



Objecte

La fosa o, altrament dit, ferro colat, és un material existent en molts edificis del segle XIX i principis del segle XX que cal preservar com a valor patrimonial i estètic de les nostres ciutats i edificis. Aquesta voluntat es contraposa a vegades amb l'adequació de les prestacions de resistència al foc, quan això es fa necessari.

Actualment no existeix una normativa d'obligat compliment que reguli el càlcul estructural ni determini un assaig de referència per la justificació de la protecció enfront al foc de les columnes de fosa, ateses les característiques particulars de fabricació d'aquests elements i la incertesa en relació al comportament davant el foc del propi material.

Diferents assajos, estudis i articles de referència han determinat que la fosa pot tenir un comportament incert provocant en alguns casos un trencament sobtat, tant en el transcurs de l'escalfament en situació d'incendi, com en la fase de refredament durant les tasques d'extinció, superades unes determinades temperatures. Bàsicament, es conclou que els defectes de fabricació dels elements com ara irregularitat del gruix de la secció o fissures o cavitats internes al material, així com la manca de capacitat d'absorció de les tensions locals i accions indirectes que poden aparèixer en situació d'incendi sobre un element, principalment degudes a la dilatació, comporten que no siguin assumibles les característiques mecàniques de resistència al foc corresponents a l'acer.

Malgrat això, aquests estudis consideren, en general, que els resultats d'assaig de resistència al foc de productes de protecció aplicats sobre la base d'elements d'acer de secció circular buida, són traslladables als elements de fosa.

Recordar també el concepte de temperatura crítica (Θ_{cr}) d'un element estructural, com aquella en la que es preveu la fallada per un nivell de càrrega concret i una distribució de temperatura uniforme. Complint així, que si la temperatura en qualsevol punt de l'estructura en el moment t (Θ_t) és inferior a la temperatura de fallada de l'element (Θ_{cr}) no es produeix col·lapse $\Theta_t / \Theta_{cr} > 1$.

És objecte d'aquesta Instrucció definir les condicions que s'han de complir per tal que es consideri assolida la prestació de resistència al foc de les columnes de fosa, o ferro colat.

Resolució

1. Resistència al foc dels pilars de fosa.

Atesa la incertesa del comportament del material en situació d'incendi, s'adoptarà com a criteri general per determinar la protecció davant l'acció del foc dels elements estructurals de fosa, limitar la temperatura crítica (Θ_{cr}) a 350 °C.

L'ús de temperatures crítiques (Θ_{cr}) superiors es podrà considerar (especialment per a usos no industrials de risc baix) quan es disposi d'estudis específics representatius que assegurin la qualitat i continuïtat del material. Aquests estudis s'hauran de complementar amb la definició del grau de vinculació dels pilars respecte altres elements estructurals.

Per tal de preservar el valor patrimonial o estètic dels elements i sistemes estructurals, tot garantint la prestació de resistència al foc requerida, es consideren vàlides les següents solucions:

- Protecció amb pintura intumescent fins a la R requerida, d'acord amb els resultats d'assaig aportats pel fabricant on es relacionen els gruixos de pintura a aplicar respecte el factor de forma de cada element en compliment de la norma assaig per determinar la contribució a la resistència al foc UNE-EN 13.381-8.

Els productes existents avui al mercat, en general, permeten assolir valors fins a R 60 a una Θ_{cr} de 350 °C, aplicant gruixos de pintura considerables. Tanmateix, aquest no és un valor fix, en tant que la tècnica pot evolucionar i augmentar les prestacions d'aquests productes.

L'assaig de resistència al foc del producte de revestiment s'haurà de referir a la norma UNE-EN 13.381-8.

- Protecció amb pintura intumescent, d'acord amb els resultats d'assaig aportats pel fabricant, fins a suportar l'acció d'exposició al foc durant el temps equivalent, determinat d'acord a l'Annex B del DB SI, i la instal·lació d'un sistema de ruixadors automàtics d'aigua a tot el sector.

El mètode del temps equivalent no podrà ser emprat en el cas de columnes sense protecció passiva, ni en elements emplaçats dins de magatzems o locals de risc especial, casos en els quals s'haurà d'adoptar la resistència al foc establerta per la reglamentació aplicable.

En general, per a usos no industrials de risc baix ($q_{fk} < 800 \text{ MJ/m}^2$, densitat de càrrega de foc variable més permanent), es comprèn que l'aplicació del càlcul del temps equivalent determinarà valors de resistència al foc a assolir de R 60. Altrament, es pot calcular el valor de temps equivalent concret, per al cas particular.

L'assaig de resistència al foc del producte de revestiment s'haurà de referir a la norma UNE-EN 13.381-8.

Tanmateix, existeixen altres solucions de protecció dels elements que no conserven el seu valor patrimonial o estètic:

- Projectat de morter perlític o vermiculític amb una Θ_{cr} de 350°C, amb un producte que disposi d'un assaig que determini la contribució a la resistència al foc segons UNE-EN 13.381-4.
- Protecció amb plaques de guix, fibrosilicats o panells rígids i mantes que garanteixin el no assoliment d'una Θ_{cr} de 350 °C amb un producte que disposi d'un assaig que determini la contribució a la resistència al foc segons UNE-EN 13.381-4.
- Protecció de l'element amb solucions convencionals d'obra com el revestiment amb morter, formigó o tancament de la columna en un calaix ceràmic també podran garantir el no assoliment d'una Θ_{cr} de 350 °C amb una justificació realitzada per un tècnic competent.

Es recorda la pèrdua del valor estètic o patrimonial de l'element.

2. Tècniques de reforç estructural dels pilars de fosa, associades a la resistència al foc.

Existeixen diverses tècniques de reforç estructural dels pilars de fosa. En uns casos l'objectiu és incrementar o millorar les propietats resistents dels elements, com en el cas del reblert o l'ús de platabandes d'unió, i en altres casos es procedeix a la substitució total de la capacitat resistent de l'element per un nou element resistent situat a l'interior o a l'exterior del mateix. En cada cas el tècnic projectista haurà de valorar les mesures de protecció contra incendis adequades per justificar la resistència al foc de l'estructura finalment resistent, cas que la intervenció a l'edifici requereixi dotar de resistència al foc a l'estructura.



- Si bé es conegut l'increment de la resistència al foc dels pilars de fosa per mitjà de l'aplicació de tècniques de reblert, en la seva justificació no es podran emprar directament les taules ni la formulació simplificada de l'Eurocodi 4 (EC 4 - Estructures mixtes d'acer i formigó), atès que el material de la fosa pot tenir un comportament diferent que el de l'acer, tal i com s'ha exposat anteriorment.

Cal recordar que, en l'execució d'aquestes solucions, cal preveure la realització d'orificis d'un diàmetre no menor que 20 mm, localitzats com a mínim un a la part superior i un altre a la part inferior del pilar a cada pis, no distanciats més de 5 metres, per tal de facilitar l'evacuació de la sobrepressió interior per l'augment de la temperatura de l'aigua del formigó continguda en l'interior dels elements en situació d'incendi (punt 5.3.2 (4) i (5) de l'EC4).

- Les tècniques de substitució de la capacitat resistent del pilar de fosa per un nou element, hauran de ser justificades amb les vies de càlcul o de protecció davant l'acció del foc existents segons la reglamentació vigent.

3. Consideracions generals.

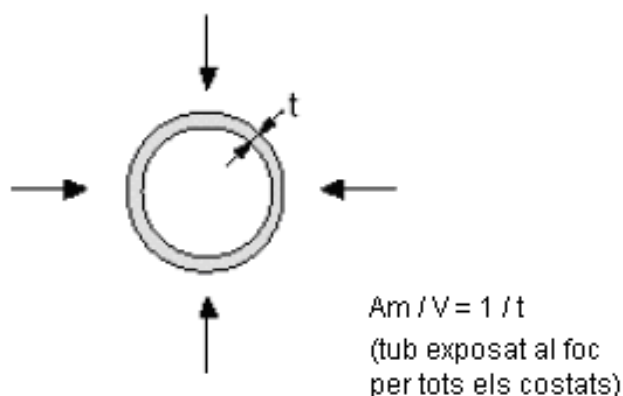
A nivell general, cal tenir presents els següents aspectes:

- La identificació del material dels pilars de fosa es podrà fer generalment amb una inspecció visual, sempre que es confirmi l'existència d'un fust metàl·lic cilíndric o cònic, que pot estar ornamentat amb motlures en el fust o motius decoratius en el capitell, o a l'existència habitual d'una marca del fabricant industrial que comercialitzava aquest producte. En els casos que no sigui visible la superfície de l'element o aquest no disposi dels trets identificadors o documentals que justifiquen les característiques del material, es podrà assegurar la caracterització del mateix amb un anàlisi metal·logràfic realitzat a partir d'una mostra extreta de l'element.
- Els assaigs de protecció d'acer vigents d'acord amb les normes UNE-EN 13.381-4/8 es podran emprar per pilars de fosa, entenent que les condicions d'adherència a la superfície del material i el nivell de deformació de l'element sotmès a una càrrega determinada són assimilables. Tanmateix, aquesta assimilació únicament es podrà fer amb assaigs d'elements d'acer de secció de pilar circular tancada, o seccions més desfavorables.
- Atenent al fet que la secció del fust de les columnes de fosa sol ser variable al llarg de tota la seva longitud, el càlcul del factor de forma, s'ha de fer preferiblement amb la formulació general $S_m = A_m / V$ (m^{-1}), tenint en compte tot el perímetre del fust exposat (A_m) i tot el volum de l'element resistent sense considerar el volum aportat pel propi capitell.
- De forma simplificada es podrà emprar la formulació de càlcul del factor de forma dels pilars circulars de secció buida, prenent la secció més desfavorable de l'element d'acord amb la norma UNE-EN 13.381-8:

Formulació simplificada de càlcul de factor de forma:

$$s_m = \frac{A_m}{V} = \frac{(\pi \cdot d)}{\pi \cdot (d/2)^2 - \pi \cdot [(d - 2t)/2]^2} \approx \frac{1}{t}$$

A_m = àrea exposada
 V = volum per unitat de longitud
 d = diàmetre secció
 t = gruix secció



- Per evitar l'acció indirecta provocada per la dilatació d'altres elements metàl·lics (com les bigues en gelosia) recolzades o vinculades directament al pilar de ferro colat, es mantindrà com a criteri general per determinar la protecció davant l'acció del foc dels elements en contacte directe amb el pilar de fosa limitar la temperatura crítica (Θ_{cr}) a 350 °C.
- La justificació de la resistència al foc de columnes no protegides amb un assaig de resistència al foc en compliment de les normes UNE EN 1365-1/2/3/4 (que en tot cas s'haurà de complementar amb un assaig específic de refredament amb raig d'aigua conforme la norma *ASTM E2226 Standard Practice for Application of Hose Stream*), no es podran extrapolar els resultats sobre la resta de columnes de l'edifici si no es disposa d'un mostreig complet radiogràfic o d'ultrasons, metal·logràfic i de secció per a tots els elements degut a la incertesa respecte de la uniformitat de fabricació del material.
- Les solucions particulars que estiguin fonamentades en el comportament tèrmic i mecànic dels elements, s'hauran de fer d'acord amb l'autoritat competent en matèria de prevenció, extinció d'incendis i salvaments. En tot cas, s'aportarà la definició de l'incendi considerat (normalitzat, simulacions amb models de zona o de camp), un càlcul justificatiu de les accions i tensions sobre els elements estructurals considerats, tant en situació normal com en situació accidental d'incendi, i la solució constructiva específica de les unions, així com la definició i justificació de la temperatura crítica (Θ_{cr}) considerada del material.

- Els sistemes de ruixadors automàtics s'hauran d'instal·lar en compliment de la norma *UNE-EN 12845 Sistema fijos de lucha contra incendios- Sistemas de rociadores automáticos*, o altra norma de reconegut prestigi, i tindrà com a objectiu principal controlar o limitar la propagació de l'incendi en els sectors on estiguin continguts els pilars de fosa. En cap cas seran instal·lats ruixadors aïllats amb la funció específica de control tèrmic directe sobre els elements resistents.

4. Control d'execució i documental dels productes de protecció.

S'ha de disposar d'un projecte realitzat per un tècnic competent on s'indiquin els requeriments necessaris de resistència al foc, la temperatura crítica considerada i els càlculs justificatius complementaris, en el supòsit que la solució es suporti en el mètode del càlcul del temps equivalent, en base a l'Annex B CTE DB SI.

S'ha de disposar del certificat d'una empresa instal·ladora o aplicadora de productes de protecció passiva, on s'identifiquin les dades generals de l'empresa, les dades corresponents a l'obra en qüestió, el tipus de producte instal·lat o aplicat, l'assaig de referència, els requeriments de resistència al foc i la data d'execució.

En el cas d'aplicar pintures intumescent als elements de fosa o bé morters de revestiment, caldrà realitzar, en el marc del control de qualitat de l'obra, un control dels gruixos de les proteccions executades, per part d'una entitat de control externa o per part de la pròpia direcció d'execució de l'obra. Es disposarà d'un informe amb els resultats dels controls efectuats.

En relació als productes de protecció contra incendis utilitzats en la solució de cada cas, caldrà disposar del corresponent certificat o informe de classificació de les prestacions de protecció contra incendis, conforme a l'assaig realitzat, o del marcatge CE i la corresponent declaració de prestacions, si s'escau respecte del producte en qüestió.