

## CEMENTANTES

### DEFINICIÓN:

Se llama CEMENTANTE al material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto, originando nuevos compuestos.

- CALES
- CEMENTOS
- ADHESIVOS MINERALES

### CEMENTO :

Es un producto artificial que resulta de calcinar hasta un principio de fusión, (sinterización) una mezcla de calizas y arcillas; obteniéndose el CLÍNKER . El mismo se pulveriza con la adición de no más del 2% de yeso, obrando este como retardador de fragüe.

## FABRICACIÓN

Comprende una serie de operaciones que sintetizaremos en lo siguiente:

- 1)\_ Materias primas**
- 2)\_ Extracción de la materias primas**
- 3)\_ Trituración**
- 4)\_ Dosificación:**
- 5)\_ Preparación de la mezcla**
- 6)\_ Molienda**
- 7)\_ Fabricación del clínex**
- 8)\_ Molienda y ensilado**

## MATERIAS PRIMAS

CALIZAS: pueden encontrarse en las siguientes formas:

**Creta**: se encuentra en capas horizontales o ligeramente inclinadas. Es relativamente blanda. Pueden contener hasta un 25% de agua.

**Calizas sedimentarias**: Se encuentran en capas planas. Contienen generalmente impurezas como magnesia, compuestos de flúor, arenas, arcillas.

**Calizas metamórficas**: Se trituran y muelen con facilidad. Su composición química es parecida a las calizas sedimentarias.

ARCILLA: Esta formada por silicatos aluminosos hidratados amorfos



Aproximadamente tienen la siguiente composición:

Sílice:	60%
Alumina:	20%
Óxido de hierro:	8%
Óxido de Calcio:	6%
Óxido de Magnesio:	3%
Álcalis:	2%

## COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND

En un cemento portland encontramos los siguientes componentes químicos combinados:

CONSTITUYENTES	COMPUESTO	NOTACIÓN ABREVIADA	PROPORCIÓN (%)	TOTAL (%)
Principales	CaO	C	60 a 67	90
	SiO <sub>2</sub>	S	17 a 25	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A	3,0 a 8,0	
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F	0,5 a 6,0	
Secundarios o Menores	MgO	M	0,1 a 4,0	10
	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	Álcalis	0,2 a 1,4	
	TiO <sub>2</sub>		0,1 a 0,4	
	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,1 a 0,3	
	SO <sub>3</sub>	S	1,0 a 4,5	

## COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND

El cemento portland se obtiene por cocción de:

- a) Cal
- b) Sílice
- c) Alúmina
- d) Oxido de hierro
- e) Impurezas: magnesia y álcalis

**a)\_ Cal (OCa)**

## COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND

### b)\_ Sílice ( $\text{SiO}_2$ ):

Se encuentra abundante en la naturaleza formando parte de:

Silicatos

Sílice pura o cuarzo cristalizado

Tridimita

Cristobalita

La sílice pura o cuarzo beta es estable a temperatura ordinaria, a  $573^\circ$  se transforma en cuarzo alfa cristalizando en prismas hexagonales de  $2,65 \text{ kg/dm}^3$  de densidad, y dureza Mohs 7.

- A  $870^\circ$  se obtiene la Tridimita  $2,28 \text{ kg/dm}^3$  de densidad.
- A  $1470^\circ$  Cristobalita alfa de densidad  $2,33 \text{ kg/dm}^3$ .
- A  $1710^\circ$  funde en cuarzo vítreo con  $2,20 \text{ kg/dm}^3$ . aunque la sílice sea químicamente inerte, a temperatura ambiente, reacciona con las bases a temperaturas elevadas formando silicatos.

## COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND

### c)\_ Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ):

- El óxido de aluminio se encuentra en la naturaleza en forma de corindón incoloro. Funde a  $2500^\circ$  cristalizando.
- Su dureza Mohs es de 9
- La alúmina se encuentra combinada en las arcillas:  $2 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Eliminando la sílice da formación a dos óxidos:



La bauxita es una mezcla de ambos en diferentes proporciones.

### d)\_ Oxido Férrico $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :

Muy abundante en la naturaleza constituyendo el mineral de hierro llamado:

Oligisto

Hematites

En los cementos, provienen de las impurezas de las arcillas

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

### Silicatos de calcio

La cal y la sílice reaccionan a elevada temperatura formando los siguientes compuestos que encontramos en el clínker del cemento:



- Principal constituyente del cemento portland.

Se obtiene calentando una mezcla de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{SiO}_2$  a  $1400\text{ }^\circ\text{C}$

- Peso específico de 3,15.
- Se le atribuye la resistencia inicial del cemento portland.



## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

### Aluminatos cálcicos

**Aluminato monocálcico:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO} \rightarrow (\text{AC})$

- Se obtiene calentando alumina y  $\text{CO}_3\text{Ca}$  por encima de los  $950^\circ\text{C}$ ,
- Funde a  $1600^\circ\text{C}$
- Peso específico es de  $2,98 \text{ kg/dm}^3$ , tiene propiedades hidráulicas.

**Aluminato tricálcico:**  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \rightarrow \underline{\underline{(\text{AC}_3)}}$

- Tiene propiedades hidráulicas menores que el anterior
- Funde a  $1535^\circ\text{C}$ .

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

### Ferritos cálcicos

La cal, el óxido de hierro y la alúmina reaccionan dando:

- Ferrito aluminato tetra-cálcico:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{CaO}$
- Ferrito bi-cálcico:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{CaO}$

Eventualmente se pueden encontrar en los cementos:

- Trialuminato penta-cálcico:  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{CaO}$
- Pentaluminato tri-cálcico:  $5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

Se han realizado muchos estudios mediante procedimientos mineralógicos, actualmente se admite que un cemento portland esta constituido por:

**Silicato tricálcico (SC<sub>3</sub>) :**



- Hidratación rápida.
- Aporta resistencias iniciales y finales altas.
- Calor de hidratación moderadamente alto.
- Es el que proporciona la resistencia mecánica al cemento.

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

Se han realizado muchos estudios mediante procedimientos mineralógicos, actualmente se admite que un cemento portland esta constituido por:

**Silicato bicálcico (SC<sub>2</sub>) :**



- Hidratación lenta.
- Es el compuesto que contribuye a dar resistencia a largo plazo.
- Calor de hidratación bajo.
- Gránulos redondeados de coloración amarillo-rojizo.

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

Se han realizado muchos estudios mediante procedimientos mineralógicos, actualmente se admite que un cemento portland esta constituido por:

**Aluminato tricálcico (AC<sub>3</sub>) :**



- Hidratación rápida. Es el que se hidrata más rápido, o sea de fraguado más rápido. Para retrasar el fraguado se añade yeso.
- Aporta a las resistencias tempranas.
- Calor de hidratación elevado.
- **Apreciable contracción en la hidratación. Es el causante de la retracción del cemento.**
- Acusa expansión volumétrica en contacto con sulfatos.
- Es muy reactivo, origina la corrosión del hormigón.
- Es poco sulforesistente.
- A mayor contenido de AC<sub>3</sub> menor resistencia química a los sulfatos.

## COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL CEMENTO PÓRTLAND

Se han realizado muchos estudios mediante procedimientos mineralógicos, actualmente se admite que un cemento portland esta constituido por:

**Ferroaluminato tetracálcico (FAC<sub>4</sub>) :**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{CaO}$

- Hidratación lenta y regular.
- Prácticamente no contribuye al desarrollo de las resistencias.
- Calor de hidratación moderado.
- Aporta color al cemento, mientras mayor sea su contenido, más oscuro será su coloración.
- Su presencia surge de la necesidad de usar fundentes de hierro en el clínker.

## HIDRATACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

- El cemento a través de una serie de reacciones liga los áridos.
- O sea se transforma en un elemento ligante o cementante del esqueleto granular.
- El cemento por si mismo no tiene propiedades aglomerantes, pero en presencia de agua, se transforma en un material que si lo es.

### REACCIONES QUÍMICAS DEL PROCESO DE HIDRATACIÓN:

#### a)\_ Hidratación del $SC_3$

En contacto con agua este compuesto reacciona de la siguiente manera:

- Este proceso se produce mediante disolución del  $SC_3$  en el agua, hasta saturación y una precipitación de los compuestos hidratados.
- Se forman estructuras cristalinas en continuo crecimiento.



## HIDRATACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND

### b)\_ Hidratación de $SC_2$

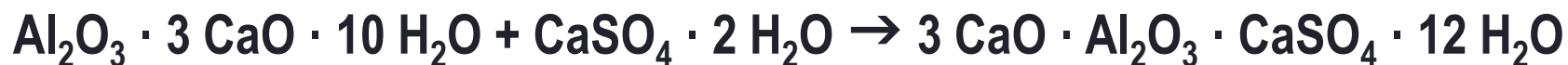


### c)\_ Hidratación del $AC_3$

- Dado que el  $AC_3$  posee un fraguado relámpago, se adiciona el yeso para retardar el mismo.
- Después de una serie de reacciones con los sulfatos cálcicos nos queda:



Aluminato de calcio hidratado



Monosulfoaluminato cálcico hidratado

### d)\_ Hidratación del $FAC_4$

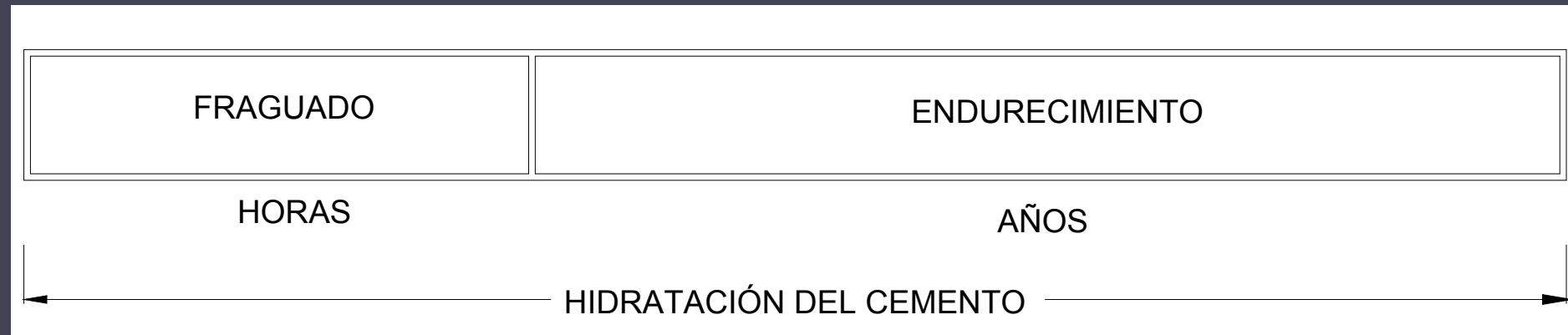
Se da la siguiente reacción:





## FRAGUADO DEL CEMENTO PORTLAND

El proceso de hidratación se inicia en el momento mismo del mezclado y finaliza al cabo de años:



A la pasta se le atribuye consistencia de gel

- ✓ Son sistemas dispersos de dos componentes por lo menos
- ✓ Muestran propiedades mecánicas del estado sólido

## FRAGUADO DEL CEMENTO PORTLAND

- Las partículas del componente disperso son cristalinas o amorfas y son capaces de adherirse formando un armazón.
  - Inicialmente los granos del cemento se encuentran dispersos.
  - Conforme se produce la hidratación del  $AC_3$  comienza su cristalización rigidizando la mezcla (inicio de fraguado).
  - Continúa luego la pasta rigidizándose en forma acelerada hasta alcanzar el final del fraguado.
- 
- En este momento comienza la faz de endurecimiento mediante la hidratación del  $SC_3$  y la aparición de la tobermorita (C-S-H. Silicato de Calcio Hidratado).