

# Sesión 11

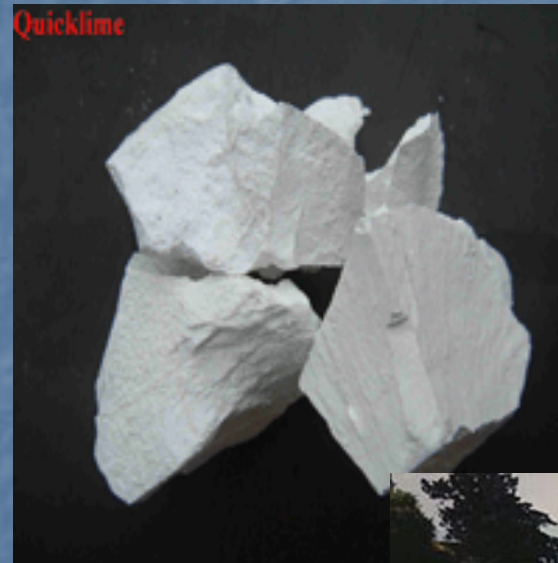
## Tecnología del Cemento

- Los cementos son materiales adhesivos
- Pueden ser de origen
  - orgánico (goma)
  - inorgánico (cemento Portland)
- El cemento debe cubrir la superficie de las partículas de los agregados a fin de unirlos en una sola masa monolítica

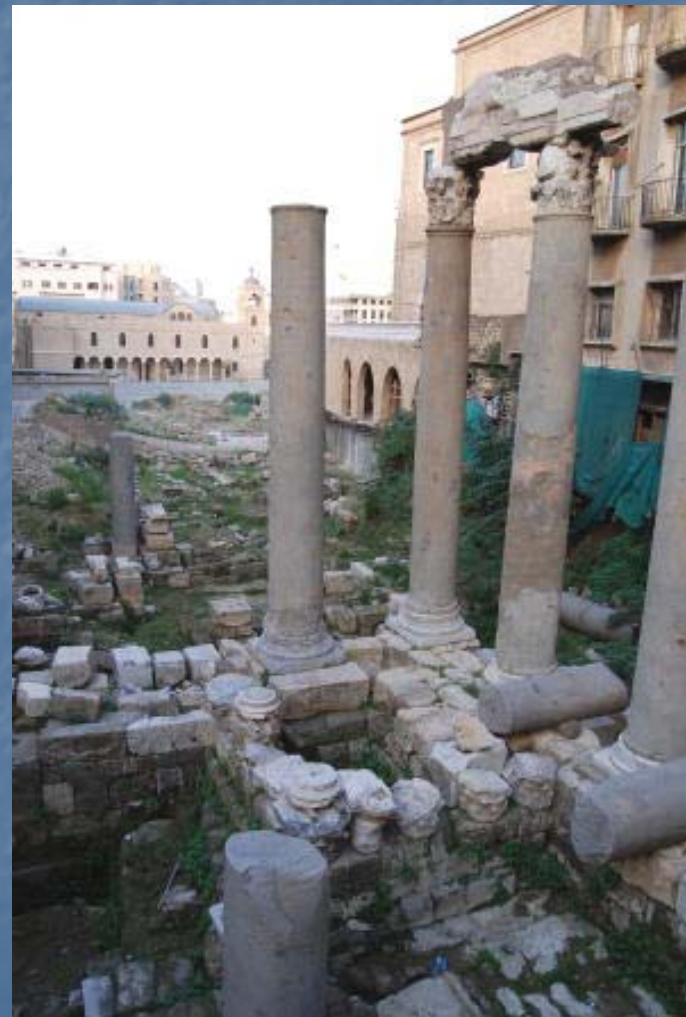
- El cemento usado en la industria de la construcción es conocido como cemento portland.
- Es un silicato hidráulico: capaz de fraguar y endurecer al reaccionar con el agua y adquirir una consistencia pétrea.

Los cementos y morteros inorgánicos endurecen por la incorporación de  $\text{CO}_2$  o agua por reacción química.

Los antiguos romanos usaban morteros hechos a base de  $\text{CaO}$  y arcilla calcinada.



- Tales morteros endurecen muy lentamente mientras el  $\text{CaO}$  se combina con el  $\text{CO}_2$  del aire para formar caliza



- El cemento portland es una mezcla más compleja
- Endurece más rápido que el CaO y adquiere mucho mayor resistencia mecánica
- El factor determinante para esto es la presencia de silicato tricálcico  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

- El método de manufactura del cemento portland a partir de las materias primas está determinado por el hecho de que el silicato tricálcico solo puede producirse en un rango de temperaturas muy restringido. Si el silicato tricálcico llega a fundir, se descompone en silicato dicálcico y caliza

- Las materias primas para el cemento portland son:

- Arcilla (contenido de sílice 2:1 con la alúmina)



- Caliza

- Óxido férrico

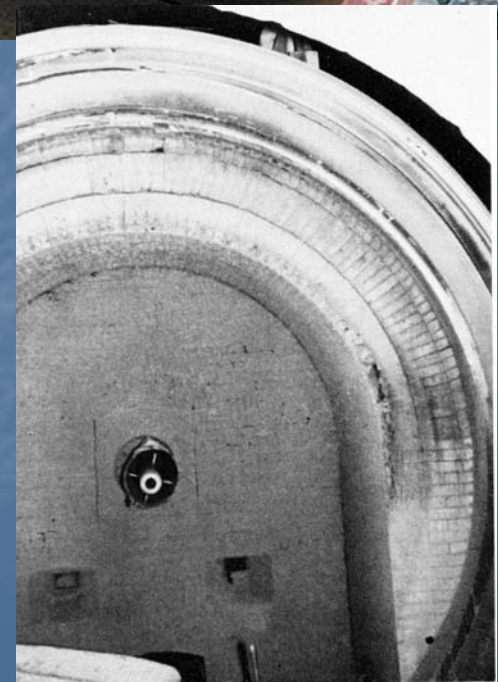
La mezcla de materias primas se calcina bajo condiciones que produzcan una gran cantidad de silicato tricálcico

- Debe mantenerse el nivel de magnesia por debajo del 5% debido a los efectos de expansión que produce la formación de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- Siempre existen cantidades limitadas de magnesia en el cemento, y es éste componente el que le da la coloración gris-verdosa.

- Una composición inicial típica de un cemento portland puede ser:

SiO <sub>2</sub>	15.5%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.0
CaO	42.0
MgO	2.5
CO <sub>2</sub>	35.5
	<hr/>
	100.0%

- En la que el  $\text{CO}_2$  está combinado como  $\text{MgCO}_3$  y  $\text{CaCO}_3$ .
- La materia prima es molida hasta malla 200 en un molino de bolas y calcinada en el horno de cemento (horno rotatorio)



- Las características de un horno rotatorio común son:
  - 3.5 a 4 m de diámetro
  - 15 a 20 m de longitud
  - Espesor de placas de acero  $> 7/8$  in
  - Velocidad de rotación 0.6 rpm

- Las reacciones que ocurren en el interior del horno se suceden en secuencia:
  1. Eliminación de agua
  2. Descomposición térmica del  $\text{MgCO}_3$
  3. Descomposición térmica del  $\text{CaCO}_3$
  4. Reacción en estado sólido para producción de silicatos de calcio
  5. Formación de "clinker"

- Una vez obtenido el clinker se muele a malla 325, se mezcla con un 3% de yeso y se empaca.

■ El cemento portland esta compuesto por 4 especies químicas principales:

1. Silicato tricálcico  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{C}_3\text{S}$ )

2. Silicato dicálcico  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  ( $\text{C}_2\text{S}$ )

3. Aluminato tricálcico  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_3\text{A}$ )

4. Aluminoferrita tetracálcica

$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_4\text{AF}$ )

- La resistencia del cemento esta controlada por el porcentaje de los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen al menos el 70% de los componentes del cemento
- Cemento portland normal (Tipo I)
- Cemento de secado rápido (Tipo III)
- Cemento resistente a los sulfatos (Tipo V)

<b>Cement</b>	<b>% C<sub>3</sub>S</b>	<b>% C<sub>2</sub>S</b>	<b>% C<sub>3</sub>A</b>	<b>% C<sub>4</sub>AF</b>
<b>normal portland</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
<b>high early strength</b>	<b>53</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>sulfate-resistant</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

- Reacciones de hidratación del cemento portland
- Pozzolanas