



## **Programa de HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3**

**1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR:** Hormigón Estructural 3

**2. CRÉDITOS:** 12

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

#### **Generales**

En líneas generales se busca:

- Preparar al ingeniero para manejar adecuadamente los proyectos donde intervengan elementos de hormigón pretensado.
- Entrenar al estudiante en el abordaje conceptual y metodológico de los problemas relativos al hormigón pretensado.
- El estudiante debería adquirir herramientas conceptuales que le permitan resolver los problemas relativos al análisis y diseño de elementos de hormigón pretensado.

#### **Objetivos específicos de la ganancia del curso**

Se pretende que al aprobar el curso de la asignatura el estudiante sea capaz de:

- Reconocer las principales diferencias entre el comportamiento de un elemento de hormigón pretensado y uno de hormigón armado.
- Reconocer los distintos sistemas de hormigón pretensado.
- Reconocer y resolver problemas relativos a la pérdida de fuerza de pretensado.
- Reconocer y resolver aspectos referentes a la respuesta seccional de los elementos de hormigón pretensado.
- Resolver problemas de dimensionado de secciones.

#### **Objetivos específicos para la aprobación de la asignatura**

Se pretende que, al aprobar la asignatura, el estudiante haya alcanzado los objetivos de la aprobación del curso y además sea capaz de:

- Analizar y demostrar las principales diferencias entre el comportamiento de un elemento de hormigón pretensado y uno de hormigón armado.
- Analizar los distintos sistemas de hormigón pretensado, sus ámbitos de aplicación, sus ventajas y desventajas.
- Analizar la respuesta seccional de los elementos de hormigón pretensado.
- Analizar las distintos tipo de pérdida de fuerza de pretensado.
- Analizar y resolver problemas de dimensionado de secciones.

- Analizar y resolver problemas de comportamiento global de los elementos de hormigón pretensados.
- Modelar y analizar elementos de hormigón pretensado isostáticos e hiperestáticos.

#### **4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Se dictarán semanalmente dos clases teóricas de dos horas y una clase práctica de dos horas. Habrá consultas y un foro virtual de discusión.

Se aplicarán 60 horas al desarrollo de los temas de la asignatura y a la realización de ejercicios cortos relativos a cada uno de estos temas.

Se aplicarán 30 horas para desarrollar de manera práctica los conocimientos teóricos adquiridos.

Los estudiantes aplicarán los conocimientos adquiridos en la realización del proyecto completo de un elemento estructural de Hormigón Pretensado, el que consistirá en general, en una viga analizada en todos los detalles.

#### **5. TEMARIO**

Se indica el temario y una estimación de las horas de clase teóricas asociadas.

##### **1) Introducción al Hormigón Pretensado (HP). 4 horas.**

Ventajas y desventajas. Aplicaciones varias del HP: losas en sitio, losas sin vigas, losas prefabricadas, columnas, durmientes, bóvedas, tanques, etc.

##### **2) Tecnología del Hormigón Pretensado. 4 horas.**

Descripción de los sistemas y sus tecnologías de aplicación. Tipos de acero para el HP. Especificaciones normativas. Propiedades mecánicas, diagramas tensión-deformación y relajación.

##### **3) Hormigón. 2 horas.**

Clasificación y resistencias. Diagramas tensión – deformación. Comportamiento reológico del hormigón (retracción y fluencia). Deformaciones en el hormigón.

##### **4) Análisis de las vigas pretensadas a flexión. 2 horas.**

Estado de auto-equilibrio de tensiones. Análisis del comportamiento de las vigas de HP a flexión y sus diferencias con el comportamiento de las vigas de hormigón armado.

##### **5) Pérdidas de la fuerza de pretensado. 14 horas.**

Pérdidas instantáneas: por rozamiento, penetración de cuñas y acortamiento elástico. Pérdidas diferidas: interacción entre la retracción y la fluencia del hormigón y la relajación del acero. Tratamiento normativo de las pérdidas de pretensado. Ejemplos prácticos de pérdidas.

##### **6) Estado límite último de tensiones normales. 7 horas.**

Diagramas tensión - deformación del hormigón. Dominios de deformación. Análisis de las deformaciones del acero del pretensado. Comportamiento de secciones sobre y sub-armadas (rotura frágil y con preaviso).

##### **7) Análisis estructural del pretensado. 2 horas.**

##### **8) Estado límite último de fuerza cortante. 7 horas.**

Análisis del comportamiento de secciones de vigas HP frente a fuerza cortante y sus diferencias con secciones de vigas de hormigón armado. Comportamiento y dimensionado en secciones no

fisuradas a cortante ni a flexión, piezas con y sin armadura de cortante en secciones fisuradas a flexión. Tratamiento normativo y aplicaciones prácticas.

**9) Estado límite último de esfuerzo rasante.** 3 horas.

Rasante en juntas entre hormigones (análisis de secciones compuestas por hormigones de distinta clases y edad). Tratamiento normativo y aplicaciones prácticas.

**10) Zonas de anclaje.** 5 horas.

En piezas pretensadas: definición de las longitudes de anclaje. En piezas postensadas: tecnología de los sistemas de anclajes. Análisis de los estados tensionales y modelos de análisis para regiones D. Tratamiento normativo y aplicaciones prácticas.

**11) Piezas hiperestáticas de hormigón pretensado.** 5 horas.

Piezas hiperestáticas en general con énfasis en el análisis de vigas continuas. Ventajas y desventajas. Definiciones relativas a los sistemas hiperestáticos (momento primario, secundario, línea de presiones del pretensado, etc.). Sistema de cables equivalentes. Método de la carga balanceada. Ejemplos de aplicación.

**12) Estado límite de fisuración.** 2 horas.

Modelos teóricos de cálculo. Tratamiento normativo.

**13) Estado límite de deformaciones.** 2 horas.

Análisis en el corto y en largo plazo, tanto de secciones fisuradas como no fisuradas. Cálculo mediante los métodos de la curvatura ponderada, de Branson y Trost y de Bischoff. Tratamiento normativo.

**14) Protocolo de pretensado.** 1 hora.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
Introducción al Hormigón Pretensado	(1, 3-5)	(7-10)
Tecnología del Hormigón Pretensado	(1-6)	(7-10)
Hormigón	(1-3, 6)	(7-9)
Análisis de las vigas pretensadas a flexión	(1,3-5)	(7-9)
Pérdidas de la fuerza de pretensado.	(1-3)	(7-9)
Estado límite último de tensiones normales.	(1-3)	(7-9)
Análisis estructural del pretensado.	(1-5)	(7-9)
Estado límite último de fuerza cortante.	(1-3)	(7-9)
Estado límite último de esfuerzo rasante.	(1-3, 6)	(7-9)
Zonas de anclaje.	(1-5)	(7-9)
Piezas hiperestáticas de hormigón pretensado.	(1-5)	(7-9)
Estado límite de fisuración.	(1-5)	(7-9)

### 6.1 Básica

1. Calavera Ruiz, José. (2008). Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón: en masa, armado y pretensado. Tomo 1 y 2. 2da ed. Madrid, España. INTEMAC.
2. EHE-08 (2010). Instrucción de hormigón estructural. 4ta ed. España, Ministerio de Fomento.
3. Hernández Montes, E., Gil Martín, L. M. (2007). Hormigón armado y pretensado. Granada, España.

4. Lin, T. Y. (1980). Diseño de estructuras de concreto preesforzado. México. Compañía Editorial Continental.
5. Nilson, Arthur H. (1990). Diseño de estructuras de concreto presforzado. México. Limusa.
6. UNE-EN 1992-1-1:2013/A1:2015 (2016). Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón – Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

## **6.2 Complementaria**

7. Toniolo, G., Di Prisco, M. (2017). Reinforced concrete design to Eurocode 2. Chapter 10. Springer.
8. Nawy, E. (2009). Prestressed concrete: a fundamental approach. 5th ed. USA. Prentice Hall.
9. Bhatt, P. (2011). Prestressed concrete design to Eurocodes. New York, USA. Taylor and Francis Group.
10. Gerwick, B. C. (1993). Construction of prestressed concrete structures. 2nd ed. New York, USA. John Wiley & Son, Inc.

## **7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS**

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Conocimientos avanzados de hormigón armado, resistencias de materiales y estructuras hiperestáticas.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** No se explicitan.

## **ANEXO A**

### **Para todas las Carreras**

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

#### **A1) INSTITUTO**

Instituto de Estructuras y Transporte (IET).

#### **A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Semana 1	Introducción al Hormigón Pretensado (4 hs).
Semana 2	Tecnología del Hormigón Pretensado (4 hs).
Semana 3	Hormigón (1 h). Reología del hormigón (1 h). Análisis de las vigas pretensadas a flexión (2 hs).
Semana 4	Pérdidas instantáneas (4 hs).
Semana 5	Pérdidas instantáneas (2 hs). Pérdidas diferidas (2 hs).
Semana 6	Pérdidas diferidas (2 hs). Ejemplo de pérdidas instantáneas y diferidas (2 hs).
Semana 7	Ejemplo de pérdidas instantáneas y diferidas (2 hs). Estado límite último de tensiones normales (2 hs).
Semana 8	Estado límite último de tensiones normales (4 hs).
Semana 9	Estado límite último de tensiones normales (1 h). Análisis estructural del pretensado (2 hs). Estado límite último de fuerza cortante (1 hs).
Semana 10	Estado límite último de fuerza cortante (4 hs).
Semana 11	Estado límite último de fuerza cortante (2 hs). Estado límite último de esfuerzo rasante (2 hs).
Semana 12	Estado límite último de esfuerzo rasante (1 h). Zonas de anclaje (3 hs).
Semana 13	Zonas de anclaje (2 hs). Piezas hiperestáticas de hormigón pretensado (2 hs).
Semana 14	Piezas hiperestáticas de hormigón pretensado (3 hs). Estado límite de fisuración (1 h).
Semana 15	Estado límite de fisuración (1 h). Estado límite de deformaciones (2 hs). Protocolo de tensado (1 h).

#### **A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Se prevé la realización de ejercicios cortos sobre los principales temas del curso y un proyecto en detalle de un elemento de hormigón pretensado, el que consistirá en general en una viga. El curso se gana con la aprobación de dicho proyecto. A tales efectos se prevé la realización de tres (3) entregas parciales, las que incluyen un avance progresivo en el diseño del elemento estructural a medida que se avanza sobre los temas del curso. El examen consistirá en una prueba de evaluación de forma oral. En dicha evaluación se preguntará sobre temas teóricos y sobre los procesos de cálculo mediante la resolución de problemas cortos.

#### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

No admite.

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

No hay cupos máximos.

## **ANEXO B para la carrera Ingeniería Civil**

### **B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Teoría de Estructuras.

### **B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Curso:

- Examen aprobado de Hormigón Estructural 1.
- Curso aprobado de Hormigón Estructural 2.

Examen:

- Curso aprobado de Hormigón Estructural 3.
- Examen aprobado de Hormigón Estructural 2.