

Doctor, creo que mi casa tiene osteoporosis.

¿Qué tienen en común edificios, presas, instalaciones deportivas, etc? Que en mayor o menor medida todos están hechos de “cemento”. Sin embargo, este material es tan desconocido para la mayoría que ni siquiera su nombre se usa correctamente. De hecho, la palabra “cemento” se usa para referirse a hormigones y morteros, que son los materiales utilizados en construcción, cuando el cemento, o mejor aún la pasta de cemento, es sólo uno de sus componentes.

Pero entonces, ¿qué es el cemento? El cemento es básicamente el material resultante de la calcinación, a casi 1500 °C, y posterior molienda de roca caliza, cuarzo, arcillas, etc. Este procedimiento, que aunque fue utilizado por los romanos tuvo que ser redescubierto en el siglo XIX, da como resultado mucho humo (1 ton. CO₂/ ton. Cem.) y un material capaz de reaccionar con el agua para convertirse en una pasta que endurece con el tiempo.

La pasta de cemento, a pesar de su aspecto simple y gris, tiene una estructura tan compleja que necesita ser abordada en varias etapas. A simple vista (macro-escala), se trata de un material amorfo y poroso en el que es posible, si se mira con atención, apreciar inclusiones de diferentes tonalidades. Recurriendo a la ayuda de un microscopio para observar detalles más pequeños (micro-escala ~0.001 mm), es posible distinguir especies con estructuras perfectamente definidas como la portlandita (Ca(OH)₂), que ocupa aproximadamente el 20 % del volumen, rodeadas por un material amorfo denominado gel C-S-H. Algunas técnicas experimentales permiten ir incluso un paso más allá, hasta el nivel de la nano-escala (~0.000001 mm), para comprobar que el gel C-S-H está formado por una especie de diminutas partículas que a su vez están constituidas por cadenas de silicatos de diferentes longitudes separadas por láminas de calcio.

Resulta curioso que a pesar de que el cemento necesita agua para poder fraguar, esta es perjudicial para la pasta endurecida. De hecho, la pasta se disuelve progresivamente cuando es expuesta a aguas con un bajo contenido en sales como las provenientes del deshielo. Este proceso, que se debe a la pérdida paulatina del calcio, es muy similar a la osteoporosis que afecta a los humanos. Y es que la pasta de cemento y los huesos son muy parecidos, siendo la principal diferencia que los unos además de calcio contienen silicatos y los otros, fosfatos. Otro punto en común es que aunque tanto la osteoporosis como el lixiviado de calcio, que es como se conoce a este proceso de degradación de la pasta de cemento, son procesos relativamente lentos y bastante bien conocidos, no existe a día de hoy una manera de detenerlos. Afortunadamente, estudios sobre el efecto de la adición de pequeñas cantidades de nanopartículas de sílice durante el proceso de amasado del cemento han demostrado tener varios efectos positivos a este respecto. Por una parte se ha observado una reducción en la porosidad de la pasta, que es la puerta de entrada para los agentes agresivos; agua en este caso. Por otra, las nanopartículas reaccionan con el Ca(OH)₂, que es la fase más sensible al lixiviado de calcio, para producir gel C-S-H que es mucho más resistente. Y por último, el gel C-S-H resultante está hecho de cadenas de silicatos más largas, lo que lo hace aún más resistente a la pérdida de calcio. En definitiva, que se puede decir que las nanopartículas reducen considerablemente la degradación de la pasta de cemento, alargando la vida útil de las construcciones. Ahora solo queda esperar que pronto se consiga algo equivalente para el caso de los humanos.