

11. El Cemento Biomimético

La naturaleza ha producido, en las conchas de algunos moluscos, el carbonato cálcico cristalino el nácar, tres mil veces más resistente a la fractura que el aragonito, más resistente y de mayor durabilidad que el hormigón; el secreto de su resistencia está en su microestructura.

Una vez analizada, se ha comprobado que está formada por placas de aragonito de 0.4 micras de espesor; cada placa está formada por micro mosaicos de aragonito, de forma hexagonal con de un tamaño de unas 8.0 micras.

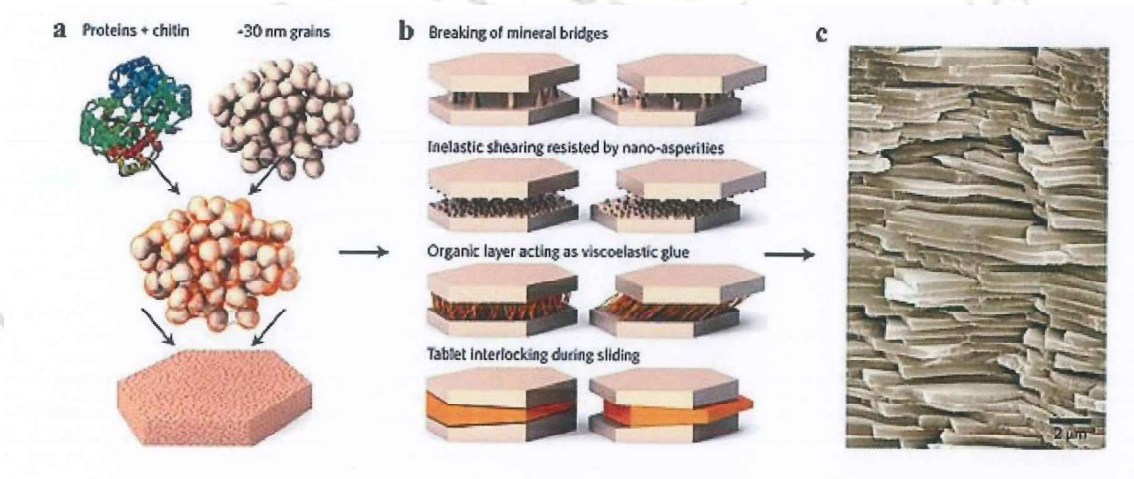


Imagen 27. Micro estructura en placas de nácar

La microestructura está organizada como una mampostería de ladrillo; los ladrillos son las placas de aragonito y el cemento que las une, es un polímero orgánico proteína que producen algunos moluscos; (Oaki et al.2006).

El tipo de microestructura del nácar tiene una gran capacidad para deformarse sin fracturarse; funciona como un material compuesto en el que las placas son el componente resistente y la proteína el componente deformable. Cuando se someten a un estado tensional, las placas deslizan unas sobre otras a través del cemento proteínico, absorben y distribuyen las deformaciones en toda la masa; el resultado es un comportamiento "strain - hardening" del

material nácar, manifestando una resistencia muy elevada a tracción y mayor resistencia aun a la fracturación.

El camino para fabricar un nueva matriz cementícea de nácar artificial o sintético, diferente de la obtenida por el fraguado - endurecimiento del cemento portland y con mejores propiedades resistentes, debe ser el de la imitación del proceso natural de formación del nácar (biomimética) y tratar de reproducir, en cierta manera, una microestructura compuesta similar, mediante la adición de polímeros que actúen como argamasa entre las micro placas de aragonito.

El estudio de otros procesos naturales como la estructura de los huesos y de las esponjas en mares profundos puede ayudar a fabricar hormigones más resistentes y durables.

En este camino de investigación, la aplicación de la Nanotecnología hará posible, en un próximo futuro, siguiendo la técnica de abajo hacia arriba (bottom - up), la fabricación de una nueva pasta de cemento, mediante el auto ensamblado controlado de las nano partículas y de las moléculas constituyentes, de modo que puedan conseguirse matrices cementantes de superiores propiedades; será posible manipular la nano estructura de la pasta de cemento modificando la posición de algunos átomos e introducir nuevos átomos y moléculas en la nano red cristalina de la pasta de cemento para condicionar sus propiedades a la macro escala final.

Las moléculas constituyentes, de modo que puedan conseguirse matrices cementantes de superiores propiedades; será posible manipular la nano estructura de la pasta de cemento modificando la posición de algunos átomos e introducir nuevos átomos y moléculas en la nano red cristalina de la pasta de cemento para modificar sus propiedades a la macro escala final.

La adición de determinadas nano partículas ($n\text{SiO}_2$, $n\text{Al}_2\text{O}_3$, $n\text{Fe}_2\text{O}_3$, $n\text{TiO}_2$, $n\text{cemento}...$) hará posible fabricar hormigones de mayores resistencias, de mayores prestaciones y de nuevas propiedades como: la auto limpieza (self cleaning), la auto reparación

de fracturas (self healing), el auto chequeo tenso-deformacional y de fracturación (self monitoring).

