

Algo más que arena, cemento y agua

Tema: Arquitectura / Construcción / Ensayo de Materiales

Parece muy sencillo: basta mezclar arena, cemento y agua para levantar paredes de ladrillos y hacer una casa. Pero no es tan simple como parece. En la selección de los materiales, en las proporciones, en el tratamiento se juegan costos, tiempos y, lo que es más importante, las vidas de las personas que habitarán la casa. Y la ciencia, la tecnología, los ensayos e investigaciones tienen algo que decir al respecto.

Fisuras... en el laboratorio

Tradicionalmente en nuestro país, Paraguay, se ha venido construyendo mamposterías con ladrillos cerámicos comunes. Hemos estudiado ladrillos de diferentes procedencias y establecido su clasificación. Se hallaron sus resistencias a la compresión y hemos hecho un mapeo de las fisuras que fueron apareciendo a medida que aumentaba la carga en el muro, previéndose así cómo fallarían: si primero el *mortero* (mezcla que se usa como aglutinante, habitualmente cemento o cal); el *ladrillo*; o bien la *interfase* entre ambos.

La compresión impuesta por el soporte de una estructura para la cual fue diseñado puede ser permanente, pero se debe estudiar el posible comportamiento en caso de superarse las cargas previstas a ser soportadas, como el viento, o cargas accidentales permanentes no previstas al momento del diseño.

Estudiar estos comportamientos requiere *mapeadores de fisuras* y *deflectómetros*, apoyados por cámaras, *registros* durante años y posterior *análisis*. Se puede usar también estos datos y ensayos para generar simulaciones de cargas, tensiones y deformaciones computacionales para mamposterías, al igual que las que se hacen para otros materiales como el hormigón y estructuras de madera y metal.

Un poco de teoría...

Se busca enunciar una teoría sobre el mecanismo de la adherencia de la arcilla a la arena y los que componen los productos cerámicos, especialmente el ladrillo, además de las inclusiones de limo.

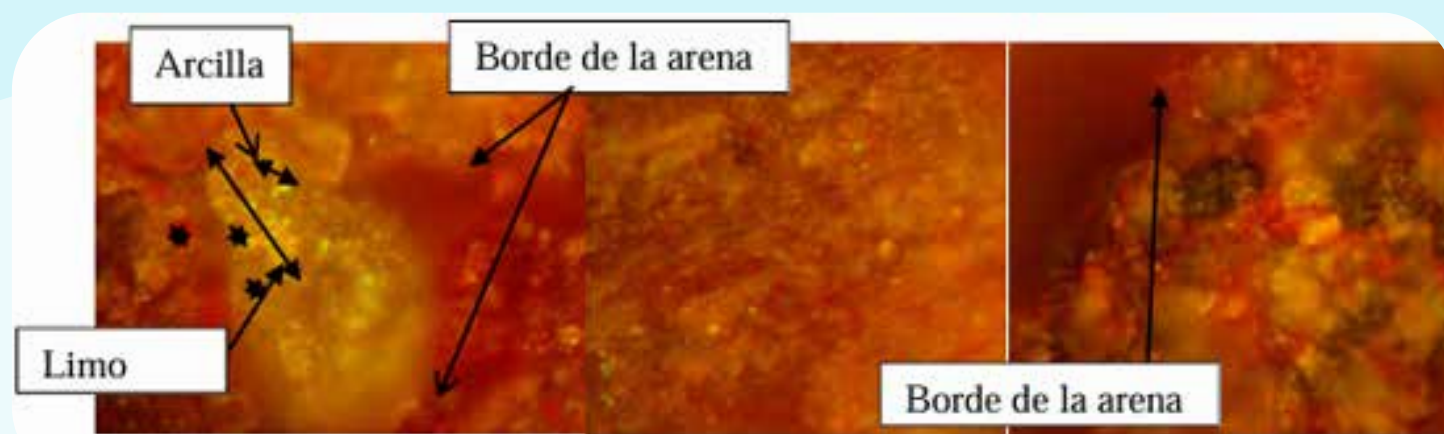
La *sinterización* es el tratamiento térmico de un polvo, en este caso cerámico, a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla para incrementar la fuerza y resistencia de la pieza creando enlaces fuertes entre las partículas. Este proceso transforma el polvo en algo compacto y consistente.

Los *silicatos* son muy importantes para la industria cerámica, basada su estructura en tetraedros $(SiO_4)^{-4}$, existiendo varias formas en que estos pueden combinarse. En el sinterizado se remueven los poros que se encuentran entre las partículas iniciales, combinado con el crecimiento debido a un fuerte enlace entre las partículas adyacentes. Para que ello ocurra debe haber un mecanismo para transportar el material y debe disponerse de una fuente de energía que active y sostenga ese transporte. Esto se logra por difusión y flujo viscoso, y con el calor como fuente de energía para mantener el transporte del material.

El término "arcilla" no sólo tiene connotaciones mineralógicas, sino también de tamaño de partícula: se consideran arcillas todas las fracciones con un tamaño de grano inferior a 2mm. Según esto, todos los filosilicatos, dentro de ese rango de tamaños, pueden considerarse verdaderas arcillas, incluso minerales no pertenecientes a este grupo (cuarzo, feldespatos, etc.) pueden ser considerados partículas arcillosas cuando están incluidos en un tal sedimento.



Ensayos físicos y mecánicos de los materiales componentes: absorción, consistencia, densidad, peso unitario, resistencia a la flexión, adherencia y a compresión diagonal y axial.



Muestra de Tobatí a 700°C, producto de la mezcla de 3 materias primas seleccionadas de esa Localidad (100X)

En una primera etapa de mojado y amasado, la arena recibe el aporte en su interior, e incrustaciones en su exterior, de arcillas y limos; al compactar, estos se mezclan más íntimamente formando granos fundamentales de diferentes tamaños. Durante la cocción, estos granos crecen debido a la dilatación térmica provocando expansiones de los granos fundamentales que se unen con sus similares, soldando y cosiendo entre sí, manteniendo la diferencia en sus tamaños, reduciendo o casi eliminando los vacíos y formando granos microscópicos y nanoscópicos más grandes.

Tiempo y dureza

El *Hormigón Autocompactante* (HAC) se obtiene con el uso de aditivos superplastificantes otorgando al hormigón las propiedades para que sea colocado por simple vaciado. En estado fresco se caracteriza por una consistencia fluida y una gran resistencia a la segregación, disminuyendo los defectos de compactación. En estado endurecido, el HAC puede alcanzar resistencias mecánicas superiores a un hormigón convencional. Estas propiedades se toman en cuenta en ensayos específicos, no existiendo diseños estandarizados de HAC, sino rangos de aceptabilidad.

Las propiedades básicas del HAC (fluidez, resistencia a segregación, deformidad en estado fresco y viscosidad) deben cuantificarse, pero los métodos tradicionales resultan totalmente obsoletos, y para ello deben proponerse nuevas alternativas de ensayo. Los ensayos más aceptados para el control y ciclo de diseño del HAC son:

1. *El Ensayo de Asentamiento – Flujo*: Cuantifica la fluidez de la masa y se relaciona a la viscosidad.
2. *El Ensayo V – Funnel*: Cuantifica la deformabilidad del hormigón en estado fresco, que se relaciona con la capacidad del hormigón para acomodarse a la geometría del encofrado.
3. *El Ensayo de Caja en L*: Se relaciona con la resistencia a la segregación del hormigón al traspasar las zonas de armadura.

Es factible dosificar hormigones autocompactantes con esta metodología, su principal ventaja es el ahorro en tiempo y en cantidad de amasadas para lograr que el hormigón sea considerado HAC para la resistencia que se diseñe. La dosificación precisa de los componentes es fundamental para obtener las características deseadas en el HAC. Durante la preparación del HAC, es importante controlar de cerca la consistencia, la trabajabilidad y la resistencia del material. Al colocar el HAC, se deben tener en cuenta factores como la temperatura ambiente, la humedad y el tiempo de colocación. Es importante coordinar con el equipo de construcción para garantizar una colocación rápida y eficiente del HAC y evitar la segregación o la pérdida de consistencia durante el proceso.

CIENCIA A GOTAS

“Lo que sabemos es una gota, lo que no sabemos es un océano”. Isaac Newton

Esta publicación es editada por la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de

la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Delta)

Campana - Provincia de Buenos Aires - ARGENTINA | OCTUBRE 2026

Si querés recibir las próximas ediciones, hacé click aquí



ROBERTO ALEJANDRO ROJAS HOLDEN

Ingeniero civil

Magister en Evaluación de Impacto, Gestión y Auditoría Ambiental

Doctor en Educación Superior

Postdoctorado en la Universidad Politécnica de Madrid.

Ex director de Infraestructura en FIUNA.

Profesor Adjunto de Materiales de Obras Civiles

1 y 2 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad

Nacional de Asunción (FIUNA)

Profesor Titular de Tecnología del Hormigón en Facultad

de Ciencias y Tecnologías de la

Universidad Nacional de Caaguazú.