



## Métodos alternativos de producción del cemento reducirían su huella ambiental



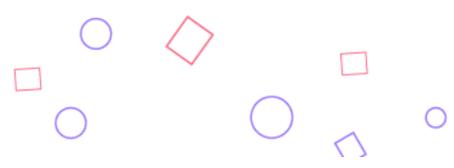
*Equipo de pirólisis de aerosol en llama desarrollado por el grupo para la obtención de silicatos cálcicos, uno de los principales componentes del clínker.*

*El Grupo de Investigación del Cemento y Materiales de Construcción (CEMATCO) de la Facultad de Minas de la UN Medellín está explorando nuevos caminos en la producción de cemento para reducir su impacto ambiental e incluso mejorar sus características.*

Nuestra vida está moldeada de muchas maneras por el cemento y sus propiedades de resistencia, durabilidad y versatilidad, que son fundamentales en la construcción de obras como edificios, puentes, túneles y represas.

A medida que crece la demanda por nueva infraestructura, sube la producción de este material y su huella ambiental crece. “Se fabrican alrededor de cinco mil millones de toneladas al año de cemento” explica Jorge Juan Payá, catedrático del Instituto de Ciencia y Tecnología del Hormigón de la Universidad Politécnica de Valencia. “Y esto supone unas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera muy grandes”.

Por eso hay un interés cada vez mayor en buscar procesos de producción más eficientes y aquí es donde entra el conocimiento y las capacidades de la Facultad de Minas de la Universidad





Nacional de Colombia, Sede Medellín. “Nuestras investigaciones buscan llevar a cabo desarrollos industriales que reduzcan el consumo de combustible y/o la emisión de gases” dice el profesor Óscar Jaime Restrepo Baena, Ingeniero de Minas y Metalurgia e investigador de CEMATCO.

### *Métodos alternativos de síntesis*

El cemento Portland es el más común de los cementos y uno de sus componentes principales es el clínker. Este material está compuesto por silicatos y aluminatos cálcicos, siendo los primeros los que le brindan al cemento su resistencia mecánica, es decir, su capacidad para resistir fuerzas o cargas sin fallar.

El clínker se forma cuando se calcinan calizas y arcillas en hornos rotatorios que llegan a temperaturas de hasta 1500 grados Celsius. Es un proceso de un alto consumo de energía para llegar a dichas temperaturas y que además emite una cantidad de dióxido de carbono en una relación de 1:1 aproximadamente, por cada tonelada producida, se generaría casi una tonelada de CO<sub>2</sub>.

Por eso el grupo de investigación se ha enfocado en métodos alternativos de producción de clínker que permitan su síntesis a menores temperaturas, manteniendo las propiedades deseadas. Uno de esos proyectos fue adelantado por Juan Camilo Restrepo Gutiérrez, profesor de la Facultad de Arquitectura de la UN en Medellín.

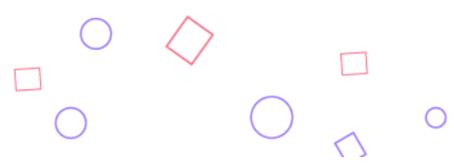
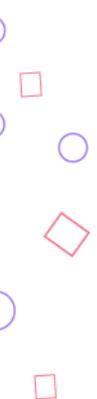
### *Síntesis de silicatos cálcicos a partir de métodos químicos por combustión*

En investigaciones previas del grupo se identificó el proceso de autocombustión como una opción para la generación de pigmentos y con ese antecedente el profesor Juan Camilo Restrepo empezó a explorar la posibilidad de producir fases de silicatos cálcicos - conocidos como alita y belita - por este método.

“El proceso que nosotros desarrollamos consistía en mezclar sílice y calcio más los reactivos para la ignición, diluidos en agua” comenta el profesor. Esto se calentaba hasta los 200 grados Celsius, punto en que se producía la combustión con que la mezcla llegaba a una temperatura entre los 900 y 1200 grados Celsius, rango en que se forman estos silicatos cálcicos.

La ventaja no solo reside en que se consume menos energía al no tener que llegar a una temperatura de 1500 grados Celsius para la producción de la belita y la alita como en el proceso tradicional, sino también en que, al analizar la reacción con un cromatógrafo de gases, se identificó una reducción entre el 70% y 90% en la producción de CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, los silicatos producidos son de mayor reactividad al ser altamente porosos.

Este es un paso importante en la investigación de métodos alternativos de síntesis de silicatos cálcicos porque la posibilidad de usar un proceso de autocombustión para la producción de estos componentes sólo se había establecido teóricamente. “Nosotros empezamos a trabajar a nivel de laboratorio y realmente logramos hacerlo” concluye el profesor Restrepo.





### Pirólisis de aerosol en llama

Otro método alternativo investigado por CEMATCO es la pirólisis de aerosol en llama, usado en sus trabajos sobre pigmentos cerámicos. Natalia Betancur Granados, ingeniería química e integrante del grupo recuerda que este proceso “no era usado en cementos. Sólo había un reporte, pero los resultados no eran buenos”.

Para su doctorado en Ciencia y Tecnología de Materiales decidió probar este método para la producción de silicatos cálcicos como la belita en una escala nanométrica. Las nanopartículas, al ser tan pequeñas tienen una superficie que representa un mayor porcentaje de su masa total, acelerando en este caso, sus procesos de hidratación.

¿Cómo consigue las nanopartículas? Se diseñó un proceso continuo en que se mezclan unos reactivos con silicio y calcio en un líquido disolvente orgánico que se bombea a través de una boquilla como un aerosol. Las pequeñas gotas que salen atraviesan una llama y pasan a una fase gaseosa, formando una nube de iones de silicio, calcio y oxígeno.

Esos iones buscan estabilizarse ligándose en procesos de micro nucleación que forman partículas y, a medida que avanzan, pasan por una reducción de la temperatura que limita su posibilidad de crecimiento a unos 10 - 50 nanómetros. Estas nanopartículas se cargan eléctricamente con un precipitador electrostático para que se adhieran a la superficie de un tubo para su recolección.

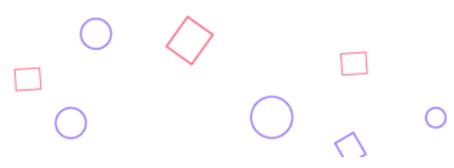
Las ventajas de este método es que la belita aumentó su velocidad de hidratación, haciendo que el tiempo requerido para alcanzar su mayor resistencia mecánica sea menor e incluso puede llegar a ser superior a la del proceso tradicional. Esto sería muy útil en el desarrollo de cementos ultra resistentes, necesarios en rascacielos de gran altura y obras que soportan presiones extremas.

La investigación también evaluó como, al cambiar las condiciones de la pirólisis de aerosol en llama, se afectaban las propiedades finales del material. Se analizó que sucedía con la reactividad, tamaño de la partícula y mineralogía de la belita si se cambiaba la concentración de la mezcla, la presión de la dispersión, la velocidad de alimentación, el tipo de combustible usado y el gas de dispersión en el aerosol.

Así se identificaron las estructuras de la belita que favorecían una mejor resistencia mecánica y un menor tiempo para alcanzarla, este es un plus fundamental para un compuesto que tendría aplicaciones incluso por fuera de la producción del cemento, como biomaterial para la reparación ósea.

### ¿Qué sigue?

Estas investigaciones son sólo los pasos iniciales de un camino que potencialmente mejoraría procesos de la industria del cemento al reducir el consumo energético necesario para la síntesis del clínker y el tiempo para conseguir componentes como la belita. Esto mitigaría el impacto ambiental negativo, disminuiría costos y podría brindar mejoras en la respuesta mecánica del cemento.

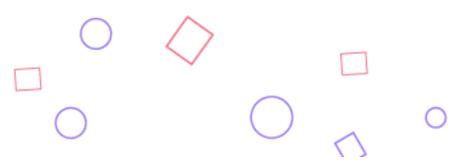
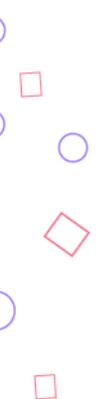


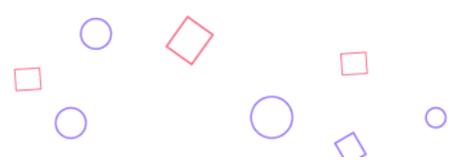
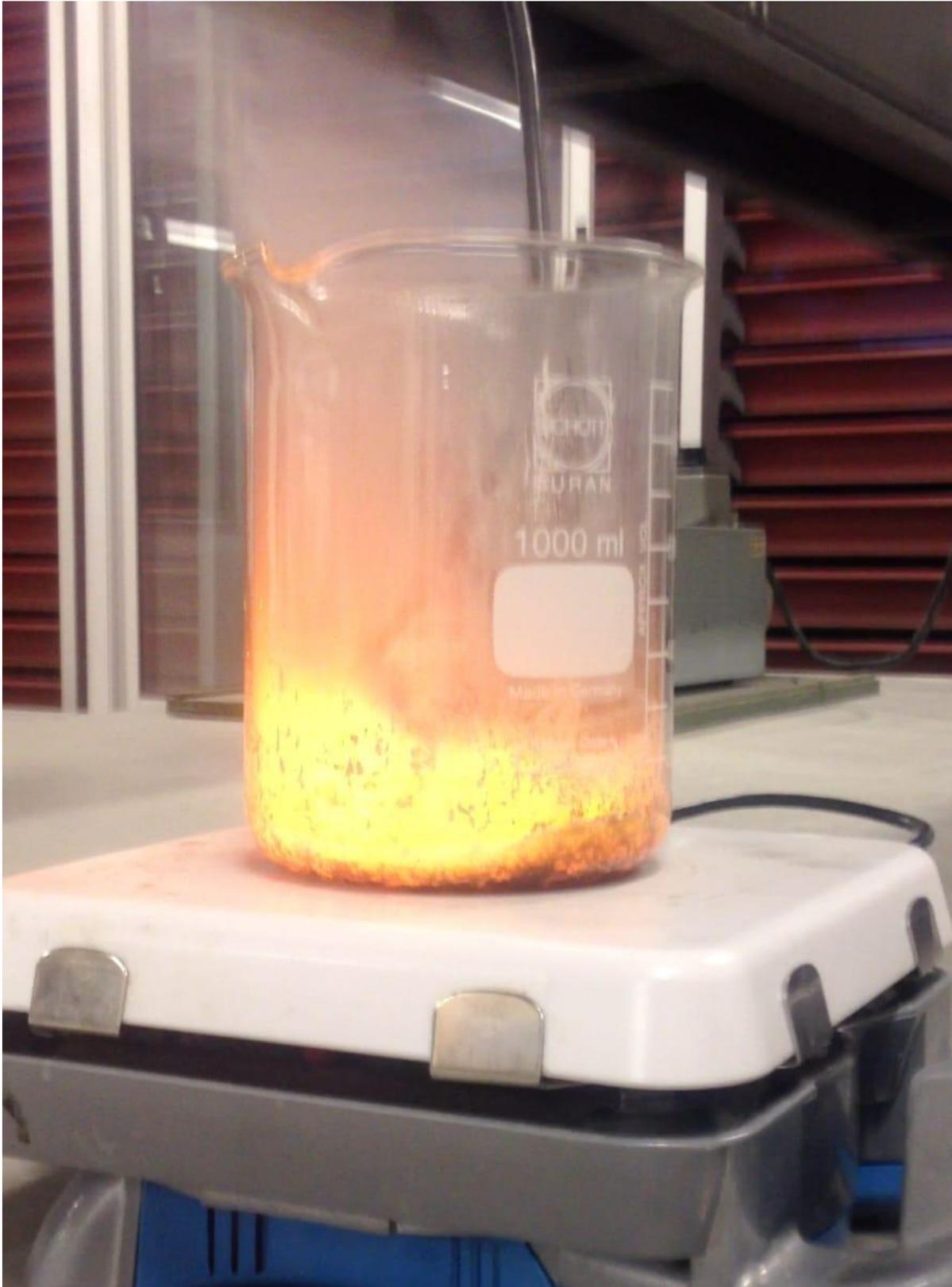


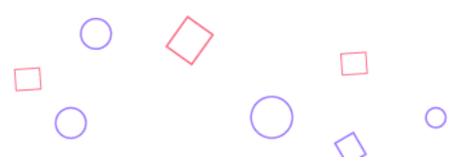
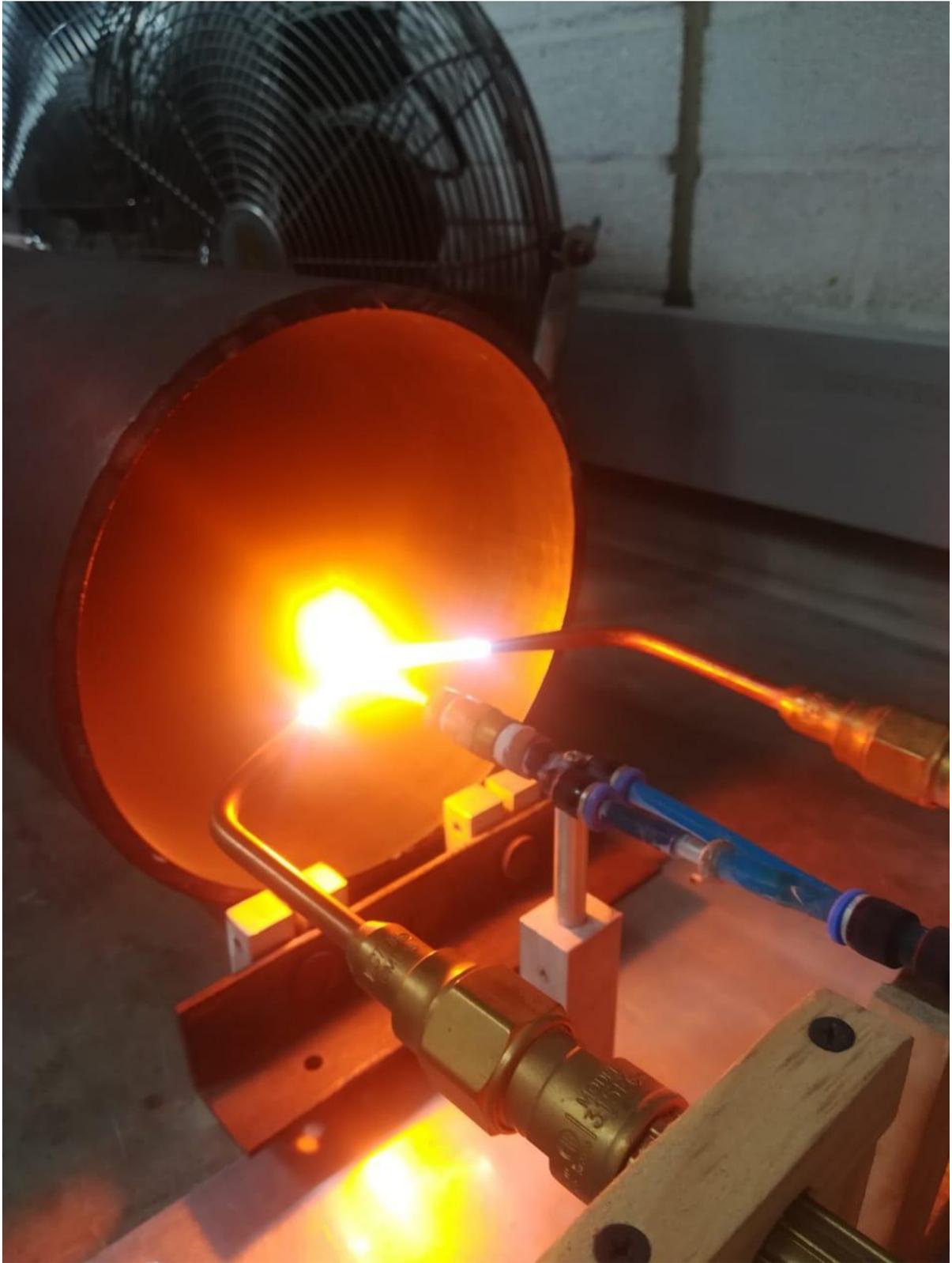
Los resultados conseguidos en escala de laboratorio son promisorios y alientan a experimentar en escalas mayores. Por eso es fundamental fortalecer la relación entre la academia y la industria para que el conocimiento de punta que se construye en la Universidad genere beneficios que impactan a la comunidad a un nivel local y global.

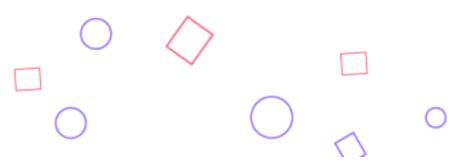
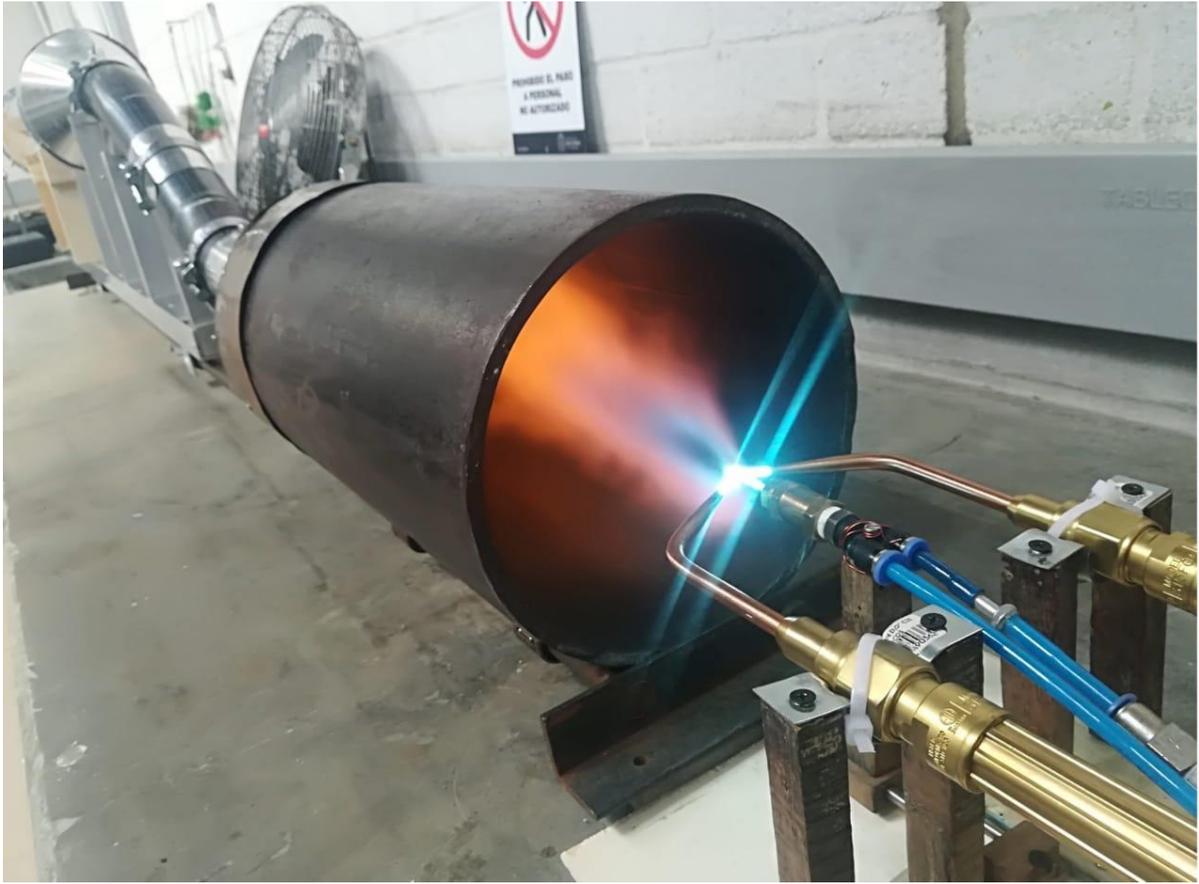
Y es por eso que el grupo CEMATCO sigue investigando.

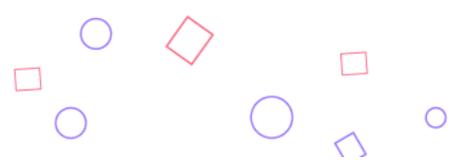
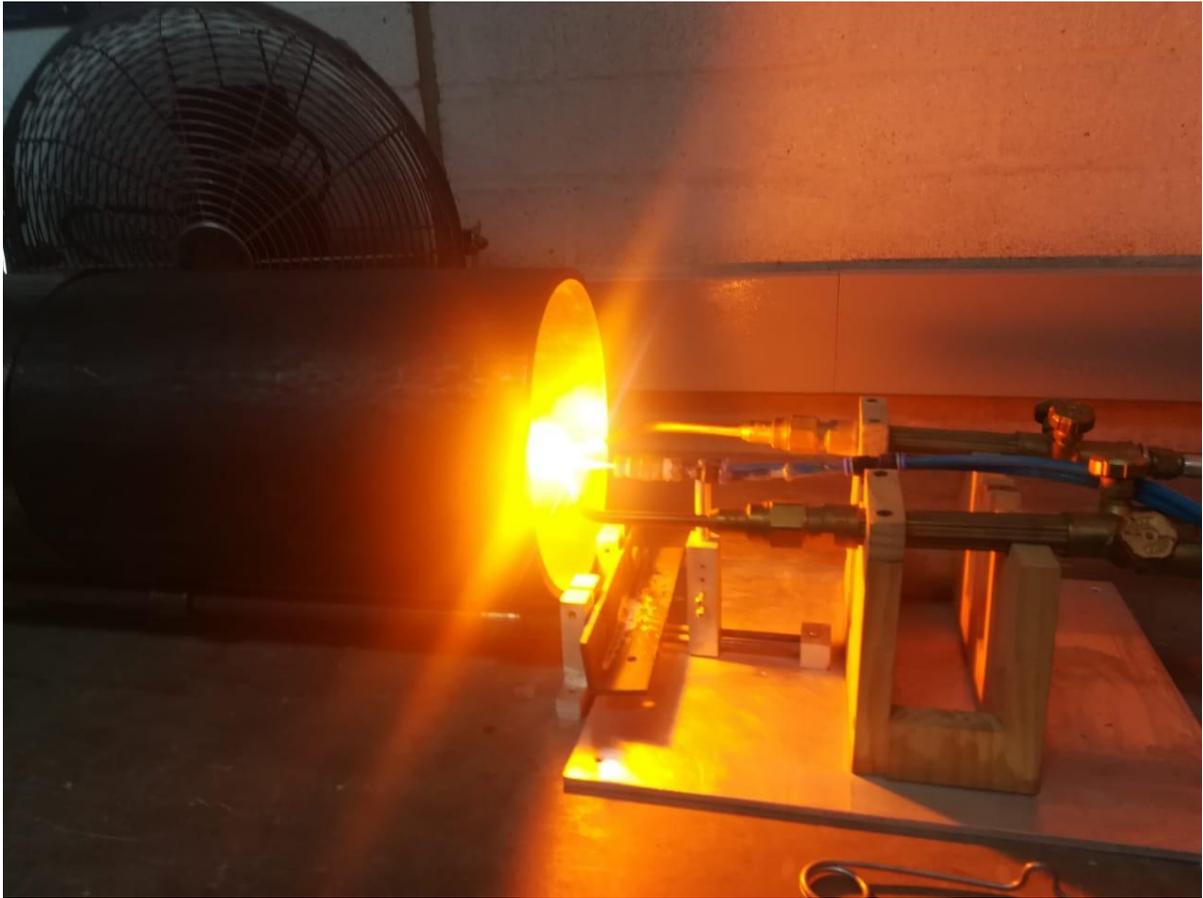
*Palabras claves: cemento; resistencia; huella ambiental; emisión de gases; autocombustión; clínker; síntesis silicatos cálcicos; pirólisis aerosol en llama; escala nanométrica; belita;*





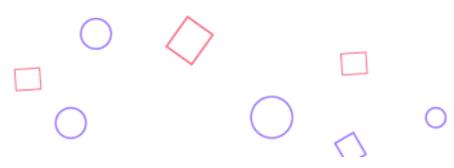


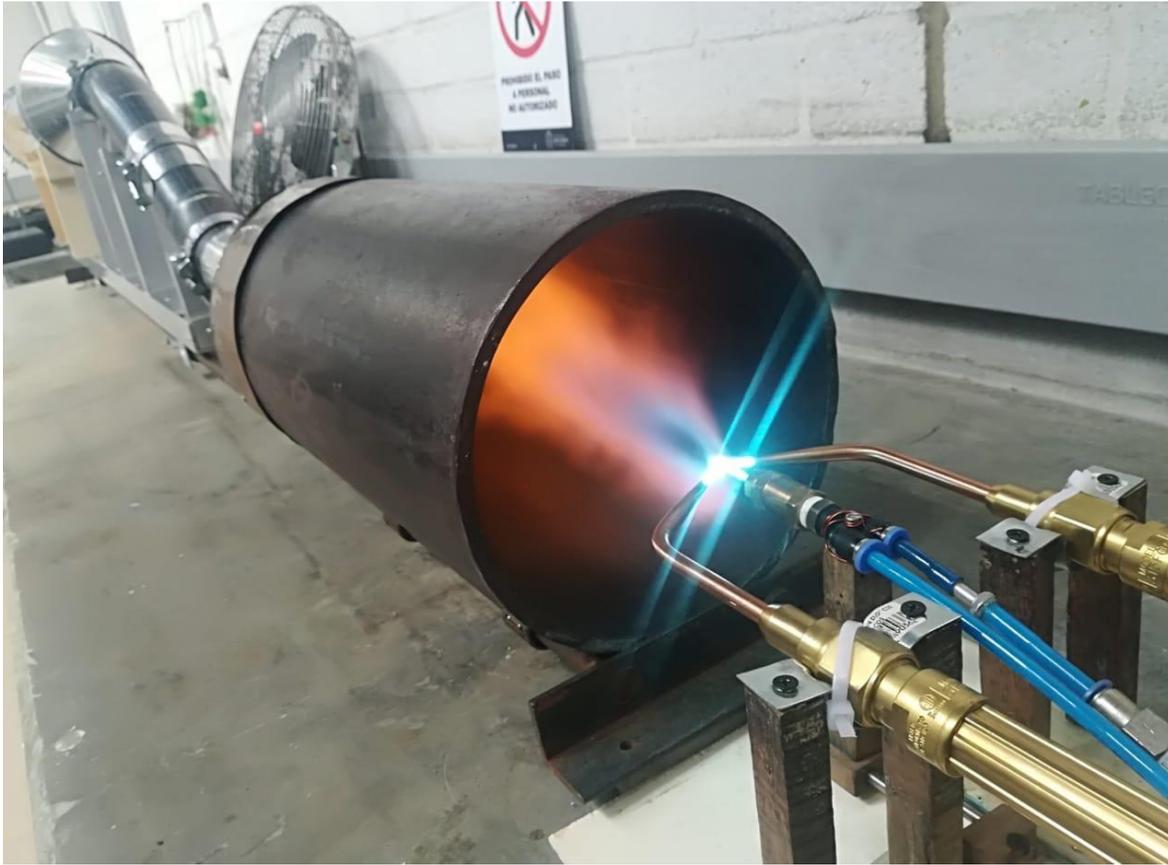




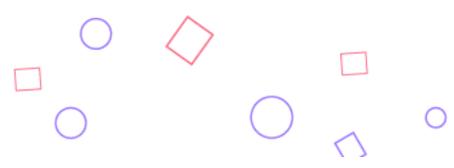


*Equipo de pirólisis de aerosol en llama desarrollado por el grupo para la obtención de silicatos cálcicos, uno de los principales componentes del clínker.*





*Las pequeñas gotas que salen atraviesan una llama y pasan a una fase gaseosa, formando una nube de iones de silicio, calcio y oxígeno.*





*Las ventajas de este método investigado por Natalia Betancur es que la belita aumentó su velocidad de hidratación, reduciendo el tiempo requerido para alcanzar su mayor resistencia mecánica e incluso llega a ser superior a la del proceso tradicional.*