

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 ₂	S	17 a 25	
	Al ₂ O ₃	A	3,0 a 8,0	
	Fe ₂ O ₃	F	0,5 a 6,0	
Secundarios o Menores	MgO	M	0,1 a 4,0	10
	Na ₂ O + K ₂ O	Álcalis	0,2 a 1,4	
	TiO ₂		0,1 a 0,4	
	P ₂ O ₃		0,1 a 0,3	
	SO ₃	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 (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° se transforma en cuarzo alfa cristalizando en prismas hexagonales de $2,65 \text{ kg/dm}^3$ de densidad, y dureza Mohs 7.

- A 870° se obtiene la Tridimita $2,28 \text{ kg/dm}^3$ de densidad.
- A 1470° Cristobalita alfa de densidad $2,33 \text{ kg/dm}^3$.
- A 1710° 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 (Al_2O_3):

- El óxido de aluminio se encuentra en la naturaleza en forma de corindón incoloro. Funde a 2500° 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 Fe_2O_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 CO_3Ca y 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 CO_3Ca por encima de los 950°C ,
- Funde a 1600°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°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 (SC₃) :



- 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 (SC₂) :



- 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 (AC₃) :



- 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 AC₃ 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 (FAC₄) : $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{CaO}$

- 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

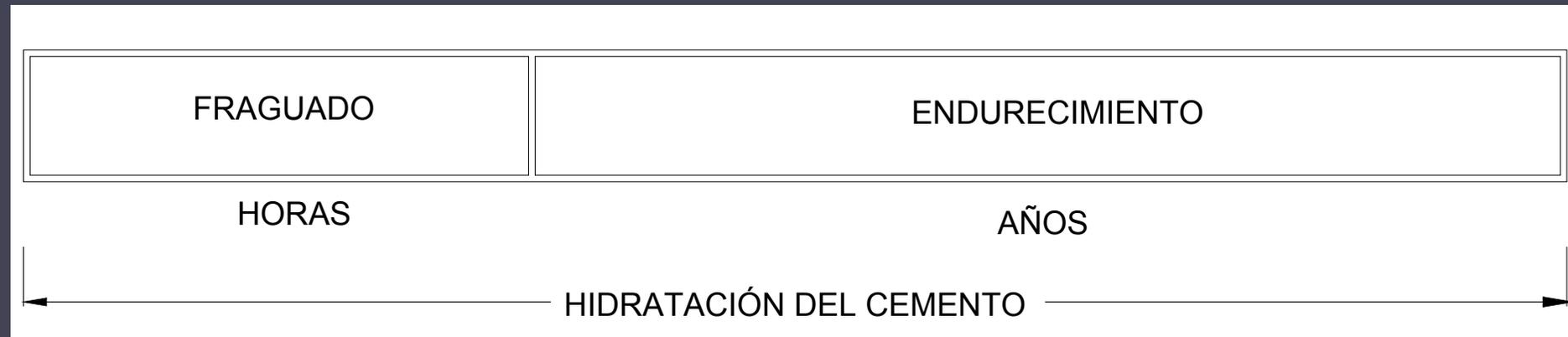
d)_ Hidratación del FAC_4

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).