



# Planificaciones

7414 - Tecnología del Hormigón

Docente responsable: FAVA CARLOS ALBERTO PABLO

## OBJETIVOS

En general, y dentro del contexto de las restantes asignaturas de la currícula de Ingeniería Civil, el objetivo de esta materia es desarrollar en el alumno el conocimiento de grado actualizado, espíritu crítico y capacidad de decisión necesarios para diseñar, seleccionar y emplear, en el proyecto y construcción de las obras, los hormigones más convenientes, tanto desde el punto de vista técnico como económico y estético.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

### PROGRAMA SINTÉTICO

Luego de una revisión conceptual de los conocimientos básicos sobre características de los componentes, propiedades, dosificación y comportamiento del hormigón de cemento portland, principalmente en estado fresco, adquiridos previamente por el alumno, se centra el estudio en la estructura de este material en su estado endurecido para, a partir de ella, analizar y explicar en detalle su respuesta ante cargas actuantes, medio ambiente, agresión química y otros aspectos derivados de su propia naturaleza. Se dedica una unidad temática a aspectos relacionados con las prácticas constructivas y otra a la inspección y control de calidad, preventivo y de aceptación del hormigón en obra y al estudio de propiedades y características de hormigones especiales, tales como masa, superfluidificados, secos compactados a rodillo, livianos y de alta resistencia y también a pastas para inyección de vainas para pretensado

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### CAPITULO 1: HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND

El hormigón como material de construcción. Revisión sobre su naturaleza y composición. Funciones de la pasta y de los agregados. Factores que influyen sobre la calidad del hormigón. Normas IRAM y ASTM. Principales reglamentos y especificaciones técnicas sobre hormigón. Reglamento Argentino SIREA R.A.. Materiales componentes del hormigón.-

#### CAPITULO 2: LA ESTRUCTURA DEL HORMIGON ENDURECIDO

Fases del hormigón. Estructura de la pasta de cemento hidratada. Productos de hidratación y sólidos en la pasta. Vacíos. El agua en la pasta endurecida. Relación de la estructura de la pasta con las propiedades de la misma. Estructura de la fase agregados. Zona de transición. Significación. Su influencia en las propiedades del hormigón endurecido.-

#### CAPITULO 3: PROPIEDADES DEL HORMIGON ENDURECIDO ( 1º PARTE )

Resistencia mecánica. Revisión. Factores que la afectan. Curado y madurez. Relaciones entre las resistencias a distintas solicitaciones. Permeabilidad. Estructura de poros y capilares del hormigón. Significado de la permeabilidad. Ensayos. Factores que influyen sobre la impermeabilidad. Influencia de la razón agua/cemento. Influencia del cemento y de los agregados. Curado. Materiales adicionales. Membranas impermeabilizadoras. Uniformidad del hormigón. Absorción. Durabilidad. Revisión. Destrucción del hormigón. Causas internas y externas. Acciones climáticas. Acción de las bajas temperaturas. Acción del fuego. Agresión química del exterior. Reacciones con los álcalis. Lixiviación. Corrosión del acero embebido en el hormigón. Abrasión y erosión del hormigón.-

#### CAPITULO 4: PROPIEDADES DEL HORMIGON ENDURECIDO ( 2º PARTE )

Deformaciones independientes de las cargas aplicadas. Cambios volumétricos. Contracción por secado y cambios volumétricos por cambios de humedad. Factores que influyen. Deformación autógena. Contracción por carbonatación. Cambios volumétricos por acción de la temperatura.-

#### CAPITULO 5: PROPIEDADES DEL HORMIGON ENDURECIDO ( 3º PARTE )

Deformaciones dependientes de las cargas aplicadas. Propiedades elásticas. Módulo de elasticidad estático. Revisión. Relación con la resistencia. Fórmulas para estimarlo. Módulo de elasticidad estático diferido. Relación de Poisson. Deformaciones lentas del hormigón ( creep ). Influencia de distintos factores. Recuperación parcial del efecto " creep " con la eliminación de las cargas. Creep en el hormigón armado y pretensado. Estimación del creep. Propiedades térmicas. Conductividad térmica. Calor específico. Difusividad. Relación entre las propiedades térmicas. Elevación de la temperatura como consecuencia del calor desarrollado por la hidratación del cemento. Efecto que provoca en las estructuras de grandes dimensiones. Extensibilidad y agrietamiento. Tipos y causas del agrietamiento de las estructuras. Las tensiones provocadas por las acciones térmicas. Agrietamiento de las grandes masas del hormigón. Fatiga del Hormigón.-

#### CAPITULO 6: ELABORACION DEL HORMIGON

Medición de los materiales componentes. Mediciones en peso y en volumen. Necesidad de controlar el equipo de medición. Mezclado. Tipos de mezcladoras. Tiempo de mezclado. Eficiencia. Mezclado manual. Hormigón elaborado. transporte del hormigón. Hormigón transportado por bombeo. Características de estos hormigones. Canaletas y cintas transportadoras. Baldes con descargas de fondo. Colocación del hormigón. Compactación. Compactación manual. Vibración. Características de las mezclas a compactar por vibración. Uso adecuado de vibradores. Colocación del hormigón bajo agua. Curado. Período de curado. Métodos. Curado por humedecimiento. Membranas de curado. Temperatura de curado. Importancia de la protección inicial. remoción de los encofrados. Materiales empleados. Construcción. Moldes deslizantes. Antiadhesivos para encofrados. Hormigonado en tiempo frío. Hormigonado en tiempo caluroso. Curados acelerados. Curado a vapor. Curado en laboratorio.-

#### CAPITULO 7: CONTROL DE CALIDAD E INSPECCION DE OBRA

Control de calidad. Necesidad y objeto del control de calidad del hormigón. Especificaciones. Resistencias especificadas y de diseño de la mezcla, Variación de la resistencia y de otras características del hormigón por diversas causas. Errores cometidos durante la toma de muestras, moldeo, curado y ensayo de las probetas de hormigón.

Control de calidad de hormigón en obra. Resistencia determinada sobre probetas moldeadas y sobre testigos extraídos de la estructura. Ensayos no destructivos. Clasificación. Alcance y limitaciones. Objeto de su empleo. El laboratorio de obra. Inspección de obra. Control de los materiales y de las operaciones de medición de los mismos. Control de mezclado, colocación, compactación y curado. Control estadístico de la calidad del hormigón. Dispersión de resultados. Curvas de frecuencia. Desviación normal. Resistencia media y características. Gráficos de control en obra. Recepción del hormigón de las estructuras terminadas.-

#### CAPITULO 8: HORMIGONES DE CARACTERISTICAS ESPECIALES. (1º PARTE)

##### HORMIGON MASIVO:

Definición. Tipos de estructuras en que se emplea. Materiales componentes: Agua. Cementos: tipos y características.

Puzolanas: tipos y objeto de su empleo. Aditivos químicos: incorporadores de aire, fluidificantes-retardadores y aceleradores de resistencia. Objeto del empleo de los aditivos químicos. Agregados: tipos, granulometrías, características. Limitaciones: partículas friables, absorción, peso específico. Características y composición del hormigón masivo: tamaño máximo del agregado grueso, % de arena al respecto al total de agregados, consistencia del hormigón, contenido unitario de agua, % de aire incorporado, razón agua-cemento, contenido unitario de cemento, resistencias mecánicas. Técnicas especiales de ensayo aplicables al hormigón masivo: consistencia, % de aire incorporado, probetas para ensayos de resistencia. Nociones sobre las técnicas de ejecución correspondientes a las estructuras de carácter masivo. Algunas propiedades del hormigón masivo. Efecto de la temperatura y de otras variables sobre dichas propiedades: el contenido unitario de agua y la consistencia de la mezcla, exudación de agua, permeabilidad, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, deformaciones lentas ( creep ), cambios volumétricos, coeficiente de dilatación térmica.-

#### CAPITULO 9: HORMIGONES DE CARACTERISTICAS ESPECIALES. ( 2º PARTE )

Hormigones superfluidificados. Definición y significación. Aditivos superfluidificantes. Adiciones minerales de empleo especial. Proporciones de las mezclas. Propiedades importantes. Hormigones de alta resistencia y de alta " performance ". Definiciones. Materiales y proporciones de las mezclas. Propiedades comparativas con los hormigones normales. Aplicaciones. Hormigones livianos. Definición. Materiales, componentes. Precauciones para su uso. Propiedades en el estado fresco y endurecido. Aplicaciones. Hormigones para estructuras pretensadas. Características principales. Control de calidad. Pastas y morteros para inyección de vainas. Objeto. Proporciones y propiedades en el estado fresco y endurecido. Control de la inyección. Hormigones compactados a rodillo. Concepto y significación. Distintos tipos. Criterios de diseños de las mezclas. Propiedades en el estado fresco y endurecido. Aplicaciones.-

## BIBLIOGRAFÍA

- 
- \*NEVILLE, A. W. Properties of concrete (Metric Edition) Pitman Publishing- London England , Edición castellana: Tecnología del concreto (3vol.) IMCYC, México. -
- \* NEVILLE, A. W. - Hardened Concrete- Physical and Mechanical Aspects. ACI Monograph 6 A.C.I.- Detroit-U.S.A.
- \* MEHTA, P.K. and MONTEIRO, P Concrete- Structure, Properties and Materials, Prentice- hall, Inc. New Jersey- USA.-
- \* MINDESS, S and YOUNG, J.F. Concrete- Prentice- Hall, Inc. New Jersey- USA-
- \* U.S. BUREAU OF RECLAMATION- Concrete Manual U.S. Department of the interior- Bureau of Reclamation- Denver- Colorado- USA.-
- \* NEVILLE, A.W. and BROOKS, J.J. ,Concrete Technology - Longman Scientific & Technical- England.- Versión castellana : Tecnología del Concreto - Editorial Trillas – México .

\*IRAM ., Normas técnicas relativas a hormigones y sus materiales componentes, Instituto Argentino de Normalización. Buenos Aires,-

\*ASTM, - Normas técnicas relativas a hormigones y sus materiales componentes.- American Society for Testing and Materials, Philadelphia- U.S.A. -

\* Reglamento Argentino de Construcciones de Hormigón CIRSOC 201 -2005: "Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado"- y CIRSOC 202 : "Hormigón liviano estructural de estructura cerrada o compacta" INTI- BUENOS AIRES-

\* American Concrete Institute .- Manual of concrete practice (Partes correspondientes de los Tomos I a 5) 1995.- A.C.I.- Detroit- U.S.A. .-

\*COMITÉ EURO INTERNATIONAL DU BÉTON.- CEB- FIP Model Code 1990- Bulletin d'information N° 213/4 .- CEB- Lausanne, Switzerland.-

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

### **Metodología de enseñanza**

Curso Teórico –práctico, con evaluaciones parciales y coloquio final, y una duración total de aproximadamente cuarenta y ocho horas de clase.

En las clases de enseñanza se cuidan aspectos fundamentales de la pedagogía, tales como una adecuada presentación del tema, motivando con ello al alumno y aclarando la importancia relativa del mismo en el programa y su relación con los demás temas que integran el contenido de la asignatura.

Por otra parte, se incentiva la fundamentación de los conceptos que se están incorporando, promoviendo una actitud crítica y deductiva por parte de los alumnos . Para ello se toman en cuenta los conceptos básicos adquiridos en materias correlativas ya cursadas por aquéllos.

Como esquema general de clases, en general se respetan los siguientes pasos: Presentación del tema, motivación, análisis, síntesis y aplicación.

En las clases teórico-prácticas se trata que los alumnos adquieran los conocimientos mediante observación, elaboración y análisis de resultados.

A modo de apoyatura de las clases teóricas y teórico prácticas, se ha previsto para cada una la preparación de fotocopias ordenadas de los cuadros, tablas y gráficos que se utilizan en el dictado de las mismas. Este material queda a disposición del alumno con suficiente anticipación, en general al iniciarse el curso, quien, junto con el programa, el plan de clases publicado al principio del curso y la bibliografía recomendada, puede ingresar a la clase con los medios necesarios para un adecuado aprovechamiento de la misma. Gran parte de este material también queda a disposición del alumno con soporte electrónico.

Con estos elementos se trata de incentivar la incursión previa del alumno en el tema, para posibilitar su participación más activa en la clase.

Atendiendo al aspecto formativo de los alumnos, se posibilita y promueve su concurrencia a obras de hormigón en construcción que presenten particular interés, en base a los temas que se dictan en el curso y también a conferencias y reuniones técnicas sobre temas relacionados con los contenidos de la materia, mediante la gestión de las invitaciones correspondientes en las Instituciones organizadoras o promotoras de las mismas, motivando en aquéllos la asistencia y el posterior tratamiento del tema en clase.

### **Modalidad de Evaluación Parcial**

El régimen de promoción es a través de exámenes parciales sobre temas teóricos y teórico-prácticos y coloquio integrador final.

Teniendo en cuenta el desarrollo y los contenidos del programa, se realiza un primer examen parcial que comprende las Unidades 1 a 5 inclusive, al promediar el curso, y un segundo parcial que incluye las Unidades 6 a 9, luego de finalizar aquél, con sus correspondientes recuperaciones.

La evaluación de los alumnos se realiza en forma escrita, en el caso de los exámenes parciales y oral para el coloquio integrador, a los efectos de verificar si el alumno alcanzó los objetivos de la materia y, de ser así, en qué medida lo ha hecho.

Particular atención se presta al coloquio integrador previsto para el curso, en el cual se evalúa el espíritu crítico y la capacidad de decisión desarrollada por el alumno con respecto a los temas tratados en la materia.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	UNIDAD1 - Hormigón - Materiales componentes- Inscripción de alumnos					A. Neville - Properties of concrete
<2> 16/03 al 21/03	UNIDAD 2 - Estructura del hormigón endurecido			TP1 - Requisitos comparativos de materiales componentes s/ Normas y Reglamentos		Mehta y Monteiro - Concrete-Structure, Properties and Materials
<3> 23/03 al 28/03	UNIDAD 3 - Resistencia del hormigón					Mindness y Young - Concrete
<4> 30/03 al 04/04	UNIDAD 3 - Durabilidad - Permeabilidad					Mehta y Monteiro - Concrete-Structure AATH - Durabilidad
<5> 06/04 al 11/04	UNIDAD 3 - Durabilidad	TP2 Especificación técnica				Mehta y Monteiro - Concrete AATH - Durabilidad
<6> 13/04 al 18/04	UNIDAD 4 - Deformaciones independientes de las cargas					A Neville - Properties of concrete Mehta y Monteiro - Concrete
<7> 20/04 al 25/04	UNIDAD 5 - Deformaciones dependientes de las cargas		TP 3 - Módulo de elasticidad estático			A Neville - Properties of concrete Mehta y Monteiro - Concrete
<8> 27/04 al 02/05	UNIDAD 5- Propiedades térmicas - Agrietamiento - Fatiga	TP4 - Creep del hormigón y contracción por secado				A Neville - Properties of concrete Mehta y Monteiro - Concrete
<9> 04/05 al 09/05	UNIDAD 6 - Elaboración del hormigón - Empleo del hormigón en obra					CIRSOC 201 - 201 M y 201/2005
<10> 11/05 al 16/05	Exámen Parcial (Unidades 1 a 5 inclusive)					Portland Cement Association- Design of concrete mixes- CIRSOC 201 - 201 M y 201/2005
<11> 18/05 al 23/05	UNIDAD 6 - Hormigón bombeado - hormigonado en climas extremos1er	TP 5 - Hormigonado en climas extremos				CIRSOC 201 - 201 M y 201/2005
<12>	UNIDAD 7 -	TP 6 Control				Guía de

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
25/05 al 30/05	Control de calidad- Inspección de obras	de Calidad - END				Trabajos Prácticos
<13> 01/06 al 06/06	UNIDAD 8 - Hormigón masivo para presas	TP 7 Planificación del control de calidad				Apuntes Ing. Alberto S.C.Fava
<14> 08/06 al 13/06	UNIDAD 9 - Hormigones superfluidifica dos y de alto desempeño.		TP 7 Hormigones especiales			AATH - Hormigones Especiales
<15> 15/06 al 20/06	UNIDAD 9 - Hormigones livianos - Compactados a rodillos- "Shotcrete"					AATH - Hormigones Especiales Apuntes de Cátedra
<16> 22/06 al 27/06						

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	09/05	15:00	1
2º	14	07/06	15:00	1
3º				
4º				