

Recomanacions UC-85 Ús de les cendres volants en el formigó

Ordre de 12 d'abril de 1985
D.O.G núm. 534 de 3-V-1985

Aquestes recomanacions són fruit d'una proposta conjunta de l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya-ITeC i de l'Institut Català d'Enginyeria Civil, coordinada i dirigida pel Gabinet Tècnic de la Secretaria General del Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.

**La informació continguda en el text
d'aquesta publicació correspon a la
data de la seva edició.**

Recomanacions UC-85 Ús de les cendres volants en el formigó

La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició, i és possible que en l'actualitat algunes dades (per exemple preus, normativa, lleis, etc.) s'hagin de modificar. Cal doncs tenir-ho en compte a l'hora de fer-ne ús.



Ordre de 12 d'abril de 1985, d'aprovació de les recomanacions sobre l'ús de les cendres volants en el formigó (Recomanacions UC-85).

Atès el Decret 77/1984, que autoritza aquest Departament a donar les disposicions adients i complementàries per a un millor control de la qualitat de les obres;

Atesa la necessitat de regular l'ús indiscriminat de les cendres volants en el formigó, donada la importància que aquest element té en l'edificació i en l'obra pública;

Atès que en aquest moment no hi ha a la resta de l'Estat espanyol cap normativa reguladora d'aquest producte específic;

Atès que les cendres volants són un producte de baix cost que degudament regulat pot reduir les despeses de la construcció.

Ordeno:

Article primer En la utilització a Catalunya de les cendres volants en el formigó es podran aplicar les «Recomanacions sobre l'ús de les cendres volants en el formigó UC-85», que s'acompanyen com a annex d'aquesta Ordre.

Article segon En cada cas concret, els tècnics de la construcció competents decidiran si les «Recomanacions» a què es refereix l'article anterior, les consideren com a document simplement informatiu, totalment o parcialment aplicable, i ho manifestaran així en la documentació tècnica de l'actuació corresponent.
Barcelona, 12 d'abril de 1985.

Xavier Bigatà i Ribé
Conseller de Política Territorial i Obres Públiques

Recomanacions UC-85.

Ús de les cendres volants en el formigó.

Introducció: El Departament de Política Territorial i Obres Públiques, en emprendre la tasca de regularitzar l'ús de les cendres volants en el formigó, ha considerat necessari partir d'una anàlisi completa de la situació existent i dels plantejaments que els diferents estaments implicats, fabricants de cendres, fabricants de ciment, fabricants de formigó i tècnics, tenen sobre el tema, no solament des d'una òptica purament acadèmica, sinó també des del punt de vista d'usuaris i productors.

Amb aquesta finalitat, el Departament va establir un Conveni de col·laboració, sota la direcció del Gabinet Tècnic de la Secretaria General, en virtut del qual els serveis de dues entitats de prestigi reconegut en el camp de la construcció, com ho són l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya-ITEC i l'Institut Català d'Enginyeria Civil, han elaborat conjuntament una proposta de recomanacions.

A grans trets el procés ha estat:

- 1 Entrevistes individualitzades amb representants dels fabricants de ciments, dels de cendres i dels de formigó.
- 2 Assistència als congressos de Londres i Montebello.
- 3 Celebració d'un seminari sobre «L'ús de les cendres en el formigó» amb l'assistència de més de 40 experts de Catalunya i de la resta de l'Estat espanyol.
- 4 Redacció, amb tota la informació obtinguda i la pròpia de l'ITEC i de l'ICEC, d'un esborrany previ.
- 5 Aquest esborrany se sotmet a la informació del Col·legi professional d'Arquitectes, d'Arquitectes Tècnics, d'Enginyers de Camins, d'Enginyers Tècnics d'Obres Públiques, d'Enginyers Industrials i d'Enginyers Tècnics Industrials i de les entitats CABISA, Agrupació de Fabricants de Ciment de Catalunya i ANEPHOP.
- 6 Amb les esmenes adients i després de valorar-les, es redacta la proposta definitiva.

Les recomanacions per a la normalització de l'ús de les cendres volants en la fabricació de formigó, que en presenta, es basen tant en l'experiència més recent i en la normativa internacional (Congrés de Montebello), com en la mateixa recerca. Malgrat això, aquestes recomanacions són necessàriament provisionals.

I són provisionals, perquè a cada país s'ha buscat un compromís entre la necessària seguretat i les cendres disponibles; per aquest motiu, en general, les normatives internacionals no es poden preveure fora de context. De qualsevol manera, creiem que s'ha fet una aproximació seriosa a la racionalització de la utilització de les cendres disponibles actualment a Catalunya.

S'ha tractat de fixar, en cada punt conflictiu, límits prudents sense ser innecessàriament restrictius, i d'arribar fins on els coneixements permeten en el moment present.

Per resoldre els problemes i buits de la normativa, que subsistiran després d'aquest intent, s'ha preparat un Pla de recerca que emmarqui definitivament les possibilitats d'utilització en el formigó de les cendres disponibles en aquest moment a Catalunya.

Els resultats a 180 dies de l'esmentat Pla, s'incorporaran a les recomanacions en un termini de dotze mesos, passats els quals aquestes hauran de ser revisades, a causa de la seva provisionalitat.

Capítol 1 Característiques de les cendres volants

- Article primer** **Definició**
Es defineixen com a cendres volants, als efectes d'aquestes recomanacions, els residus sòlids, molt fins, procedents de la combustió del carbó polvoritzat que són portats pels gasos del procés fora del fogar i recollits amb precipitadors mecànics i/o electrostàtics.
Es consideren com a cendres normalitzades aquelles els components de les quals compleixen les limitacions de les presents recomanacions.
- Comentaris** Si la seva activitat és només putzolànica hom tindrà un tipus de cendra que la norma ASTM anomena «F». Si, a més, tenen activitat hidràulica, s'anomena «C». Com que actualment a Catalunya es treballa només amb cendres d'aquest últim tipus i el caire d'aquestes recomanacions és provisional, la normativa proposada farà solament referència a les de tipus «C».
- Article segon** **Pèrdua al foc**
La pèrdua al foc de les cendres volants no serà superior al 6% (sis per cent).
- Comentaris** Assaig realitzat segons l'article 8.2 del Plec R.C. 75. Es correspon amb la norma ASTM C-618-80. Quan la pèrdua al foc ultrapassi el valor del 4%, cal estudiar possibles incompatibilitats en la utilització d'additius.
- Article tercer** **Calç lliure**
El percentatge de CaO (calç) lliure, determinat segons el mètode de la norma RC-75, no ultrapassarà el 7% (set per cent) en pes.
Aquesta limitació serà substituïda, al seu moment, per l'assaig de determinació de l'expansió que el Departament consideri adient.
- Comentaris** Els mètodes de determinació de l'expansió són la forma més segura de mesurar l'efecte nociu del CaO lliure. D'altra banda, aquests mètodes són criticats actualment perquè no representen amb fidelitat els processos reals en el formigó. Fins que el Pla de recerca endegat pel Departament de Política Territorial i Obres Públiques no hagi resolt aquest punt i es tingui un mètode segur, es recomana establir aquest límit de contingut de calç lliure que és prudent per a aquestes cendres i la dosificació tolerada en aquestes recomanacions.

El percentatge recomanat té un precedent en la normativa de la República Democràtica Alemanya, que estableix un 8% per al mateix tipus de cendres.

Article quart Finor
El tant per cent retingut pel garbell de 45 (quaranta-cinc) μ , en un garbellament per via humida (segons B.S. 3892: Part. 1: 1982 app. D.) no serà superior a 40 (quaranta).

Comentaris Aquest valor és més tolerant que l'establert a l'ASTM (34%), amb l'objectiu d'admetre les cendres disponibles. D'altra banda, es porten a terme estudis que aclareixen l'efecte d'aquesta petita diferència.

Article cinquè Sulfats
La quantitat màxima de SO_3 no serà superior al 5% (cinc per cent).

Comentaris Aquest punt és conforme amb l'ASTM C-618-80 i s'adapta d'acord amb les característiques de la major part dels granulats utilitzats a Catalunya. Es recomana, doncs, controlar la quantitat de sulfats dels altres components del formigó.

Article sisè Magnesi
La quantitat màxima de MgO no ultrapassarà el 5% (cinc per cent).

Comentaris S'accepta directament el límit establert per al ciment (R.C. 75).

Article setè Humitat
El contingut màxim d'humitat de les cendres en el moment de la recepció no ultrapassarà l'1,5% (l'u i mig per cent).

Article vuitè Putzolanitat
Quan calgui una informació específica sobre la putzolanitat de la cendra, es realitzarà l'assaig de l'índex putzolanic d'acord amb la B.S. 3892: Part 1: 1982 apèndix F. El valor de l'índex no serà inferior al 85% (vuitanta-cinc per cent).

Capítol 2 Fabricació del formigó amb cendres

Article novè Definició i utilització

El formigó amb cendres es definirà completant la Instrucció EH-82 amb la lletra «C» abans de la xifra que defineix la resistència característica. Seria doncs: HC-125, HC-150, HC-200, etc.

Podran utilitzar-se en formigons en massa i lleugerament armats.

Si els formigons HC estiguessin per sota del nivell freàtic o en ambients humits i/o agressius es tindria cura especialment de la relació aigua/ciment i del revestiment de les armadures.

Els formigons amb cendres (HC) necessiten un procés de curat equivalent a 7 dies en un ambient saturat. Les baixes temperatures (per sota de 10° C) poden alentir el procés d'adormiment i d'enduriment d'una manera considerable.

Comentaris

El terme «lleugerament armat» és utilitzat per la EH-82 a l'article 14 apartat b), però la EH-82 no defineix quantitativament el terme «lleugerament armat». Només per exclusió es pot definir d'acord amb la taula 38.3 de l'article 38, que dona les quanties mínimes per considerar-lo «formigó armat».

Per tant, com a límit superior de les quanties del formigó «lleugerament armat» poden considerar-se les de la taula 38.3 de la EH-82. Tot i amb això, es recomana al tècnic de considerar aquest límit amb una certa elasticitat, d'acord amb la funció resistent de l'element estructural.

Article desè Dosificació.

Per al formigó lleugerament armat, la quantitat de ciment P-450 (quatre-cents cinquanta) no serà inferior a 200 kg/m³ (dos-cents quilos per metre cúbic) i la quantitat de cendres no superior a 110 kg/m³ (cent deu quilos per metre cúbic).

En el cas que la dosificació es faci per substitució respecte a un formigó de referència sense cendres, la substitució màxima de ciment, tot complint els mínims que estableix aquest article, no passarà del 20% (vint per cent).

Comentaris

El tipus de formigó amb cendres HC compleix el que disposa l'article 14 de l'EH-82 per a formigons en massa i lleugerament armats. Mentre no es modifiqui aquest article i en el cas d'utilitzar-lo en formigó armat, la responsabilitat d'haver adoptat una solució no normalitzada en l'EH-82 recau en l'autor del Projecte i/o el Director de l'obra (article 1r. de l'EH-82). Vegeu els comentaris a l'article 9è.

Sempre que s'utilitzin cendres, el ciment serà el P-450.

- Article onzè** **Transports, emmagatzematge i instal·lacions.**
Condicions addicionals que han de complir les instal·lacions de fabricació de formigó amb cendres.
Les condicions addicionals a les que exigeixi la normativa vigent per a la fabricació de formigó són les següents:
Les cendres es transportaran i s'ensitjaran amb les mateixes precaucions que el ciment. Les sitges de cendra s'identificaran pintant-les amb una franja vermella de 70 cm (setanta centímetres) d'amplària.
La dosificació del formigó amb cendres es farà sempre a pes. La dosificació indicada per la bàscula no es diferenciarà en més o menys d'un tres per cent (3%) del pes següent.
Les instal·lacions per a fabricació i venda de formigó preparat tindran sempre a disposició dels usuaris un formigó sense cendres.
Les instal·lacions que comercialitzin formigó amb cendres tindran un nivell superior d'autocontrol garantit en el futur per l'Administració o un segell de qualitat adient.
- Comentaris** L'últim paràgraf vol insistir en el fet que la instal·lació que utilitzi cendres ha de fer front a l'alt nivell de control de les primeres matèries, a la dosificació acurada, i a la garantia d'uniformitat.
- Article dotzè** **Recepció de les cendres.**
Les cendres que s'hagin d'incorporar al formigó en substitució parcial del ciment seran considerades, a efectes de control (mètodes d'escandall, periodicitat en les anàlisis, reserva de mostres per a l'usuari) amb ciment, i s'aplicaran els mètodes del RC-75.
Per cada 400 t (quatre-cents tones) de cendres rebudes, la central:
a) Realitzarà o farà realitzar per un laboratori homologat assaigs de recepció per a comprovar que compleixen les condicions que estableix aquest plec. Per tant, es farà:
Un garbellament en sec amb un garbell de 45 μ (quaranta-cinc micres) (ASTM).
Sobre mostres obtigudes pel mètode d'escandall que estableix la RC-75 es determinarà la quantitat de MgO i la quantitat de sulfats, i a més:
La humitat.
La pèrdua al foc.
La quantitat de CaO (lliure).
S'aconsella que sigui motiu de rebuig el sol fet que en una de les especificacions s'ultrapassi el límit establert en aquesta norma. Els resultats s'inscriuran en un llibre específic de control de cendres.
b) Es guardarà una mostra diària de 5 kg (cinc quilos) de pes, que sigui homogènia, prenent les mateixes pre-

caucions que si fos ciment, durant 3 (tres) mesos.

c) En cas d'utilitzar additius, es faran assaigs previs per a determinar-ne l'efectivitat.

d) No caldrà l'assaig de recepció de les cendres volants si cada partida que arribi a la central va acompanyada d'un certificat, que podrà ser exigít pel fabricant a l'empresa subministradora, conforme es compleixen les especificacions assenyalades al Capítol I d'aquestes recomanacions i s'han fet els assaigs que especifica l'article dotzè d'aquestes.

Comentaris Per a poder comprovar el motiu de possibles comportaments anòmals, cal emmagatzemar mostres homogènies de cada partida en un període no inferior a 3 mesos.

Article tretzè **Autocontrol.**
A més dels assaigs que prescriu la norma EHPRE, es realitzaran:
Assaigs de compressió sobre proveta cilíndrica als 7 (set) dies, per tal de comprovar l'eventual existència de dèbils resistències inicials.

Article catorzè **Control i lliurament de comanda.**
Com a element de control dels lliuraments i a fi de definir les responsabilitats dels elements integrats del procés, s'especificarà a l'albarà de lliurament del formigó: si té cendres, quantitat de les cendres en quilos per metre cúbic de formigó i procedència o marca de les cendres.
Es recomana especificar a la comanda l'addició o no de cendres volants al formigó i la seva quantitat màxima. Si l'utilitzador del formigó no fes indicació expressa de l'ús o de la prohibició sobre l'addició de cendres volants al formigó, la central pot emprar-les informant l'utilitzador i garantint en qualsevol cas el formigó, d'acord amb el primer paràgraf d'aquest article.

Comentaris El Director de l'Obra tindrà en compte l'eventual existència de dèbils resistències inicials per les quals fos necessari retardar el desemmotllament de les peces i a tal fi es recomana l'execució d'assaigs de compressió sobre proveta cilíndrica als 7 (set) dies.

Article quinze **Normativa vigent.**
Aquestes recomanacions no són substitutives sinó complementàries de la legislació i normativa vigent.





INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA
Wellington, 19 - 08018 Barcelona
Tel. 93 309 34 04 - Fax 93 300 48 52