



Nano-concreto

Versión 032117.2



www.nano-link.org



Visión general

Durante la actividad de hoy estaremos convirtiendo el material más común y utilizado en un material compuesto con base en nanotecnología.



Laboratorio

Laboratorio casero

Los procesos de nanotecnología se obtienen utilizando equipo en laboratorios como este.



Podemos emular los procesos de nanotecnología con equipos como este.



- Molienda criogénica
- Micro pulverización (molienda)
- Molienda en polvo



Prueba de tensión: Tracción

	Perlita	Nano-Perlita
Masa (curado)	152 g	147 g
Tiempo de curado	6 días	6 días
Carga (fallo/rotura)	36 lb	43 lb
Proporción de mezcla	6:4:4	6:4:4

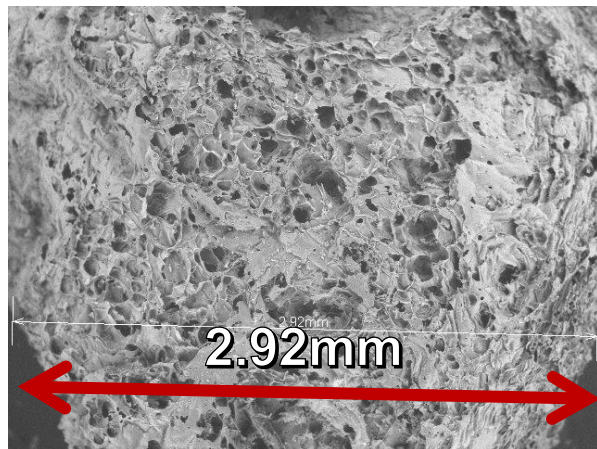


- Pruebas adicionales produjeron resultados similares.
- Reglas:
 - Agua en exceso disminuye la fuerza del concreto...la cantidad **apropiada** permite el flujo y la funcionalidad.
 - El tiempo de curado lo afecta **todo**, el curado **apropiado** mejora todas las propiedades del concreto.
 - El concreto se endurece según pasa el tiempo pero a mayor tiempo se fractura y agrieta.
- Relación área superficial a volumen: las partículas finas llenaron los espacios vacíos entre los granos de cemento y hubo mejor dispersión.

Análisis - Conclusiones

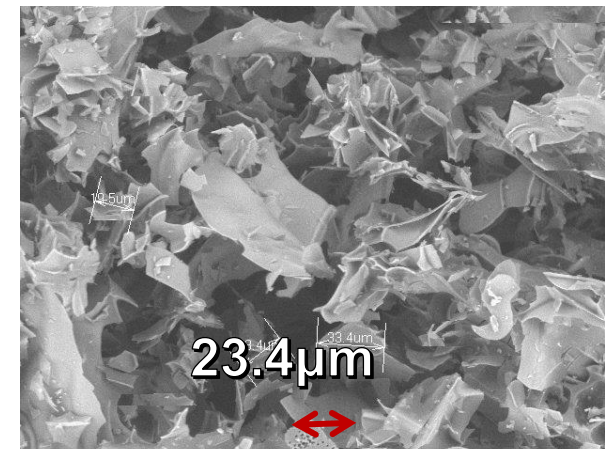
- Aunque el agregado (Perlita molida) solo pudo reducirse a un promedio de $25\mu\text{m}$ (utilizando métodos caseros de laboratorio), el material cambió significativamente y los resultados obtenidos apoyaron las predicciones o el efecto a nivel nano: un material compuesto en nano-escala ligero pero fuerte.
- Relación área superficial a volumen: las partículas finas llenaron los espacios vacíos entre los granos de cemento y hubo mejor dispersión.
- Prioridad de fuerzas e interacciones: hubo cambio en la zona de contacto, la hidratación aumentó por la dispersión y esto se traduce en mayor reactividad.
- Extensión de la actividad: se pueden alterar distintas variables como condiciones en el proceso y tiempo de curado. Adicional, la mezcla puede variar.

Perlita



perlite

Micrografías
provistas por
micrografía
electrónica de
Nano-Link



crushed perlite

Perlita
molida

Nano-mecanismo

- El nano-mecanismo se refiere a los principios o sistema que explican el efecto a nivel nano que es observado.
- En este caso, el contacto partícula-partícula y el aumento en la hidratación.
- **Referencias:**
 - Video del modelo y explicación de la hidratación.
“Hydration of Cement, National Science Foundation”
<https://archive.org/details/gov.fhwa.ttp.vh-438>
 - Para el aumento en la relación área de superficie a volumen referirse al “SEM”.
 - Describir cómo las partículas del cemento podrían reaccionar con las partículas a nano escala (por el aumento en área de superficie).

Nanotecnología en el concreto

- **Procesos a nano escala:** Moler o pulverizar un componente, Perlita (el agregado), para reducir su tamaño.
- **Procesamiento del material:** Proporciones de los componentes en la mezcla, hidratación, curado, prueba de caída.
- **Propiedades del material:**
 - Las pruebas de tracción producen resultados positivos consistentes - un material compuesto ligero pero fuerte.
 - Caída, flujo y densidad.
- **Conceptos de nanociencia:**
 - **Sentido de escala** - tamaño de la Perlita antes y después del procesamiento.
 - **Relación área de superficie a volumen** - se remueve espacio desperdiciado con aire, dispersión.
 - **Prioridad de las fuerzas e interacciones** – hidratación en partículas a menor escala, puentes de hidrógeno e interacciones Van Der Waals.

Conceptos que debes conocer

- ***Cemento y concreto*** son conceptos diferentes.
- **El cemento** consiste en mezclar óxidos de calcio, silicio y aluminio.
- **El cemento “Portland”** y materiales similares se fabrican calentando piedra caliza (una fuente de calcio) con arcilla y moliendo este producto (llamado clínker) con una fuente de sulfato (comúnmente yeso).

Conceptos que debes conocer

- **Cementoso** - Se refiere a ser de cemento o ser como el cemento.
- **Proporción de la mezcla (“ratio”)** - Siempre se establece como agregado: agua: cemento en términos de unidades, Ej.: 3: 2: 1 es una proporción común para el concreto (“bulk concrete”). Las proporciones pueden variar.
- **Componentes** - El cemento es un componente del concreto. El agua y el agregado son componentes adicionales que forman parte del concreto.
- **Micro pulverización (molienda) y molienda en polvo** - Son procesos a nivel nano que se utilizan para reducir el tamaño de un material.

Conceptos que debes conocer

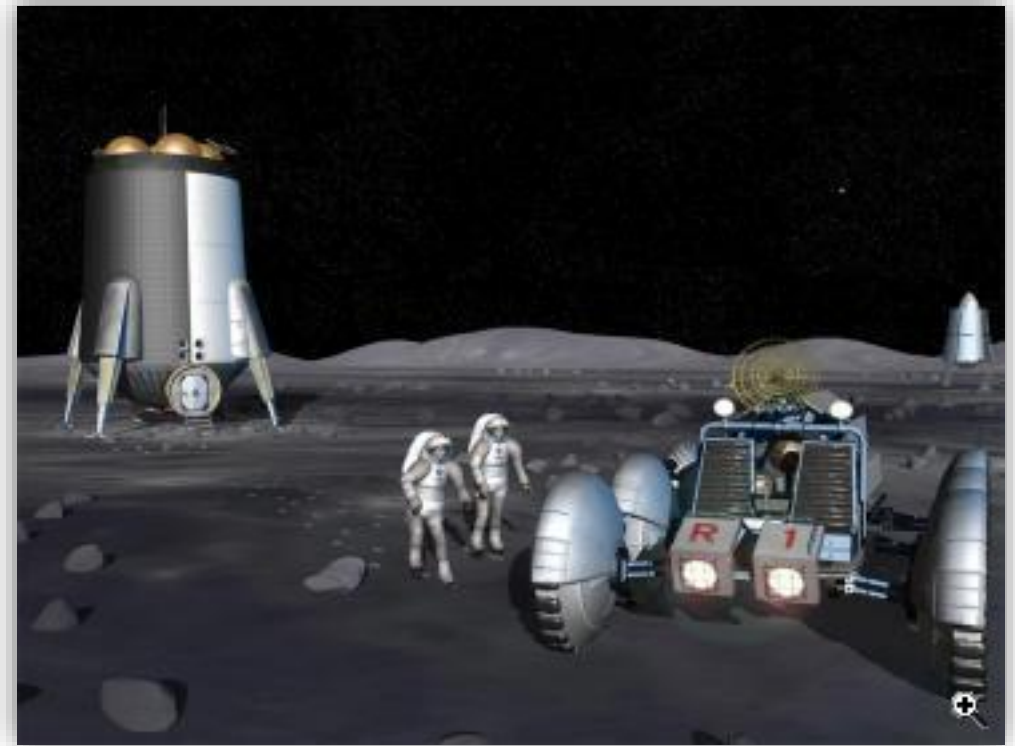
- ***Aditivos o agregados*** - Mezclas en forma de polvo o fluidos que le otorgan al concreto ciertas características que no se pueden obtener con mezclas tradicionales de concreto.
- ***Viscosidad*** - Es la resistencia que tiene un fluido a fluir.
- ***Curado e hidratación*** - El concreto se solidifica y endurece después de mezclarlo con agua y colocarlo en posición debido a un proceso químico conocido como hidratación. El agua reacciona con el cemento, que une los otros componentes, creando un material similar a la piedra. La reacción es exotérmica (genera calor) y se debe tener cuidado ya que la acumulación de calor puede afectar la integridad del material.

Conceptos que debes conocer

- **Capacidad de trabajo** - Definida por la capacidad de la mezcla para ser colocada y compactada en molde sin “sangrado” o segregación de los componentes (con vibración). Esto depende del contenido de agua, el agregado (distribución de forma y tamaño), el contenido de cemento y el tiempo (nivel de hidratación). Aumentar el contenido de agua o agregar aditivos químicos aumenta la funcionalidad del concreto. El exceso de agua conduce a un mayor sangrado (agua superficial) y/o la segregación de los agregados (cuando el cemento y los agregados comienzan a separarse), y el concreto resultante tiene una menor calidad.
- **Caída** - La capacidad del concreto para deformarse bajo su propio peso sin restricción alguna, excepto por la fricción de la superficie.
- **Mecánica de hidratación** - Se refiere al proceso de eliminación de agua.

Nano-concreto en el futuro

- Ingeniería civil
- Ingeniería estructural
- Arquitectura
- Ingeniería mecánica
- Aeroespacial



“Waterless Concrete Building on the Moon”
Crédito de imagen: NASA

FLUJOGRAMA

