M | 53 | 62 |
| IPE A 180 | 308 | 354 | HE 140 AA | 281 | 342 | HE 500 AA | 130 | 152 |
| IPE 180 | 253 | 291 | HE 140 A | 208 | 253 | HE 500 A | 92 | 107 |
| IPE O 180 | 226 | 260 | HE 140 B | 155 | 187 | HE 500 B | 76 | 89 |
| IPE A 200 | 283 | 326 | HE 140 M | 88 | 106 | HE 500 M | 55 | 63 |
| IPE 200 | 235 | 270 | HE 160 AA | 244 | 297 | HE 550 AA | 123 | 142 |
| IPE O 200 | 212 | 244 | HE 160 A | 192 | 234 | HE 550 A | 90 | 104 |
| IPE A 220 | 260 | 298 | HE 160 B | 140 | 169 | HE 550 B | 76 | 88 |
| IPE 220 | 221 | 254 | HE 160 M | 83 | 100 | HE 550 M | 56 | 64 |
| IPE O 220 | 200 | 230 | HE 180 AA | 229 | 279 | HE 600 AA | 120 | 138 |
| IPE A 240 | 240 | 276 | HE 180 A | 187 | 226 | HE 600 A | 89 | 102 |
| IPE 240 | 205 | 236 | HE 180 B | 131 | 159 | HE 600 B | 75 | 86 |
| IPE O 240 | 185 | 213 | HE 180 M | 80 | 96 | HE 600 M | 57 | 65 |
| IPE A 270 | 230 | 265 | HE 200 AA | 211 | 256 | HE 600 x 337 | 49 | 56 |
| IPE 270 | 197 | 227 | HE 200 A | 174 | 211 | HE 600 x 399 | 42 | 48 |
| IPE O 270 | 170 | 195 | HE 200 B | 122 | 147 | HE 650 AA | 118 | 135 |
| IPE A 300 | 216 | 248 | HE 200 M | 76 | 92 | HE 650 A | 87 | 100 |
| IPE 300 | 188 | 216 | HE 220 AA | 200 | 242 | HE 650 B | 74 | 85 |
| IPE O 300 | 163 | 187 | HE 220 A | 161 | 195 | HE 650 M | 58 | 66 |
| IPE A 330 | 199 | 228 | HE 220 B | 115 | 140 | HE 650 x 343 | 50 | 57 |
| IPE 330 | 175 | 200 | HE 220 M | 73 | 88 | HE 650 x 407 | 43 | 49 |
| IPE O 330 | 152 | 175 | HE 240 AA | 185 | 225 | HE 700 AA | 114 | 129 |
| IPE A 360 | 185 | 211 | HE 240 A | 147 | 178 | HE 700 A | 85 | 96 |
| IPE 360 | 163 | 186 | HE 240 B | 108 | 131 | HE 700 B | 72 | 82 |
| IPE O 360 | 142 | 162 | HE 240 M | 61 | 73 | HE 700 M | 59 | 67 |
| IPE A 400 | 176 | 200 | HE 260 AA | 176 | 214 | HE 700 x 352 | 51 | 58 |
| IPE 400 | 152 | 174 | HE 260 A | 141 | 171 | HE 700 x 418 | 44 | 50 |
| IPE O 400 | 135 | 154 | HE 260 B | 105 | 127 | HE 800 AA | 108 | 122 |
| IPE A 450 | 165 | 187 | HE 260 M | 59 | 72 | HE 800 A | 84 | 94 |
| IPE 450 | 143 | 162 | HE 280 AA | 168 | 204 | HE 800 B | 72 | 81 |
| IPE O 450 | 122 | 138 | HE 280 A | 136 | 165 | HE 800 M | 60 | 68 |
| IPE A 500 | 152 | 172 | HE 280 B | 102 | 123 | HE 800 x 373 | 52 | 59 |
| IPE 500 | 134 | 151 | HE 280 M | 59 | 71 | HE 800 x 444 | 44 | 50 |
| IPE O 500 | 114 | 129 | HE 300 AA | 158 | 192 | HE 900 AA | 101 | 113 |
| IPE A 550 | 142 | 160 | HE 300 A | 126 | 153 | HE 900 A | 81 | 90 |
| IPE 550 | 124 | 140 | HE 300 B | 96 | 116 | HE 900 B | 70 | 78 |
| IPE O 550 | 108 | 121 | HE 300 M | 50 | 60 | HE 900 M | 62 | 69 |
| IPE A 600 | 131 | 147 | HE 320 AA | 152 | 184 | HE 900 x 391 | 54 | 60 |
| IPE 600 | 115 | 129 | HE 320 A | 117 | 141 | HE 900 x 466 | 45 | 51 |
| IPE O 600 | 93 | 104 | HE 320 B | 91 | 110 | HE 1000 AA | 98 | 108 |
| IPE 750 x 147 | 120 | 134 | HE 320 M | 50 | 60 | HE 1000 A | 81 | 89 |
| IPE 750 x 173 | 102 | 114 | HE 340 AA | 147 | 177 | HE 1000 B | 70 | 78 |
| IPE 750 x 196 | 91 | 102 | HE 340 A | 112 | 134 | HE 1000 M | 64 | 70 |
| | | | HE 340 B | 88 | 106 | HE 1000 x 393 | 57 | 63 |
| | | | HE 340 M | 50 | 60 | HE 1000 x 409 | 55 | 61 |
| | | | HE 360 AA | 142 | 170 | HE 1000 x 488 | 47 | 52 |
| | | | HE 360 A | 107 | 128 | HE 1000 x 579 | 40 | 44 |
| | | | HE 360 B | 86 | 102 | | | |
| | | | HE 360 M | 51 | 61 | | | |

W

| W | 3L | 4L |
|--------------------|-----|-----|
| W 100 x 100 x 19.3 | 201 | 243 |
| W 130 x 130 x 23.8 | 201 | 243 |
| W 130 x 130 x 28.1 | 172 | 208 |
| W 150 x 100 x 13.5 | 336 | 393 |
| W 150 x 100 x 18.0 | 253 | 297 |
| W 150 x 100 x 24.0 | 197 | 231 |
| W 150 x 150 x 22.5 | 259 | 313 |
| W 150 x 150 x 29.8 | 198 | 238 |
| W 150 x 150 x 37.1 | 160 | 193 |
| W 200 x 100 x 15.0 | 354 | 406 |
| W 200 x 100 x 19.3 | 276 | 317 |
| W 200 x 100 x 22.5 | 241 | 277 |
| W 200 x 135 x 26.6 | 232 | 271 |
| W 200 x 135 x 31.3 | 199 | 233 |
| W 200 x 165 x 35.9 | 190 | 226 |
| W 200 x 165 x 41.7 | 165 | 196 |
| W 200 x 200 x 46.1 | 168 | 202 |
| W 200 x 200 x 52 | 149 | 180 |
| W 200 x 200 x 59 | 132 | 159 |
| W 200 x 200 x 71 | 111 | 134 |
| W 200 x 200 x 86 | 93 | 112 |
| W 200 x 200 x 100 | 82 | 99 |
| W 250 x 100 x 17.9 | 342 | 386 |
| W 250 x 100 x 22.3 | 275 | 311 |
| W 250 x 100 x 25.3 | 246 | 277 |
| W 250 x 100 x 28.4 | 221 | 249 |
| W 250 x 145 x 32.7 | 222 | 257 |
| W 250 x 145 x 38.5 | 190 | 220 |
| W 250 x 145 x 44.8 | 165 | 191 |
| W 250 x 250 x 73 | 132 | 159 |
| W 250 x 250 x 80 | 121 | 146 |
| W 250 x 250 x 89 | 109 | 132 |
| W 250 x 250 x 101 | 97 | 117 |
| W 250 x 250 x 115 | 87 | 104 |
| W 250 x 250 x 131 | 77 | 92 |
| W 250 x 250 x 149 | 68 | 82 |
| W 250 x 250 x 167 | 62 | 74 |
| W 310 x 100 x 21.0 | 329 | 367 |
| W 310 x 100 x 23.8 | 292 | 326 |
| W 310 x 100 x 28.3 | 249 | 277 |
| W 310 x 100 x 32.7 | 216 | 241 |
| W 310 x 165 x 38.7 | 220 | 253 |
| W 310 x 165 x 44.5 | 193 | 222 |
| W 310 x 165 x 52 | 166 | 191 |
| W 310 x 310 x 97 | 120 | 145 |
| W 310 x 310 x 107 | 110 | 132 |
| W 310 x 310 x 117 | 100 | 121 |
| W 310 x 310 x 129 | 91 | 110 |
| W 310 x 310 x 143 | 83 | 100 |
| W 310 x 310 x 158 | 76 | 92 |
| W 310 x 310 x 179 | 68 | 82 |
| W 310 x 310 x 202 | 60 | 73 |
| W 310 x 310 x 226 | 55 | 66 |
| W 310 x 310 x 253 | 49 | 59 |
| W 310 x 310 x 283 | 45 | 54 |
| W 310 x 310 x 313 | 41 | 49 |
| W 310 x 310 x 342 | 38 | 45 |
| W 360 x 130 x 32.9 | 252 | 282 |
| W 360 x 130 x 39.0 | 213 | 238 |
| W 360 x 170 x 44 | 207 | 237 |
| W 360 x 170 x 51 | 185 | 211 |
| W 360 x 170 x 57.8 | 166 | 190 |

W

| W | 3L | 4L |
|--------------------|-----|-----|
| W 360 x 370 x 134 | 104 | 125 |
| W 360 x 370 x 147 | 95 | 114 |
| W 360 x 370 x 162 | 87 | 105 |
| W 360 x 370 x 179 | 79 | 95 |
| W 360 x 370 x 196 | 72 | 87 |
| W 360 x 410 x 216 | 68 | 82 |
| W 360 x 410 x 237 | 63 | 76 |
| W 360 x 410 x 262 | 57 | 69 |
| W 360 x 410 x 287 | 52 | 63 |
| W 360 x 410 x 314 | 48 | 58 |
| W 360 x 410 x 347 | 44 | 53 |
| W 360 x 410 x 382 | 40 | 49 |
| W 360 x 410 x 421 | 37 | 45 |
| W 360 x 410 x 463 | 34 | 41 |
| W 360 x 410 x 509 | 31 | 38 |
| W 360 x 410 x 551 | 29 | 35 |
| W 360 x 410 x 592 | 28 | 33 |
| W 360 x 410 x 634 | 26 | 31 |
| W 360 x 410 x 677 | 25 | 30 |
| W 360 x 410 x 744 | 23 | 27 |
| W 360 x 410 x 818 | 21 | 25 |
| W 360 x 410 x 900 | 19 | 23 |
| W 360 x 410 x 990 | 18 | 22 |
| W 360 x 410 x 1086 | 17 | 20 |
| W 410 x 140 x 38.8 | 239 | 267 |
| W 410 x 140 x 46.1 | 203 | 227 |
| W 410 x 180 x 53 | 192 | 218 |
| W 410 x 180 x 60 | 174 | 197 |
| W 410 x 180 x 67 | 154 | 175 |
| W 410 x 180 x 75 | 140 | 159 |
| W 410 x 180 x 85 | 124 | 140 |
| W 460 x 150 x 52 | 200 | 223 |
| W 460 x 150 x 60 | 176 | 196 |
| W 460 x 150 x 68 | 154 | 172 |
| W 460 x 190 x 74 | 153 | 173 |
| W 460 x 190 x 82 | 139 | 158 |
| W 460 x 190 x 89 | 129 | 145 |
| W 460 x 190 x 97 | 119 | 135 |
| W 460 x 190 x 106 | 110 | 124 |
| W 460 x 280 x 113 | 120 | 139 |
| W 460 x 280 x 128 | 106 | 124 |
| W 460 x 280 x 144 | 95 | 110 |
| W 460 x 280 x 158 | 87 | 102 |
| W 460 x 280 x 177 | 78 | 91 |
| W 530 x 210 x 92 | 140 | 158 |
| W 530 x 210 x 101 | 128 | 145 |
| W 530 x 210 x 109 | 120 | 135 |
| W 530 x 210 x 123 | 107 | 120 |
| W 530 x 210 x 138 | 96 | 108 |
| W 610 x 230 x 101 | 142 | 160 |
| W 610 x 230 x 113 | 128 | 144 |
| W 610 x 230 x 125 | 117 | 131 |
| W 610 x 230 x 140 | 105 | 118 |
| W 610 x 325 x 155 | 109 | 125 |
| W 610 x 325 x 174 | 97 | 112 |
| W 610 x 325 x 195 | 87 | 100 |
| W 610 x 325 x 217 | 79 | 91 |
| W 610 x 325 x 241 | 73 | 83 |
| W 610 x 325 x 262 | 66 | 76 |
| W 610 x 325 x 285 | 61 | 70 |
| W 610 x 325 x 341 | 52 | 60 |
| W 610 x 325 x 415 | 43 | 50 |

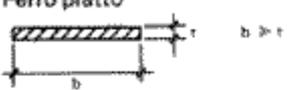
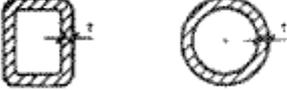
W

| W | 3L | 4L |
|--------------------|-----|-----|
| W 610 x 325 x 455 | 40 | 46 |
| W 610 x 325 x 498 | 37 | 42 |
| W 610 x 325 x 551 | 34 | 39 |
| W 690 x 250 x 125 | 129 | 145 |
| W 690 x 250 x 140 | 117 | 131 |
| W 690 x 250 x 152 | 108 | 121 |
| W 690 x 250 x 170 | 97 | 109 |
| W 690 x 250 x 192 | 87 | 97 |
| W 760 x 265 x 147 | 120 | 134 |
| W 760 x 265 x 161 | 110 | 123 |
| W 760 x 265 x 173 | 102 | 114 |
| W 760 x 265 x 185 | 97 | 108 |
| W 760 x 265 x 196 | 91 | 102 |
| W 760 x 265 x 220 | 82 | 91 |
| W 840 x 295 x 176 | 111 | 124 |
| W 840 x 295 x 193 | 101 | 113 |
| W 840 x 295 x 210 | 93 | 104 |
| W 840 x 295 x 226 | 87 | 97 |
| W 840 x 295 x 251 | 79 | 88 |
| W 920 x 310 x 201 | 104 | 115 |
| W 920 x 310 x 223 | 93 | 104 |
| W 920 x 310 x 238 | 88 | 98 |
| W 920 x 310 x 253 | 83 | 93 |
| W 920 x 310 x 271 | 78 | 87 |
| W 920 x 310 x 289 | 74 | 82 |
| W 920 x 310 x 313 | 68 | 76 |
| W 920 x 420 x 342 | 69 | 78 |
| W 920 x 420 x 365 | 65 | 74 |
| W 920 x 420 x 387 | 61 | 70 |
| W 920 x 420 x 417 | 57 | 65 |
| W 920 x 420 x 446 | 53 | 61 |
| W 920 x 420 x 488 | 49 | 56 |
| W 920 x 420 x 534 | 45 | 51 |
| W 920 x 420 x 585 | 42 | 47 |
| W 920 x 420 x 653 | 38 | 43 |
| W 920 x 420 x 784 | 32 | 36 |
| W 920 x 420 x 967 | 26 | 30 |
| W 1000 x 300 x 222 | 97 | 108 |
| W 1000 x 300 x 249 | 88 | 97 |
| W 1000 x 300 x 272 | 81 | 89 |
| W 1000 x 300 x 314 | 70 | 78 |
| W 1000 x 300 x 350 | 64 | 70 |
| W 1000 x 300 x 393 | 57 | 63 |
| W 1000 x 300 x 415 | 54 | 60 |
| W 1000 x 300 x 494 | 46 | 51 |
| W 1000 x 300 x 584 | 39 | 44 |
| W 1000 x 400 x 296 | 82 | 92 |
| W 1000 x 400 x 321 | 76 | 85 |
| W 1000 x 400 x 371 | 66 | 74 |
| W 1000 x 400 x 412 | 60 | 67 |
| W 1000 x 400 x 443 | 56 | 63 |
| W 1000 x 400 x 483 | 51 | 58 |
| W 1000 x 400 x 539 | 46 | 52 |
| W 1000 x 400 x 591 | 42 | 48 |
| W 1000 x 400 x 642 | 39 | 44 |
| W 1000 x 400 x 748 | 34 | 39 |
| W 1000 x 400 x 883 | 29 | 33 |
| W 1100 x 400 x 343 | 76 | 85 |
| W 1100 x 400 x 390 | 67 | 75 |
| W 1100 x 400 x 433 | 61 | 68 |
| W 1100 x 400 x 499 | 53 | 59 |

| U | | | UAP | | |
|--------------|-----|-----|---------|-----|-----|
| U | 3L | 4L | UAP | 3L | 4L |
| C 200 x 17.1 | 234 | 260 | UAP 80 | 261 | 261 |
| C 200 x 20.5 | 199 | 222 | UAP 100 | 248 | 248 |
| C 200 x 27.9 | 146 | 164 | UAP 130 | 231 | 231 |
| C 250 x 22.8 | 218 | 240 | UAP 150 | 207 | 207 |
| C 250 x 30 | 167 | 186 | UAP 175 | 198 | 198 |
| C 250 x 37 | 141 | 157 | UAP 200 | 187 | 187 |
| C 250 x 45 | 114 | 127 | UAP 220 | 180 | 180 |
| C 310 x 30.8 | 191 | 210 | UAP 250 | 166 | 166 |
| C 310 x 37 | 162 | 178 | UAP 300 | 148 | 148 |
| C 310 x 45 | 131 | 145 | | | |
| C 380 x 50.4 | 150 | 163 | | | |
| C 380 x 60 | 125 | 137 | | | |
| C 380 x 74 | 100 | 110 | | | |

| IPN | | | UPN | | |
|---------|-----|-----|---------|-----|-----|
| IPN | 3L | 4L | UPN | 3L | 4L |
| IPN 120 | 268 | 309 | UPN | | |
| IPN 140 | 238 | 274 | UPN 100 | 239 | 276 |
| IPN 160 | 220 | 252 | UPN 120 | 223 | 255 |
| IPN 180 | 200 | 229 | UPN 140 | 210 | 240 |
| IPN 200 | 185 | 212 | UPN 160 | 200 | 228 |
| IPN 220 | 171 | 196 | UPN 180 | 193 | 218 |
| IPN 240 | 160 | 183 | UPN 200 | 182 | 205 |
| IPN 260 | 149 | 170 | UPN 220 | 171 | 192 |
| IPN 280 | 139 | 158 | UPN 240 | 163 | 183 |
| IPN 300 | 131 | 149 | UPN 260 | 154 | 173 |
| IPN 320 | 123 | 140 | UPN 280 | 149 | 167 |
| IPN 340 | 117 | 133 | UPN 300 | 145 | 162 |
| IPN 360 | 110 | 125 | UPN 320 | 116 | 130 |
| IPN 380 | 105 | 119 | UPN 350 | 123 | 135 |
| IPN 400 | 100 | 113 | UPN 380 | 125 | 138 |
| IPN 450 | 89 | 101 | UPN 400 | 117 | 129 |
| IPN 500 | 81 | 91 | | | |
| IPN 550 | 75 | 85 | | | |

Per elementi quali ferri piatti, profilati aperti, profili cavi (rettangolari o rotondi e sezione piene), riportiamo le formule per ricavare il valore di S/V.

| Forma della sezione | Azione del fuoco | S/V |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| Ferro piatto  | su tutto il contorno su una faccia | $\approx 2/t$ $\approx 1/t$ |
| Profili aperti di spessore costante  | su tutto il contorno | $\approx 2/t$ |
| Profili cavi (rettangolari o rotondi)  (vale anche per sezioni composte con angolari) | su tutto il contorno (esterno) | $\approx 1/t$ |
| Sezione piena (rotonda o quadrata)  | su tutto il contorno | $\approx 4/d$ |