

# El formigó

## Eixe gran desconegut

Belén Ferrer

Departament d'Enginyeria Civil · Universitat d'Alacant

L'enginyeria civil està de moda, és un fet ja inqüestionable. Un dels indicadors d'aquesta moda és el programa televisiu *Megaconstruccions* que compta amb ni més ni menys que nou temporades, rodades des del 2003 fins al 2011. A la calor d'aquest èxit van aparèixer altres programes com ara *Ingeniería abandonada*, *Grandes fracasos de la ingeniería* o *Ingeniería de lo imposible*. Sota el punt de vista d'una enginyera que ha fet quasi tot tipus de treballs, aquest inusitat interès no deixa de ser tant sorprenent com divertit en una matèria que tradicionalment no atreia el públic en general. No es poden negar alguns dels avantatges que suposa aquest interès, com ara, ampliar l'horitzó del coneixement general sobre enginyeria civil o despertar vocacions en joves i adolescents perquè continuen amb el desenvolupament de l'enginyeria. No obstant això, també té alguns problemes, a causa de l'abús que s'hi fa del llenguatge. Sens dubte, aquest abús és molt sovint intencionat i té com a objectiu captar audiència eliminant termes i conceptes que no siguin d'ús comú.

Aquesta simplificació dels termes pot arribar a ser massa grollera i s'hi perden conceptes que qualsevol hauria de conèixer. I és el que ocorre en el cas del formigó, un dels materials més venerats de l'enginyeria civil. Per a entendre el perquè d'aquesta devoció, hem de recordar que el formigó és, ni més ni menys, que pedra artificial que es genera en estat líquid i, després de col·locar-lo en els motles o llocs adequats, solidifica (fins i tot sota l'aigua) adquirint resistència juntament amb la forma desitjada. Sens dubte, és una qualitat admirable des del punt de vista constructiu. A més, una vegada endurit, el formigó té una resistència i una durabilitat que li permeten formar part de qualsevol estructura, per exigents que siguin les condicions. És per això que habitualment estem envoltats de formigó, encara que no el vegem perquè els revestiments ens ho tapen (ja que no és massa bonic llevat que un s'acure molt). Hi ha formigó sota els nostres peus, tant dins de casa com en l'oficina o en la vorera del carrer, formigó sobre els nostres caps i al nostre costat, en els pilars dels edificis, formigó per tot arreu.

L'abús del llenguatge al qual em referia en el cas del formigó està relacionat amb aquella propietat que té de passar de líquid (més ben dit, fluid) a sòlid. Aquest procés, responsable de les característiques resistents finals del formigó i del seu ús indiscriminat en la construcció, és esmentat per aquests programes com un simple "assecat" (procés de pèrdua d'aigua per evaporació)

**«Una vegada endurit, el formigó té una resistència i una durabilitat que li permeten formar part de qualsevol estructura, per exigents que siguin les condicions»**

mentre que el procés que succeeix en el formigó s'anomena *enduriment* i es tracta d'una sèrie de reaccions químiques que transformen uns elements en uns altres, per això, és bastant més complex que una simple evaporació d'aigua.

Per a comprendre bé les implicacions de tan gran simplificació, devem primer saber què és el formigó, concepte sovint desconegut pels no iniciats en la matèria i que resulta fonamental per a entendre el procés d'enduriment.

El formigó sovint es confon (també en aquestes sèries televisives) amb ciments i morters de ciment. Per això, definirem cadascun d'aquests materials i començarem pel ciment, ja que és la base per als altres dos.

A grans trets, el ciment és una pols que s'obté després de cremar i moldre una mescla de pedres calcàries i argiles a la qual posteriorment se li afegiu una mica d'algeps. El resultat és una pols grisa formada per òxids de diferents elements químics, els més abundants dels quals són el de calci i el de silici. Aquests elements són inestables, de manera que quan s'hidraten barrejats amb aigua reorganitzen la seua estructura i, a partir del silicat tricàlcic existent en la pols, es forma una sílice gelatinosa que posteriorment cristal·litza i genera un material sòlid.

El ciment és un dels components dels morters i formigons, als quals transfereix la seua propietat d'enduriment, de manera que si a un ciment li afegim arena i aigua tindrem un morter, com els que s'utilitzen per a unir les rajoles en un mur, i si a un morter li afegim pedres (àrids) de grandàries entre 12 i 25 mm tindrem un formigó. Tots els materials que incorporen ciment entre els seus components són anomenats *cementicis*. A més, atés que el formigó té bona resistència a la compressió però dolenta a la tracció, generalment se li afeguen barres d'acer corrugat perquè s'encarreguen de resistir les traccions, especialment quan es preveuen traccions durant la vida útil de la peça a formigonar. Aquestes barres d'acer fan la funció d'una "grapa" que evita que les fissures del formigó continuen engrandint-se i les corrugues s'utilitzen per a millorar l'adherència entre l'acer i el formigó. Un formigó al qual afegim barres d'acer és un formigó armat i és el més comú



Ciment en pols



Morter de ciment



Formigó abans d'endurir

de tots. Quasi qualsevol formigó ha de ser armat; de fet, l'únic que podem fer sense armat és el formigó de neteja: una capeta d'entre 10 i 25 cm de gruix que es fica en el terra abans de començar a ficar l'armat de la cimentació i de formigonar-lo. És, com el seu nom indica, una capa per a aïllar els elements importants de la terra natural que tenim davall. A més a més, hi ha vegades que fins i tot a aquest formigó de neteja se li n'afeg un poquet d'armat.

D'altra banda, el temps d'enduriment és el temps que transcorre des que es mesclen tots els components (l'aigua inclosa) fins que el material s'endureix i deixa de ser mal·leable. Sovint interessa que aquest temps siga més llarg de l'habitual (unes poques hores) i per a això s'utilitzen retardants (unes substàncies líquides –additius– que s'afigen a la mescla). Es necessiten retardants, per exemple, quan la distància des de la planta que fabrica el formigó fins a l'obra és molt llarga i els camions tarden massa temps. També existeixen accelerants perquè l'enduriment siga més ràpid, quan es necessita que el formigó tinga una bona resistència en poc temps, açò és comú quan estem formigonant forjats i volem llevar els puntals com més prompte millor per tal d'utilitzar-los en un altre lloc. En les característiques resistents del formigó la quantitat d'aigua és una factor fonamental, o més aviat la relació aigua/ciment, és a dir, la quantitat d'aigua que se li afeg per a una mateixa quantitat de ciment. Una quantitat baixa d'aigua millora la resistència final (fa augmentar la quantitat de ciment en el volum total) però dificulta la manejabilitat de la mescla, la qual cosa genera problemes ja en el barrejat dels components, però sobretot provoca que la col·locació del formigó en la seua ubicació final resulte difícil, ja que no existeix suficient lubricació entre els àrids i, com que no pot moure's, es generen bosses d'aire que queden atrapades en la massa de formigó, cosa que afecta negativament la resistència de l'element estructural creat. Per a evitar aquest problema també existeixen additius que s'encarreguen de lubricar la mescla sense necessitat d'augmentar la quantitat d'aigua, amb la qual cosa s'aconsegueixen formigons resistents i fàcils de treballar ahora.

A més d'aquestes característiques i additius bàsics, hi ha una varietat d'additius i modificacions d'un formigó bàsic. Per exemple, per a elements estructurals en què el seu pes és la força més important que l'element ha de resistir (això passa en passarel·les peatonals, per exemple), es poden utilitzar elements alleugerits, com la perlita, un mineral amb una densitat baixa (a causa de la gran porositat que presenta) que en substituir l'àrid convencional redueix el pes final de l'ele-

ment estructural. D'altra banda, en fonamentacions molt grans o en preses de gravetat, en les quals es requereix un pes propi elevat per a resistir l'empenyiment de l'aigua emmagatzemada, s'utilitza formigó ciclopi, un formigó amb pedres de grans grandàries, en lloc de les habituals. En aquests casos les quantitats de formigó a utilitzar són molt grans i la substitució de ciment per pedra aconsegueix abaratir el cost del material. La quantitat de variacions en els formigons i els seus components és tan gran que no seria possible d'abastar en un text com aquest. M'he limitat a descriure les tècniques més tradicionals; actualment s'utilitzen i es treballa en el desenvolupament d'additius que milloren pràcticament qualsevol qualitat del formigó, fins i tot aquelles que no té inicialment, com ara, la conductivitat elèctrica.

Després d'aquesta descripció del formigó, els seus components, característiques i algunes de les seues variacions, crec que es comprén molt més bé la rellevància del formigó en l'enginyeria civil i el que significa el seu enduriment. Així que m'agradaria reprendre el fil inicial d'aquest text, en què exposava una queixa sobre el tracte que se li dona al formigó en programes divulgatius (generalment, estatunidencs). N'hi ha prou amb mirar-ne alguns capítols per a trobar-se amb barbaritats, com ara, dir fang al formigó. Lligada a aquesta nomenclatura, li diuen "assecat" al procés d'enduriment del formigó i amb això s'elimina tot el procés químic de transformació d'elements que ocorre, juntament amb la importància dels additius que modifiquen les característiques del formigó. Perquè s'entenga millor la diferència, podem esmentar un exemple lligat a la construcció en el qual el material efectivament s'asseque, no com en el cas d'un material cimentici. Aquest material seria la rajola de tova, fabricada amb una pasta de fang (argila i arena) i de vegades amb palla afegida, que simplement s'asseca al sol, sense coure'l. Es tracta d'un dels primers elements constructius que es van utilitzar, per la seua senzillesa de fabricació, però també a causa d'això es tracta d'un material amb unes propietats resistents molt baixes. Comparar aquests dos materials seria com comparar una formiga amb un elefant. Per això, quan algú li diu fang al formigó s'està cometent una desconsideració greu contra el formigó, un material al que li devem tant en el nostre dia a dia i en la nostra història. I quan es diu que el formigó *s'ha assecat* es demostra una manca gran de coneixements bàsics dels materials de construcció.

Benvolguda lectora i benvolgut lector, no sigueu desconsiderats i incultes i parleu amb propietat del formigó!