



<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Por área</b>
<b>ÁREA</b>	<b>Ciencias básicas, tecnología, producción y gestión</b>
<b>DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>	<b>ESTRUCTURAS 2</b>
<b>CÁTEDRA</b>	<b>TV1 DELALOYE - NICO - CLIVIO</b>
<b>CICLO</b>	<b>Medio</b>
<b>UBICACIÓN EN LA CURRICULA</b>	<b>3° Año</b>
<b>DURACIÓN</b>	<b>Anual</b>
<b>CARÁCTER</b>	<b>Obligatoria</b>
<b>CARGA HORARIA</b>	<b>112</b>
<b>OBJETIVOS DEL ÁREA</b> (Plan VI – 2008)	<p><b>Objetivos generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los medios tecnológicos disponibles en el marco de la situación histórica concreta en la cual el profesional se inserta.</li> <li>- Comprender a los aspectos tecnológicos como instrumentos que materializan y constituyen el hecho urbano y arquitectónico.</li> <li>- Reconocer los materiales y técnicas constructivas a través de su aplicación en obras.</li> <li>- Participar con sentido crítico en la selección de los sistemas constructivos y/o estructurales disponibles en cada medio, favoreciendo a los más adecuados a la realidad zonal o regional.</li> <li>- Desarrollar la capacidad creadora para resolver propuestas tecnológicas acordes al medio socio-cultural.</li> <li>- Conocer los materiales, técnicas constructivas y diversas instalaciones que constituyen los objetos arquitectónicos y urbanos y seleccionar los más apropiadas a cada realidad.</li> <li>- Conocer los sistemas estructurales, su comportamiento estático y los materiales constitutivos de dichos sistemas.</li> <li>- Seleccionar la estructura adecuada a la naturaleza del proyecto.</li> <li>- Resolver con idoneidad profesional las problemáticas relacionadas con la organización y dirección de obras.</li> <li>- Manejar los aspectos legales de la arquitectura.</li> <li>- Introducir al alumno en un lenguaje de capital importancia, el lógico matemático, que se utiliza normalmente en la Investigación científica.</li> <li>- Propender a que el alumno racionalice y ordene, merced a los nuevos enfoques y desde el punto de vista matemático y global, los procedimientos tecnológicos.</li> <li>- Brindar al estudiante el conocimiento básico que le instrumentará para el desarrollo de los problemas físicos y tecnológicos que la arquitectura plantea.</li> </ul> <p><b>Objetivos en el Ciclo Medio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Afianzar el reconocimiento de la dimensión técnica y material de la obra de arquitectura.</li> <li>- Conocer los distintos subsistemas tecnológicos que constituyen la arquitectura, su complejidad e interrelación.</li> <li>- Transferir e integrar los diversos conocimientos al proceso de diseño, asumiendo su valoración tecnológica como integrante de una totalidad.</li> <li>- Consolidar el manejo de los diversos códigos de comunicación.</li> <li>- Introducir al alumno a los diversos campos de especialización disciplinar.</li> </ul>
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>Con examen final</b>

## **OBJETIVOS GENERALES**

- Estudio de las implicancias de las características de los materiales en el funcionamiento de las estructuras
- Estudio de las implicancias de las vinculaciones en el funcionamiento de las estructuras
- Conocimiento por parte del alumno de las distintas soluciones de fundación de acuerdo al tipo de suelo y características de la construcción
- Conocimiento por parte del alumno de las patologías que presentan las estructuras en caso de deficiencias en el proyecto y/o ejecución de las mismas.

## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

- Introducción básica a los programas de análisis por computación
- Estructuras de flexión simple oblicua y flexión compuesta oblicua
- Estructuras de torsión
- Estructuras de hormigón pretensado – Sistemas de pretensado
- Cubiertas planas para luces relativamente importantes – Entrepisos y cubiertas con losas alivianadas planas
- Grillas planas metálicas
- Patología estructural – Patologías habituales en estructuras de elevación – Patologías en fundaciones
- Diseño estructural de elementos estructurales básicos en distintos materiales
- Diseño estructural de estructuras compuestas para edificios de baja altura con distintos materiales
- Fundaciones convencionales de edificios – Análisis de los suelos de fundación
- Fundaciones menos convencionales de edificios – Fundaciones mediante vigas combinadas y vigas continuas – Plateas
- Fundaciones profundas (pilotes)

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **UNIDAD 1: Programas de análisis por computación**

Introducción a los modelos de cálculo aplicables a la resolución de estructuras

Descripción conceptual del funcionamiento y capacidades de los modelos de Elementos Finitos

Ejemplos de aplicación a la resolución de estructuras simples y complejas.

Programas desarrollados por el Taller DNC para resolver casos simples.

### **UNIDAD 2: Estructuras de flexión simple oblicua y compuesta oblicua**

#### **FLEXIÓN SIMPLE OBLICUA:**

Plano de fuerzas. Ejes principales de inercia de la sección. Representación vectorial de los pares solicitantes. Esviación de la traza del plano de fuerzas sobre la sección.

Ejemplos de la presencia de esta sollicitación en estructuras usuales.

Recursos analíticos: Determinación de tensiones. Diagramas. Eje neutro. Puntos más sollicitados de la sección.

Criterios de diseño: Definición de las formas eficientes y predimensionado por medio de fórmulas sencillas.

#### FLEXIÓN COMPUESTA OBLICUA:

Traza del plano de fuerza esviada. Comprensión esquemático-vectorial de la sollicitación. Obtención de diagramas finales por superposición de diagramas para estados simples.

Ejemplos de la presencia de esta sollicitación en estructuras usuales.

Recursos analíticos: Conocimiento de ábacos de cálculo.

Criterios de diseño: Elección del tipo de sección más conveniente.

#### **UNIDAD 3: Estructuras de torsión**

Plano de fuerzas excéntrico respecto al baricentro de la sección.

Ejemplo de elementos estructurales sometidos a torsión.

Tensiones y deformaciones provocadas por torsión. Concepto de rigidez torsional. Diagramas de tensiones para diferentes formas de sección.

Secciones ideales a la torsión s Funcionamiento estructural. Curvas isostáticas, hélice de las trayectorias.

Torsión en Hormigón Armado. Funcionamiento y disposición de armadura especial de torsión. Dimensionado.

#### **UNIDAD 4: Patología Estructural**

Patologías habituales en estructuras de elevación.

Defectos del Hormigón Corrosión de armaduras. Falta de recubrimiento.

Errores en disposición de Armaduras.

Fisuras Típicas de Flexión y Corte.

Refuerzos estructurales aplicables a elementos tipo losas, vigas y columnas

Chapas, fibras de carbono, Resinas epoxidicas.

Patología en fundaciones.

Patología en entrepisos deformados, elementos utilizados en la corrección de deformaciones, cables de pretensado, levantamientos con gatos, sobreespesores.

#### **UNIDAD 5: Diseño y dimensionado de elementos estructurales básicos en distintos materiales.**

Aplicaciones del dimensionado de secciones al diseño de estructuras elementales. Tipología.

##### **Losas**

Placas planas de hormigón armado (losas). Clasificaciones por forma, apoyos, constructivas (Losas llenas y losas aliviadas) forma de armado. Dirección de armado: simplemente armadas y cruzadas. Campo de aplicación. Dimensionado de secciones para cada tipo de losa: predimensionado, análisis de Cargas, Cálculo de sollicitaciones y reacciones. Dimensionado. Verificaciones. Armadura en apoyos- Planos y planillas de Calculo

##### **Vigas de hormigón**

Vigas planas de hormigón armado. Distintos tipos de vigas: de sección rectangular, placas. Aplicaciones y ejemplos usuales, características constructivas, detalles, campo de aplicación. Cálculo de sollicitaciones de flexión y corte, dimensionado predimensionado, análisis de Cargas, Calculo de sollicitaciones y reacciones. Dimensionado. Verificaciones. Armadura en apoyos- Planos y planillas de Cálculo.

##### **Vigas metálicas**

Vigas planas metálicas. Características de los tipos usuales empleados en las construcciones. Vigas de Alma llena y Reticuladas.

Perfiles laminados. Secciones compuestas. Perfiles de chapa plegada. Cálculo y dimensionado de vigas isostáticas e hiperestáticas. Aplicaciones y ejemplos, características constructivas, detalles, campo de aplicación. Vigas metálicas atensoradas.

### **Vigas de madera**

Vigas planas de madera. Características de los tipos usuales empleados en las construcciones. Tipos de secciones comerciales, simples y compuestas. Maderas naturales, laminadas o encoladas. Aplicaciones, características constructivas, detalles y aspectos constructivos. Uniones. Vigas de madera atensoradas.

## **Unidad 6: Entrepisos y cubiertas con estructuras alivianadas planas**

### **Losas casetonadas - Emparrillados de vigas.**

Conceptos: Cuadro general de esfuerzos existentes en las estructuras bidimensionales resistentes por flexión.

Rigidez flexional y torsional en placas. Líneas isobáticas de los esfuerzos principales. Direccionamiento de esfuerzos: isotropía, anisotropía y ortotropía estructural.

Emparrillados ortogonales y diagonales. Condiciones de borde de los emparrillados. Configuraciones no convencionales de los bordes.

Criterios de Diseños: Predimensionado: Luces y espesores de diseño. Diseño del casetón y de la placa de compresión. Fórmulas y relaciones sencillas para la determinación de las dimensiones resistentes. Diseño de los bordes de apoyo. Disposiciones Constructivas

### **Grillas planas metálicas.**

Su conformación y génesis. Funcionamiento y solicitaciones. Campo de utilización.

## **UNIDAD 7: Diseño estructural de estructuras compuestas para edificios de baja altura con distintos materiales**

Proyecto estructural vs Proyecto Arquitectónico

Introducción a los sistemas estructurales propios de los edificios convencionales de altura reducida. Interrelación entre el subsistema estructural y los restantes subsistemas de la obra.

Factores condicionantes en el diseño de una estructura. Luces Máximas y Mínimas. Apeos. Vigas invertidas Refuerzos. Bajo Losa.

Metodología operativa para realizar el diseño estructural. Dibujo, Simbología y Numeración.

## **UNIDAD 8: Fundaciones convencionales**

### **Mecánica de suelos**

Conceptos básicos sobre mecánica de suelos, capacidad portante. Ensayos.

Tipos de suelos, su funcionamiento y características bajo carga. Tensiones admisibles, resistencia de punta y fuste, dimensionada por resistencia y por deformación (hundimiento).

Estudios de suelos. Interpretación como punto de partida para fijar pautas al diseño de las fundaciones de un edificio. Toma de decisiones sobre la fundación a adoptar. Predimensionado de las fundaciones mediante procedimientos expeditivos.

### **Fundaciones directas o superficiales:**

Tipología de las bases de contacto directo. Aplicaciones, características,

ejemplos, detalles constructivos. Bases aisladas con carga centrada y excéntrica. Diseño, cálculo de solicitaciones. Dimensionado a flexión y punzo nado. Conocimiento del funcionamiento de distintos tipos de fundaciones directas no convencionales. Bases excéntricas esquineras. Bases con viga de transferencia (o Cantilever). Bases combinadas. Zapatas continuas. Plateas de fundación. Soleras sobre medio elástico: conceptos sobre la teoría de las fundaciones elásticas.

## **UNIDAD 9: Fundaciones profundas- Empuje de suelos**

### **Fundaciones indirectas.**

Pilotes: Cimentaciones por medio de pilotes. Distintos tipos de pilotes. Su funcionamiento y características constructivas. Armaduras. Fabricación in situ e hincados. Cabezales sobre grupos de pilotes. Diseño de cabezales, distintos tipos. Distribución del pilotaje en el área del edificio.

Pozos romanos: su utilización. Procesos constructivos. Armadura.

Pilotines. Rango de utilización. Dimensiones y armaduras

Empuje de los suelos y otras acciones especiales. Conocimiento de los diagramas de empuje de acuerdo a los distintos tipos de terreno. Normas. Empujes sobre estructuras como desplazamiento y sin desplazamiento. Muros y pantallas de contención como cerramiento perimetral de los subsuelos de un edificio. Su funcionamiento. Presencia de napas acuíferas: consideración de su empuje. Estructuras "de fondo" resistentes a la subpresión

## **UNIDAD 10: Estructuras pretensionadas (2 Clases)**

Concepto de estructura pretensionada.

Ejemplos de aplicación. Aplicación especial al caso de las estructuras de hormigón. Diagramas de tensiones. Superposición de esfuerzos.

Diferencias y ventajas relativas entre hormigón armada y pretensado.

Técnicas constructivas principales: sistemas de pretensado.

Diferencia entre de pretensado y postesado.

Tensiones admisibles. Aplicación a tensores, vigas, placas. Verificación de secciones, predimensionado.

## **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Creemos que se debe seguir un proceso de enseñanza aprendizaje que en los primeros años vaya formando al alumno en la resolución de elementos estructurales sencillos con manejo de análisis de cargas, determinación y resolución de esquemas estáticos simples, sistemas de fuerzas y masas, etc., análisis de elementos estructurales aislados como bases, columnas, losas y vigas, etc.

Al ir ascendiendo en los niveles, se irán aplicando y ampliando los conocimientos adquiridos en los iniciales, resolviendo problemas de complejidad creciente con aplicaciones cada vez más concretas.

Es importante la relación que debe hacer el docente de estos problemas con las estructuras reales, esto despierta en el alumno un interés especial, pues puede ver la aplicación a hechos concretos, reales y no abstractos. La formulación matemática siempre se tratará que resulte simple y entendible, pero efectiva.

Nuestro criterio que de la Facultad de Arquitectura no debe egresar un Especialista en cálculo estructural (para eso existen postgrados) pero sí un profesional con criterio estructural y conocimientos básicos pero muy firmes, que en realidad es lo más importante que tiene un especialista, el claro manejo de los rangos de aplicabilidad, las distintas tipologías, los diversos materiales, las alternativas de solución a un problema concreto.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

### **Clases teóricas**

En general se tratará de transferir claramente los conceptos de tipologías estructurales, cómo es su geometría, como se generan y clasifican, los aspectos constructivos, materiales, rangos de aplicabilidad, orden de medidas, etc.

Se buscará siempre encontrar, aun para los tipos estructurales más complejos, la comparación y aplicación de modelos simplificados que permitan hacer un esquema de funcionamiento simple, esto es muy útil no solamente en la etapa de proyecto sino en la de control.

La utilización de modelos matemáticos para resolver estructuras, accesibles a cualquiera, pueden llevar a cometer errores terribles si no se tiene en claro el orden de magnitud del elemento en análisis.

Se utilizarán los conocimientos matemáticos y estáticos como elementos de apoyo en la justificación e interpretación de los sistemas adoptados.

### **Trabajos prácticos**

Consideramos la realización de los trabajos prácticos como un pilar fundamental en el sistema enseñanza-aprendizaje aplicado al proyecto de las estructuras. El proyecto requiere el conocimiento de los sistemas estructurales, sus rangos de aplicabilidad, las reglas generales para el predimensionado y la aplicación de conceptos estáticos y matemáticos.

A los conceptos anteriores, adquiridos en las clases teóricas, hay que aplicarlos en la resolución de problemas concretos similares a los que el profesional debe resolver en la práctica.

En esta etapa, la interacción con el docente auxiliar es fundamental, en un proceso de ajustes sucesivos, en que el alumno propone soluciones y el docente va guiando y corrigiendo las propuestas, se llegará a un punto en el cual la solución estructural se aproxima a la óptima para la demanda arquitectónica involucrada.

Concretamente, creemos que la manera en que se deben plasmar estas ideas, organizativamente es la siguiente, similar a la que se venía llevando a cabo en los talleres de estructuras con algunas variantes.

1- Entrega de datos al alumno: En algunos casos se entregará directamente la arquitectura para que el alumno realice el planteo estructural. En otros casos se indicará el tipo de problema, características generales como podrían ser planta del terreno, destino de la construcción, condicionamientos funcionales, lugar de emplazamiento, materiales, condiciones generales, etc.

2- Partido arquitectónico a nivel de anteproyecto, desarrollado por el alumno en caso que el planteo del problema del punto anterior así lo requiera.

3- Partiendo del partido arquitectónico, se deberán desarrollar distintas propuestas de solución estructural (a nivel de anteproyecto tentativo), discutiendo las mismas con el docente a cargo eligiendo la más conveniente en función de los datos del problema.

4- Proyecto de la solución estructural adoptada: adecuación al partido arquitectónico, memoria descriptiva de los planteos realizados hasta esta etapa (con inclusión de las distintas propuestas estructurales y su discusión), documentación gráfica del proyecto compuesto por plantas, cortes, perspectivas, detalles, etc.

5- Memoria de cálculo: análisis de cargas, de solicitaciones, dimensionado o verificación de secciones, cómputos métricos, análisis estimativo de costos (para confrontar, eventualmente, la conveniencia de distintas soluciones).

Resulta conveniente y así se hará siempre que esté dentro de las posibilidades horarias, la realización de maquetas y modelos que permitan visualizar el

comportamiento de la estructura y familiarizarse con las deformaciones que se obtienen al aplicar las cargas.

## **EVALUACIÓN**

- Sistema de aprobación con examen final individual.
- Las cátedras deberán tomar como máximo dos pruebas o trabajos equivalentes referidos a los trabajos prácticos realizados.
- Serán requisitos indispensable para la aprobación final de la cursada:
  - 1) Haberse inscripto en la asignatura correspondiente en las fechas dispuestas por la Facultad de Arquitectura.
  - 2) Haber aprobado la cursada de la correlativa anterior.
  - 3) Cumplir de acuerdo a sus reglamentaciones con todos los Trabajos Prácticos programados por las cátedras.
  - 4) Contar con una asistencia mínima de 80% a las clases obligatorias.
  - 5) Aprobar todos los exámenes parciales, pruebas, trabajos equivalentes o recuperatorios establecidos. El alumno que haya aprobado la mitad de las pruebas y/o sus recuperatorios podrá rendir en carácter de última oportunidad, un recuperatorio en la época de noviembre que versará sobre el total de los trabajos prácticos dictados en el año.
  - 6) Asistir en las fechas establecidas al levantamiento de actas y aprobar un interrogatorio en los casos en que las cátedras lo consideren necesario.

## **BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**

Arcangeli, Attilio (1965). *La estructura en la Arquitectura moderna*. Buenos Aires: Eudeba.

Candela, Félix (1962). *Hacia una nueva filosofía en las estructuras*. Buenos Aires: Ediciones 3.

Cardellach, Félix (1970). *Filosofía de las Estructuras*. Barcelona: Eta.

Engel, Heinrich (1970). *Sistemas de estructuras*. Madrid: Blume.

Lisborg, Niels (1965). *Principios fundamentales del diseño de estructuras*. México: Continental.

Perles, Pedro (2003). *Temas de Estructuras Especiales*. Buenos Aires: Nobuko.

Rosenthal, Hans Werner (1960). *El estudio de las estructuras*. Buenos Aires: Ediciones 3.

Salvadori, Mario; Levy, Matthys y Farrell, John (1970). *Diseño estructural en Arquitectura, con ejemplos de solución de problemas*. Buenos Aires: Continental.

Salvadori, Mario y Heller, Robert (1969). *Estructuras para arquitectos*. Buenos Aires: La Isla.

Siegel, Curt (1967). *Formas estructurales en la Arquitectura moderna*. México: Continental.

Torroja, Eduardo (1960). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: IET.