



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

TECNOLOGÍA DE CEMENTOS

Curso : 5º
Cuatrimestre : 1º
Carácter : Libre elección

Créditos totales
Teóricos : 2,4
Prácticos : 2,1

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 3: 2006-09-22

TECNOLOGIA DE CEMENTOS: PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Introducción

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Conocer la historia y antecedentes del cemento.*
- 1.2 Conocer la normativa aplicable.*
- 1.3 Conocer datos de producción y consumo.*

CONTENIDOS

1.1: HISTORIA Y ANTECEDENTES DEL CEMENTO. DEFINICIÓN

- Historia del cemento. Cemento natural de roca. Cemento romano.
- El cemento portland.
- Antecedentes en España.

1.2: NORMATIVA APLICABLE Y TIPOS DE CEMENTOS

- Normativa española y europea
- Tipos de cementos normativos.

1.3: PRODUCCIÓN Y CONSUMO NACIONAL Y MUNDIAL

- Producción y importaciones de cementos.
- Panorámica del sector cementero en España.
- Panorámica del sector cementero en el mundo.

BLOQUE 2: Fabricación del clinker.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Comprender las materias primas necesarias para la fabricación del clinker.*
- 2.2 Comprender el empleo de las rocas y componentes correctores en la fabricación del clinker.*
- 2.3 Conocer las propiedades físicas y químicas de cada componente mineralógico del clinker y determinarlos con el método de Bogue.*
- 2.4 Conocer índices y módulos*
- 2.5 Conocer los diversos sistemas de prehomogeneización y homogeneización del crudo del cemento.*
- 2.6 Conocer distintos procesos de fabricación. Vía seca, semiseca, semihúmeda y húmeda*
- 2.7 Comprender el proceso de fabricación de vía seca*
- 2.8 Comprender los procesos físicos químicos en la cocción del crudo. Clinkerización*
- 2.9 Comprender los hornos rotatorios.*

- 2.10 *Comprender los intercambiadores de calor.*
- 2.11 *Conocer los distintos enfriadores de clinker. Parrilla y satélite.*
- 2.12 *Conocer los diagramas de Rankin y Lea-Parker.*
- 2.13 *Aplicar las fórmulas de Lea y Bogue para el cálculo de la fase líquida.*
- 2.14 *Conocer la molienda del clinker para obtención de cemento.*

CONTENIDOS

2.1: MATERIAS PRIMAS Y COMPONENTES

- Materias primas necesarias.
- Rocas aportadoras de CaO.
- Rocas aportadoras de SiO₂.
- Rocas aportadoras de CaO y SiO₂.
- Rocas aportadoras de Al₂O₃ y Fe₂O₃.
- Componentes correctores.

2.2: PROCESOS DE FABRICACIÓN. PREHOMOGENEIZACIÓN

- Etapas en el proceso de fabricación del clinker.
- Distintos procesos de fabricación por vía seca, semiseca, semihúmeda y húmeda.
- Proceso por vía seca.
- Prehomogeneización

2.3: PROCESOS FÍSICO - QUÍMICOS DE COCCIÓN DEL CRUDO. OBTENCIÓN DEL CLINKER. FASES DEL CLINKER

- Componentes mineralógicos de un clinker.
- Propiedades de los componentes mineralógicos.
- Aplicación de los clinker según su composición.
- Determinación de los componentes mineralógicos de un clinker por el método de Bogue.
- Proceso de clinkerización

2.4: DIAGRAMA DE FLUJO. HORNO ROTATORIO, ETAPAS

- .Diagrama de flujo de materias.
- Condiciones óptimas para la homogeneización.
- Horno rotatorio: zonas. Tipos de horno rotatorio.
- Recuperación del calor en los hornos.
- Distribución de los hornos por vía seca según el sistema de precalentamiento de la harina de crudo.
- Diagramas de equilibrio CaO-SiO₂, MgO-SiO₂, SiO₂-Al₂O₃ y SiO₂-CaO-Al₂O₃.
- Características de las zonas del horno.

2.5: RECUPERACIÓN DEL CALOR. ENFRIADORES DEL CLINKER

- Diagrama de Rankin.
- Diagrama de Lea y Parker.
- Cálculo de la cantidad de la fase líquida: Fórmulas de Lea y corregidas de Bogue.
- Enfriamiento del clinker: tipos de enfriadores.

2.6: MOLIENDA

- Velocidad de la rotación del molino.

- Grado de compacidad y grado de llenado.
- Ensayos de rendimiento de los molinos de bolas.
- Rendimiento específico de la molturación.
- Molienda por vía seca en circuito abierto y circuito cerrado.

BLOQUE 3: Procesos de hidratación del cemento Portland y durabilidad

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.1 Comprender, desde el punto de vista químico, la hidratación de los distintos componentes de un clinker.*
- 3.2 Conocer los procedimientos de curado del mortero.*
- 3.3 Comprender la necesidad de la adición de yeso al clinker.*
- 3.4 Analizar la influencia de la cantidad de yeso añadida.*
- 3.5 Interpretar la hidratación de un cemento Portland.*
- 3.6 Interpretar la hidratación de un cemento Portland con adiciones.*

CONTENIDOS

3.1: HIDRATACION DEL CEMENTO. TEORIAS.

- Teorías de la hidratación.
- Manifestación exterior de la hidratación.
- Interpretación química de la hidratación: Aluminatos, silicatos, ferrito-aluminatos, cal y magnesia libres.
- Estructura del cemento hidratado.
- Resistencia de los cementos hidratados: Constitución química-mineralógica, cantidad de agua añadida, granulometría del cemento.
- Calor total desprendido en la hidratación.

3.2.: FRAGUADO

- Procedimientos de curado del mortero: Ventajas y aplicación de cada uno.
- Tiempo de fraguado.
- Influencia de la cantidad de yeso añadida.
- Acción del frío.
- Acción del calor.

3.3: HIDRATACION DEL CEMENTO CON ADICIONES

- Teorías de la hidratación.
- Manifestación exterior de la hidratación.
- Interpretación química de la hidratación: Aluminatos, silicatos, ferrito-aluminatos, cal y magnesia libres.
- Estructura del cemento hidratado.

BLOQUE 4: Clasificación y utilización de los cementos

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 4.1 Conocer la clasificación de los cementos y tipos.
- 4.2 Comprender la influencia de la composición de los distintos tipos de cemento en su hidratación.
- 4.3 Seleccionar correctamente los cementos indicados para cada tipo de obra.
- 4.4 Conocer la designación normativa de cementos

CONTENIDOS

4.1: CLASIFICACION Y TIPOS CEMENTOS

- Definiciones y denominaciones.
- Composición de los distintos cementos.
- Clasificación de los cementos. Resistencias físicas a la compresión.
- Cementos Portland.
- Cementos con adiciones activas.
- Cementos Tipo I
- Cementos Tipo II
- Cementos Tipo III
- Cementos Tipo IV
- Cementos tipo V.

4.2: CEMENTOS DE ALUMINATO DE CALCIO

- Materias primas para su fabricación.
- Diagrama de Rankin en la fabricación de estos cementos.
- Compuestos mineralógicos de los distintos tipos de cementos.
- Interpretación de su hidratación.
- Interés de las mezclas con cemento Portland.
- Especificaciones químicas, físicas y mecánicas.

4.3: OTROS TIPOS DE CEMENTOS CON CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

- Cementos resistentes a los sulfatos y/o al agua de mar.
- Cementos de bajo calor de hidratación.
- Cementos para usos especiales.

4.4: DESIGNACIÓN DE CEMENTOS

- Designación de cementos.
- Utilización de cementos.

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- CALLEJA, J. *Recomendaciones para la utilización de los cementos de las normas UNE 1996*. IECA. Madrid, 1998.
- KEIL, F. *Cemento. Fabricación – Propiedades – Aplicaciones*. Editores Técnicos Asociados, S. A. Barcelona. 1973
- MORAÑO, A. J. *Apuntes de tecnología de cementos*. Madrid 2006.
- TAYLOR, H.F. *Cement Chemistry*. Academic Press, Londres, 1990.

COMPLEMENTARIA:

- BLANKS, R.F. *The Technology of Cement and Concrete*. Wiley . Nueva York, 1976.
- BOGUE, R.H. *La química del cemento Portland*. Dossat. Madrid, 1952.
- REZOLA, J. *Características y correcta aplicación de los diversos tipos de cementos*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, 1976.

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Se realizarán tres prácticas en grupos reducidos en el Laboratorio.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Existirán tres partes en la asignatura: teoría, ejercicios para realizar en clase o para realizar fuera de clase y las prácticas de laboratorio

1. En la parte de teoría, la evaluación se realizará mediante una prueba de varias preguntas cortas abiertas y una pregunta larga. (Se valorará sobre 10 puntos).
2. El conjunto de los ejercicios se valorará con un máximo de 2 puntos sobre diez y se le sumará al valor obtenido en la teoría.
3. En las prácticas de laboratorio se realizará un informe sobre los ensayos. (Se valorará sobre 10 puntos).
4. Las dos primeras partes corresponderán al 75 % del valor final de la nota. Y la nota de las prácticas de laboratorio al 25 % restante. Se aprobará con una nota global mayor o igual a 5 puntos.
5. Si la nota global obtenida por el alumno estuviera entre 4 y 5 puntos, podrá realizar un trabajo complementario para alcanzar los 5 puntos.