



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

## Descripción de la Asignatura

### Objetivos

- Desarrollar la capacidad de interpretar las acciones sobre la construcción y su análisis a fin de conocer la respuesta estructural, aplicando reglamentaciones vigentes.
- Adquirir conocimientos elementales del hormigón pretensado y post-tensado.
- Utilizar software de análisis específico para el análisis y diseño de la estructura.
- Valorar la importancia del detallado en la estructura de hormigón armado.
- Motivar al alumno a desarrollar investigaciones en el campo de la ingeniería sismorresistente.

### Contenidos de la Asignatura

- UNIDAD 1: DISEÑO CONCEPTUAL DE EDIFICIOS EN ALTURA.

Fases del proceso de diseño. Ubicación de los sistemas estructurales. Identificación de los elementos estructurales. Nomenclatura de los elementos. Pre-dimensionado de la estructura. Análisis de configuración en planta y elevación de la estructura. Modelos estructurales. Presentación de los reglamentos Nacionales.

- UNIDAD 2: DISEÑO DE LOSAS.

Análisis de carga del sistema. Determinación de solicitaciones. Sistema de losas a utilizar. Ventajas y desventajas de los distintos tipos de losas. Diseño de losas. Losas de escalera. Análisis de carga. Detalles de armado. Verificaciones de diafragma rígido. Prescripciones reglamentarias.

- UNIDAD 3: ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA.

Métodos de análisis sísmico. Definición de la acción de diseño. Consideraciones reglamentarias. Cortante Basal. Distribución de la acción en altura. Principios básicos de diseño sismorresistente. Sistemas estructurales: características y funcionamiento. Cálculo de la respuesta estructural. Modelado e idealizado de la estructura. Determinación de la rigidez de los sistemas estructurales. Distribución espacial de fuerzas sísmicas. Análisis de los resultados. Control de deformaciones y distorsión de piso.

- UNIDAD 4: DISEÑO DE PORTICO DE HORMIGON ARMADO.

Determinación de los estados de carga. Análisis de carga. Cálculo de solicitaciones. Diseño por capacidad. Diseño de vigas a flexión y corte. Diseño de columnas a flexión y corte. Diagramas de iteración. Diseño de nudos. Bases de diseño para la estructura de fundación. Mecanismo de colapso. Aspectos reglamentarios. Detalles de armado de vigas y columnas. Verificación de bielas de mampostería.

- UNIDAD 5: DISEÑO DE TABIQUE DE HORMIGON ARMADO.

Determinación de los estados de carga. Clasificación de los tabiques. Cálculo de solicitaciones. Diseño por capacidad. Diseño a flexión y a corte. Diagrama de iteración. Bases de diseño para la fundación. Aspectos reglamentarios. Detalles de armado.

- UNIDAD 6: ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA ENCADENADA.

Consideraciones de diseño. Materiales. Limitaciones dimensionales. Diseño de muros al corte. Prescripciones reglamentarias.

- UNIDAD 7: FUNDAMENTOS DEL HORMIGON PRETENSADO Y POSTESADO.

Fundamentos del hormigón pretensado. Prescripciones reglamentarias. Ventajas y desventajas en aplicaciones civiles.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

### Descripción de las Actividades Teóricas y Prácticas

**Clases teóricas:** desarrollo del contenido del programa. Las clases son expuestas en formato digital (Microsoft Power Point) y luego subidas a un espacio virtual de comunicación entre alumnos y docentes.

**Clases prácticas:** Desarrollo de un trabajo globalizador abarcando todos los conocimientos de la materia. Además se incorporan dos actividades prácticas, una referida al diseño sísmico de construcciones de baja altura y otra referida al cálculo de vigas de hormigón pretensado.

**Actividades prácticas:** Visitas a obras civiles locales. Visita al Instituto Nacional de Prevención Sísmica en la provincia de San Juan y al Centro de Desarrollo Tecnológico de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Mendoza.

Se abre un aula virtual (grupo de una red social) para mejorar la comunicación entre alumnos y docentes de la cátedra. Además, permite la transferencia de conocimiento docente-alumno y alumno-docente.

#### -ACTIVIDADES PRÁCTICAS

##### Actividades Prácticas Áulicas

##### a. Diseño estructural edificio en altura.

Estrategia general:

Desarrollo de un trabajo globalizador de los contenidos temáticos de la asignatura, comprendiendo una estructura edilicia con un mínimo de cinco niveles.

Objetivo:

Que el alumno desarrolle habilidad para el diseño estructural sismorresistente.

Actividades:

- Diseño estructural de un edificio de departamentos en altura de cinco niveles típico de la zona.
- Diseño conceptual: planteo de la estructura y sistemas estructurales.
- Diseño de losas. Diafragmas rígidos.
- Determinación de la acción sísmica por aplicación del INPRES-CIRSOC 103-I
- Distribución de la acción sísmica entre los distintos sistemas estructurales.
- Diseño por capacidad aplicado a un pórtico según lineamientos de INPRES-CIRSOC 103-II. Se incluyen vigas, columnas y nudos.
- Diseño por capacidad de un tabique en voladizo según lineamientos INPRES-CIRSOC 103-II
- Detallado de la estructura.
- Planos estructurales y documentación a presentar en organismos Municipales.
- Conclusiones.

##### b. Verificación sísmica de una vivienda de 2 plantas.

Objetivo: Desarrollar habilidad para resolver problemas simples de la ingeniería estructural sismorresistente.

Actividades:

- Realizar la verificación sísmica de una construcción cuyo cálculo a cargas verticales ha sido realizado en la asignatura Estructuras de Hormigón.

##### c. Cálculo estructural de una viga pretensada.

Objetivo: Aplicar los conceptos del diseño de estructuras pretensadas a un caso concreto.

Actividades:

- Diseñar una viga de puente de 25m de luz cuyas solicitaciones han sido determinadas en la asignatura Dinámica Estructural.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

### Bibliografía

---

- REGLAMENTO ARGENTINO PARA LAS CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES – CIRSOC 103 – I – Instituto Nacional de Prevención sísmica (INPRES-CIRSOC). (2013).
- PROYECTO DE REGLAMENTO ARGENTINO PARA LAS CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES – CIRSOC 103-II - Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES-CIRSOC). (2.000)
- CODIGO DE CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES PARA LA PROVINCIA DE MENDOZA
- ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO – R. Park y T. Paulay – Editorial Limusa. (1.978)
- SEISMIC DESIGN OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BUILDINGS – T. Paulay y M.J.N. Priestley – Editorial John Wiley & Sons. (1.992)
- DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICIOS – L.M. Bozzo y A.H. Barbat – Editorial Reverté (2.000)
- DISEÑO ESTRUCTURAL – Roberto Meli Piralla – Editorial Limusa.
- MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS - Roberto Meli Piralla – Editorial Limusa.
- DISEÑO DE ESTRUCTURAS RESISTENTES A SISMOS – A. Varios (1.980)
- APUNTE DISTRIBUCION ESPACIAL DE FUERZAS SISMICAS – Ing. Ricardo Bassotti.
- ENSAYOS DE MUROS DE MAMPOSTERIA – U.T.N. F.R.M. (Ing. Michellini – Ing. Maldonado)
- APUNTES DE CATEDRA – Ing. Cristian Bay
- CALCAP VERSION D.O.S. – Desarrollado por Ing. Ricardo Daniel Bassotti

### Metodología de Enseñanza

---

#### • Metodología de enseñanza-aprendizaje

El considerar los problemas básicos como punto de partida del proceso enseñanza aprendizaje, posibilita una actividad autogestionaria por parte del alumno y permite aproximarse a las situaciones problemáticas, realizando los procesos característicos de la profesión.

Esta manera de enfocar el estudio conduce a la integración, superando la separación, ya que toda área del saber es un conjunto coherente de conocimientos interrelacionados y de procedimientos, con los cuales se construyen nuevos conocimiento.

Si se parte del concepto de Tecnología y del aprendizaje como construcción, no se puede aceptar una separación arbitraria entre Teoría y Práctica, la propuesta es acercarse a los problemas básicos de la Ingeniería integrando teoría y práctica al modo de trabajo profesional. Es necesario encarar lo teórico – práctico como forma de generación de conocimiento, considerando dicha práctica como praxis y no como aplicación.

Durante las clases se realiza una exposición en forma oral, haciendo uso de proyector y pizarra como recurso didáctico fundamental, con el objeto de presentar los aspectos teóricos en que se fundamenta la temática en desarrollo, buscando que se desarrolle una clase dinámica que incentive la participación del alumno.

De acuerdo con la unidad temática desarrollada, se realizara la práctica correspondiente, con la intención de que el alumno, con los conocimientos adquiridos los incorpore mediante una aplicación en concreto.

Para la concreción de la práctica los alumnos deberán utilizar software específico instalado en las computadoras del aula. Se buscará la participación activa de los mismos con grupos de pequeña cantidad de integrantes por equipo informático. La resolución de las actividades programadas se hará con el apoyo y la guía de los docentes. Se realizarán instancias de puesta en común ante dificultades de tipo general.

Al finalizar el cursado y como actividad curricular obligatoria, los alumnos deberán realizar una presentación en público frente a los demás compañeros del curso, referente a la resolución de una estructura en forma dinámica y defender los lineamientos propuestos para la resolución, como así también los resultados alcanzados.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

- Recursos didácticos a utilizar como apoyo a la enseñanza.

### Equipamiento Didáctico

Para el desarrollo de las actividades académicas se cuenta con proyectores multimedia que son utilizados para la presentación de dibujos, imágenes y películas, que sirven en algunos casos de motivación para el desarrollo posterior de los contenidos de la asignatura y en otros casos para presentar aplicaciones prácticas concretas en obras, ensayos en laboratorios de estructuras instalados en otros países (mesas vibratorias), etc.

Otro recurso de gran valor con que se cuenta son las computadoras instaladas en el aula con conexión a Internet. En ellas se realizan las actividades prácticas programadas. Los integrantes del DITEC (Dirección de Informática y Telecomunicaciones) se encargan del mantenimiento de los equipos y de la instalación del software que se utilizará durante el desarrollo de la asignatura.

- Software de Aplicación

- MATHEMÁTICA V11: Software de modelación matemática simbólica. Wolfram Research Mathematica 11 (Licencia a nombre de la Universidad Tecnológica Nacional)
- CSI SAP2000 v18 ETABS 2016: Software de modelado y resolución de estructuras empleando el método de elementos finitos. CSI (Computers and Structures Inc.) versión educacional disponible en la página web.
- CALCAP v2.1: Software de diseño seccional de vigas y columnas de hormigón desarrollado por los integrantes de la asignatura BAY, C(2014).
- RESPONSE 2000: Software de libre distribución desarrollado por la universidad de Toronto.

## Formas de Evaluación

Se pretende articular el proceso de enseñanza aprendizaje con el sistema de evaluación, para lo cual se ha implementado un sistema formativo de evaluación continua. Para acreditar el alcance de los contenidos mínimos de cada unidad académica se realizarán evaluaciones conceptuales con la metodología de multiple choice, según se refiere el párrafo siguiente.

Las evaluaciones multiple-choice permite conocer de forma objetiva la formación del alumno conforme se avanza en los contenidos. Estas evaluaciones se realizan en un lapso de 15 minutos y constan de 10 preguntas. Cada pregunta tiene 4 posibilidades de respuesta, donde solamente 1 es verdadera. El sistema presenta un grado de confianza que el alumno debe seleccionar al momento de responder cada pregunta. El grado de confianza se indica como alto, medio, bajo. Si el alumno responde bien la consigna obtendrá 3, 2, o 1 puntos dependiendo del grado de confianza otorgado. Si responde mal obtendrá -6, -2, 0 puntos. Para superar cada examen el alumno debe obtener al menos 18 puntos de los 30 que corresponden a cada evaluación. Esta metodología está basada en "las pruebas objetivas: normas, modalidades y cuestiones discutidas. Universidad Pontificia de Madrid, 2006".

Además se realizará un examen de contenido práctico.

### Sistema de promoción

Ordenanza N° 1549 CS "Reglamento de Estudios para las Carreras de grado de la UTN".

Resolución N° 001 / 2017 CD FRSR "Régimen complementario para la Aprobación del Cursado y la Aprobación de Asignaturas"

#### **(i) Condiciones para la aprobación del cursado.**

- Registrar una asistencia mínima del 75% de las clases teórico-prácticas.
- Obtener el 60% de los puntos en 6 de las 10 evaluaciones objetivas realizadas. (cada evaluación tiene su recuperatorio al finalizar el cursado de la asignatura).
- Presentar los trabajos prácticos y sus avances en las fechas establecidas (en coincidencia con los coloquios del punto siguiente).
- Superar un coloquio grupal con 60% de los contenidos del trabajo integrador que se evalúa en 2 instancias, cada una al finalizar cada semestre.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

### (ii) Condiciones para la aprobación directa de la asignatura.

- Registrar una asistencia mínima del 75% de las clases teórico-prácticas.
- Obtener el 60% de los puntos en 8 de las 10 evaluaciones objetivas realizadas. (La evaluación 10 se debe aprobar indefectiblemente).
- Presentar los trabajos prácticos y sus avances en las fechas establecidas (en coincidencia con los coloquios del punto siguiente).
- Superar un coloquio grupal con 60% de los contenidos del trabajo integrador que se evalúa en 2 instancias, cada una al finalizar cada semestre.
- Coloquio individual con el alumno a fin de poder demostrar que ha comprendido la asignatura y se encuentra en condiciones de alcanzar la aprobación directa de la asignatura.

### (iii) Condiciones para la aprobación no directa de la asignatura.

- Obtener la aprobación del cursado de la asignatura.
- Realizar un examen escrito teórico-práctico y un coloquio sobre la asignatura.

## Integración vertical y horizontal de los contenidos

Desarrollar la cátedra en el segundo semestre de Quinto año y primer de Sexto año le confiere a la cátedra un carácter integrador de las demás materias estructurales. Como objetivo fundamental se plantea el diseño de estructuras de hormigón armado de un edificio en altura (mínimo 5 niveles), sin embargo el alumno debe desarrollar el proyecto de fundaciones (articulación con Cimentaciones y Geotecnia). Diseñar secciones de hormigón armado (articulación con Estructuras de Hormigón). Realizar la verificación sísmica de una vivienda (articulación con Estructuras de Hormigón). Calcular una viga de hormigón pretensado cuyas solicitaciones han sido determinadas según lineamientos indicados en Dinámica Estructural.

## Actividades de Formación Experimental

### Actividades Prácticas de Laboratorio

#### TPL N° 1: ENSAYO DE VIGA DE HORMIGÓN SOMETIDA A CARGA DE FLEXION.

#### OBJETIVOS

1. Diseñar, construir y predecir la respuesta de una viga isostática sometida a carga puntual.
2. Identificar los estados de fisuración, fluencia y rotura de la pieza de hormigón.
3. Evaluar la predicción analítica comparada con los datos del ensayo.
4. Presentar un informe sobre el trabajo realizado.

#### FASES DEL TRABAJO PRÁCTICO

1. Fase analítica.
  - a. Determinar las características geométricas y mecánicas de la sección.
  - b. Determinar la resistencia de la sección, Momento a la primera fisura del hormigón, Momento al inicio de fluencia del acero, momento último. Para las características nominales de la sección.
  - c. Realizar una curva carga-deformación estimada en función de las propiedades nominales
  - d. Obtener el diagrama momento – curvatura de la sección.
2. Ensayo de los materiales (Hormigón y acero)
  - a. Ensayo carga deformación del acero.
  - b. Ensayo carga deformación del hormigón.
3. Construcción de las vigas.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Tipo:** Obligatoria  
**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras  
**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to  
**Cursado:** Anual  
**Carga Horaria Total:** 142.5  
**Carga Horaria Semanal:** 3.75

- a. Provisión de planos con detalles de armado para los constructores.
- b. Presenciar el armado
- c. Indicar tiempos de encofrado y curado del hormigón.
4. Ensayo de la viga.
  - a. Carga de la viga con deformaciones controladas hasta definir el primer estado de fisuración.
  - b. Continuación de la carga hasta identificar el estado de fluencia del acero.
  - c. Continuar cargando hasta el desprendimiento del hormigón en compresión.
5. Informe técnico completo.
  - a. Informe sobre la parte analítica.
  - b. Informe sobre los ensayos en los materiales.
  - c. Informe sobre el ensayo de la viga.
  - d. Conclusiones del trabajo. (comparación de resultados).

#### MATERIAL A UTILIZAR.

1. Insumos para realizar el ensayo.
  - a. Cemento, hierro, ripio, alambre de atado, encofrados y horas hombre.
  - b. Prensa para ensayo de probetas de hormigón.
  - c. Prensa para ensayo de barras de acero nervurado.
  - d. Aplicador de carga en forma controlada.
  - e. Flexímetros para medir descenso de la viga.
  - f. Materiales e insumos varios.

#### TPL N° 2: ENSAYO DE VIGUETA DE HORMIGÓN PRETENSADA SOMETIDA A CARGA PUNTUAL.

##### OBJETIVOS

1. Diseñar y predecir la respuesta de una viga placa pretensada isostática sometida a carga puntual.
2. Identificar los estados de fisuración y rotura de la pieza de hormigón.
3. Evaluar la predicción analítica comparada con los datos del ensayo.
4. Presentar un informe sobre el trabajo realizado.

##### FASES DEL TRABAJO PRÁCTICO

1. Fase analítica.
  - a. Determinar las características geométricas y mecánicas de la sección.
  - b. Determinar la resistencia de la sección, Momento a la primera fisura del hormigón, momento último. Para las características nominales de la sección.
  - c. Realizar una curva carga-deformación estimada en función de las propiedades nominales
  - d. Obtener el diagrama momento – curvatura de la sección.
2. Ensayo de la vigueta pretensada y/o placa hueca de hormigón.
  - a. Carga de la viga con deformaciones controladas hasta definir el primer estado de fisuración.
  - b. Continuar cargando hasta el desprendimiento del hormigón en compresión.
3. Informe técnico completo.
  - a. Informe sobre la parte analítica.
  - b. Informe sobre los ensayos en los materiales.
  - c. Informe sobre el ensayo de la viga.
  - d. Conclusiones del trabajo. (comparación de resultados).

#### MATERIAL A UTILIZAR.

1. Insumos para realizar el ensayo.



**Bloque:** Tecnologías Aplicadas

**Tipo:** Obligatoria

**Área:** Diseño y Cálculo de Estructuras

**Responsables:** Ing. Cristian Otto Bay

**Nivel:** 5to y 6to

**Cursado:** Anual

**Carga Horaria Total:** 142.5

**Carga Horaria Semanal:** 3.75

- a. Vigueta y/o placa hueca de hormigón pretensado.
- b. Prensa para ensayo de barras de acero nervurado.
- c. Aplicador de carga en forma controlada.
- d. Flexímetros para medir descenso de la viga.
- e. Materiales e insumos varios.