

| <b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b> |                             |                          |                        |
|--|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>                            |                             |                          |                        |
| <b>Asignatura:</b>   | <b>DISEÑO ESTRUCTURAL I</b> |                          |                        |
| <b>Profesor Titular:</b>                                     | <b>Eduardo TOTTER</b>       |                          |                        |
| <b>Carrera:</b>  | <b>Arquitectura</b>         |                          |                        |
| <b>Año: 2020</b>   | <b>Anual</b>                | <b>Horas anuales: 90</b> | <b>Horas Semana: 3</b> |

### **FUNDAMENTOS**

Las instituciones universitarias tienen por finalidad la generación, desarrollo y comunicación de conocimientos del más alto nivel para beneficio del hombre en sí mismo y de la sociedad en general.

La formación académica del estudiante debe considerar adecuadamente las condiciones reales del ejercicio actual de las diversas profesiones y promover las competencias profesionales como horizonte formativo del estudiante.

La carrera de arquitectura se inicia con estas premisas para formar un profesional que contemple adecuadamente los diversos contextos en que se desenvolverá, a saber: geográficos, sociales, profesionales, tecnológicos, académicos, ecológicos, paisajísticos y urbanísticos entre otros.

La formación del arquitecto contempla también capacidad para diseñar, investigar y discernir los avances y nuevas tecnologías, como así también dar respuesta a su entorno mejorando la calidad de la Arquitectura en general y de la práctica de la profesión en particular.

La organización de la carrera contempla tres ciclos y la asignatura Diseño Estructural I, se encuadra en el Ciclo de Formación General de la misma. Es la primer asignatura relacionada con el diseño y proyecto de estructuras resistentes y en ella se pretende introducir los conceptos básicos de los tipos estructurales disponibles, integrando en forma vertical los conceptos fundamentales desarrollados en asignaturas previas, tales como Física Aplicada y Matemáticas, proveyendo además una serie determinada y específica de herramientas de carácter conceptual y metodológico necesarias para la formación especializada de los estudiantes en las áreas bajo estudio.

La asignatura Diseño Estructural I se encuadra en el Área 4 de Ciencias, Tecnología, Producción y Gestión donde se busca conocer, comprender y visualizar los conceptos intrínsecos propios de las estructuras resistentes que conforman una obra de Arquitectura, la espacialidad en la transmisión de acciones y motivar el interés del estudiante por el diseño estructural entendido como herramienta creativa de aporte significativo y concreto al diseño arquitectónico.

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVOS GENERALES**

- Proveer al alumno que cursa la asignatura de los conocimientos fundamentales del Diseño Estructural en Arquitectura, necesarios para su formación académica básica inicial.
- Promover en los estudiantes, el desarrollo inicial del pensamiento lógico, reflexivo y crítico.

- Promover en los estudiantes, el desarrollo de capacidades iniciales de observación, abstracción, generalización y sistematización.
- Promover el desarrollo de habilidades que permitan al estudiante la formulación de preguntas precisas, la toma adecuada de datos de diversas fuentes disponibles y la claridad y precisión en la exposición y socialización de resultados e ideas asociadas al diseño estructural.
- Alentar en el estudiante de Diseño Estructural I, la generación de actitudes y procesos de trabajo, que tiendan a promover la consulta bibliográfica como metodología de estudio y reflexión.
- Estimular las conductas apropiadas para un profesional que se desenvolverá en un medio dinámico y en constante evolución: creatividad, objetividad, curiosidad, flexibilidad, espíritu crítico y energía exploratoria.
- Generar y/o consolidar en los estudiantes de la asignatura, las actitudes ético-científicas necesarias para su crecimiento como estudiantes y futuros profesionales.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE CONOCIMIENTOS**

Al finalizar el curso, los alumnos de la asignatura conocerán:

- Diversos Sistemas Estructurales simples y su funcionamiento básico.
- El comportamiento de los diferentes componentes estructurales ante acciones externas tanto verticales como horizontales.
- Las características mecánicas básicas de los materiales de construcción a utilizar en el diseño de las estructuras objeto de la asignatura.
- Los conceptos relacionados al equilibrio de las estructuras.
- Los aspectos generales y metodologías de estudio asociadas a la vinculación de las estructuras en su entorno.
- Los procesos de análisis que permiten hallar las solicitaciones internas en estructuras isostáticas simples adecuadas a sus conocimientos.
- Los conceptos necesarios para la determinación de acciones sobre las estructuras y sus criterios de combinación.
- Aspectos básicos del dimensionamiento de elementos flexionados, tanto en acero, como en hormigón armado y maderas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE APTITUDES**

Se busca que al finalizar el cursado, los alumnos sean capaces de:

- Aplicar conocimientos adquiridos sobre el diseño estructural a proyectos de arquitectura en los cuales los alumnos participan, integrando conocimientos e interrelacionando la concepción arquitectónica como una unidad conceptual.
- Reconocer adecuadamente la importancia fundamental que posee la integración estructura-arquitectura como unidad conceptual y actuar en consecuencia.
- Planificar estrategias adecuadas y eficaces para la resolución de problemas de diseño estructural a partir de la identificación de los datos, la adecuada representación de los mismos y el establecimiento de relaciones y criterios de resolución, integrando de manera ordenada y metodológica los conocimientos adquiridos.
- Demostrar en todo momento, sensibilidad en el cuidado del medioambiente y de los aspectos paisajísticos y urbanos, junto con la formación de criterios adecuados para la utilización eficiente de los materiales disponibles para las obras abordadas.

## **CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA**

### **UNIDAD 1: DISEÑO ESTRUCTURAL. INTRODUCCIÓN. FUNDAMENTOS**

#### **1.A. La estructura**

La estructura en la construcción. Condiciones de la misma. El proyecto estructural. La estructura como expresión del concepto funcional, estético y social. Sistemas de Estructuras: Introducción general.

#### **1.B. Comportamiento estructural**

Funcionamiento conceptual de estructuras simples: Camino de cargas. Principio de Acción y Reacción aplicados a las estructuras: Diagrama de Cuerpo Libre (DCL). Equilibrio. Deformaciones. Espacialidad en la transmisión de fuerzas.

### **UNIDAD 2: DISEÑO ESTRUCTURAL. APLICACIÓN**

#### **2.A. Composición Estructural**

Identificación de tipos estructurales más comunes: Pórticos, Tabiques, Muros, Reticulados, Cables, Cúpulas, Bóvedas. Estructuras combinadas. Descripción del comportamiento y respuesta estructural. Evolución de la organización de la estructura. Noción inicial de diseño estructural sismorresistente. Ejemplos sencillos.

#### **2.B. Propiedades de las secciones transversales**

Formas comerciales. Propiedades de las secciones transversales: área, momentos estáticos, momentos de inercia, radios de giro. Interpretación conceptual de cada una. Cálculo de propiedades. Uso de tablas. Ejemplos de aplicación.

### **UNIDAD 3: DEMANDA EN COMPONENTES ESTRUCTURALES**

#### **3.A. Equilibrio**

Fuerzas: composición y descomposición de fuerzas. Diversas clases de vínculos estructurales. Equilibrio. Evaluación cuantitativa de Reacciones. Ejemplos. Aplicaciones.

#### **3.B. Solicitaciones en componentes estructurales**

Evaluación de Solicitaciones en estructuras isostáticas. Esfuerzos internos: Momento Flector, Esfuerzo de Corte, Esfuerzo Normal. Concepto de Torsión. Momentos Torsores. Diagramas característicos de solicitaciones. Ejemplos de aplicación.

### **UNIDAD 4: MATERIALES ESTRUCTURALES**

#### **4.A. Materiales Estructurales**

Identificación de materiales estructurales más comunes: Acero, Hormigón, Madera, Mampostería. Evolución histórica y antecedentes. Materiales innovadores. Evaluación comparativa. Sustentabilidad de los diversos materiales.

#### **4.B. Propiedades**

Identificación de las propiedades mecánicas características de cada material. Concepto de rigidez. Deformación. Ductilidad. Carga de rotura. Alargamiento y tensión. Módulo de Elasticidad de los materiales. Ley de Hooke. Nociones de ensayos de calificación y control. Criterios de aseguramiento de calidad.

## **UNIDAD 5: CUBIERTAS Y ENTREPISOS.**

### **5.A. Componentes prefabricados**

Descripción. Análisis del comportamiento estructural: componentes pretensados, de acero y de madera. Apuntalamiento y Montaje. Comparación.

### **5.B. Componentes construidos en el sitio**

Descripción. Análisis del comportamiento estructural: componentes de hormigón armado en una o dos direcciones. Apuntalamiento. Sistemas Convencionales y no Convencionales. Comparación.

## **UNIDAD 6: ACCIONES**

### **6.A. Acciones y Combinaciones**

Clasificación de las acciones presentes sobre una estructura: permanentes, variables y accidentales. Simultaneidad de acciones. Seguridad. Factores de Carga y Resistencia. Combinaciones de acciones. Reglamentos.

### **6.B. Acciones sobre las construcciones**

Área tributaria y área de influencia: componentes puntuales, lineales y de superficie. Evaluación de cargas: entramados y superficiales. Estado Límite Último y Estado Límite de Servicio. Reglamentos de aplicación.

## **UNIDAD 7: COMPONENTES FLEXIONADOS. HORMIGÓN ARMADO**

### **7.A. Hormigón Armado Macizo**

Concepto de Estado Límite. Predimensionamiento de elementos estructurales con gráficos y expresiones sencillas. Dimensionamiento de losas macizas en una o dos direcciones. Dimensionamiento de vigas en flexión y corte. Isostaticidad y continuidad. Uso de tablas y nociones de uso de software comercial. Planos de detalles.

### **7.B. Hormigón Armado Alivianado**

Losas alivianadas en una o dos direcciones. Concepto. Vigas placas. Isostaticidad y continuidad. Uso de tablas y nociones de uso de software comercial. Elaboración de planos de detalles.

## **UNIDAD 8: COMPONENTES FLEXIONADOS. ACERO Y MADERA**

### **8.A. Acero**

Estados Límites Últimos. Estados Límites de Servicio. Dimensionamiento de entresijos con placa colaborante (Steel-Deck). Dimensionamiento de vigas en flexión y corte. Comportamiento estructural a nivel seccional y global. Uso e interpretación de tablas comerciales. Elaboración de planos de detalles de armado y constructivos.

### **8.B. Madera**

Estados Límites de Servicio. Dimensionamiento de entresijos y cubiertas de techos con estructura de madera. Vigas aserradas y vigas laminadas. Comportamiento estructural a nivel seccional y global. Uso e interpretación de tablas comerciales. Elaboración de planos de detalles.

## METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las clases de la asignatura, son en su totalidad de carácter teórico-práctico. En los horarios de aula se presentan y desarrollan los diversos temas y contenidos previstos para el día y en forma simultánea se resuelven problemas de aplicación de tipo analítico, de tipo cualitativo no numérico y diversos ejemplos de aplicación que ilustran adecuadamente los contenidos desarrollados previamente. La resolución de los ejemplos planteados, se realiza de forma interactiva con una participación de los estudiantes en forma individual o en grupos de trabajo, que enriquece y brinda significado al proceso comprensivo de los ejemplos presentados.

En forma adicional y a los efectos de complementar adecuadamente el proceso de enseñanza y aprendizaje, se proponen problemas, aplicaciones, ejercicios específicos o tareas de investigación sencillas a resolver por parte del estudiante en forma personal o grupal según el caso, en horario extra-áulico.

A los aspectos mencionados anteriormente, se adicionan dos actividades de aprendizaje virtuales. La mismas se desarrollan en el Aula Abierta de la asignatura. Dichas actividades tienen por objetivo, complementar las actividades áulicas, con aspectos gráficos o multimediales asincrónicos que aportan nuevos enfoques a las tareas convencionales que se desarrollan en las aulas de la asignatura.

Al promediar la segunda mitad del Ciclo Lectivo, se organiza una actividad didáctica denominada Concurso de Ideas Estructurales. En el mismo, los estudiantes deben resolver en forma novedosa y eficiente el proyecto y diseño estructural de una obra de arquitectura en donde la estructura cumpla un rol preponderante. Los resultados y logros obtenidos son presentados por cada grupo de trabajo al resto de los estudiantes en una clase especial reservada para dicho fin.

## DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA

| <b>Actividad</b>   | <b>Carga horaria por semestre</b> |
|--|-----------------------------------|
| Proyectos de Arquitectura, Urbanismo y Planeamiento. Diseño estructural. Teoría y Aplicaciones | 60                                |
| Producción de Obras.   | 15                                |
| Trabajo Final o de Síntesis. Concurso Ideas Estructurales.                                     | 10                                |
| Práctica Profesional Asistida  | 0                                 |
| Otras Actividades.   | 5                                 |
| <b>Total</b>   | <b>90</b>                         |

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

| Autor                               | Título  | Editorial     | Año  | Ejemplares en biblioteca |
|-------------------------------------|---|---------------|------|--------------------------|
| MOORE, Fuller.                      | La comprensión de las estructuras en arquitectura             | Mc Graw Hill  | 2000 | 2                        |
| DIAZ PUERTAS, Diego.                | Introducción a las Estructuras de los Edificios               | Summa         | 1980 | 1                        |
| ENGEL, Heinrich.                    | Sistemas de Estructuras.                                      | Gili          | 2001 | 2                        |
| SALVADORI, M y HELLER, R            | Estructuras para arquitectos                                  | NOBUKO        | 2005 | 1                        |
| TORROJA, Eduardo.                   | Razón y Ser de los Tipos Estructurales                        | Inst. Torroja | 1960 | 2                        |
| GOYTIA, N. y MOISSET DE ESPANÉS, D. | Diseñar con la Estructura                                     | Autor         | 2002 | 2                        |
| REBOREDO, Agustín                   | Manual de Construcción Sismorresistente de Edificios Bajos    | Autor         | UNC  | 2                        |
| PERLES, Pedro                       | Temas de Estructuras Especiales                               | Nobuko        | 2014 | 3                        |
| BERNAL, Jorge                       | Estructuras. Introducción                                     | Nobuko        | 2005 | 2                        |
| MATTOS DIAS, Luis                   | Estructuras de Acero. Conceptos, Técnicas y Lenguaje          | Zigurate      | 2006 | 3                        |
| Francis A.J.                        | Introducción a las estructuras para Arquitectura e Ingeniería | Limusa        | 1984 | 1                        |
| PARKER, H; AMBROSE, J               | Diseño Simplificado de Estructuras de Madera                  | Limusa        | 2006 | 1                        |

### Bibliografía complementaria

| Autor                  | Título   | Editorial     | Año  | Ejemplares en biblioteca |
|------------------------|--|---------------|------|--------------------------|
| FREI, Otto.            | Cubiertas colgantes                            | Labor         | 1958 | 2                        |
| INST. CEMENTO PORTLAND | Estructuras Laminares. Paraboloide Hiperbólico | ICPA          | 1963 | 1                        |
| NERVI, Pier Luigi      | Nuevas Estructuras                             | Gili          | 1963 | 1                        |
| Francis A.J.           | Introducing Structures                         | Pergamon      | 1980 | 1                        |
| Charleson. A.          | La estructura como arquitectura                | Reverté       | 2007 | 1                        |
| SALVADORI - LEVY       | Structural Design in Architecture              | Prentice-Hall | 1967 | 0                        |

## **EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10\_CS)**

**Criterios de evaluación.** Las evaluaciones de la asignatura contemplan los siguientes criterios al momento de desarrollo y revisión:

- Claridad conceptual sobre los ejes temáticos evaluados
- Exactitud en los cálculos realizados.
- Claridad conceptual y orden del proceso de resolución de un problema estructural
- Precisión y oportunidad en la utilización del lenguaje propio de la asignatura.
- Originalidad y corrección en el proceso de diseño estructural de un problema dado.

## **METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Evaluaciones Parciales:**

A los efectos de obtener la condición de regularidad de la asignatura, se plantean evaluaciones parciales y globales a lo largo del cursado. Se rinden DOS evaluaciones parciales escritas de carácter teórico-práctico, cada una de ellas con un puntaje máximo de 100 puntos. Cada una de las mencionadas instancias de evaluación se aprueba con un puntaje mínimo de 60 puntos.

En caso que en algún parcial o en los dos, el puntaje sea inferior al mínimo requerido, el alumno debe recuperar dichas evaluaciones parciales. Los exámenes de recuperación de las evaluaciones parciales se aprueban con un mínimo de 60 puntos.

Las fechas correspondientes a las evaluaciones mencionadas son las indicadas en el cronograma correspondiente.

### **2. Asistencia:**

Las clases son teórico-prácticas de asistencia obligatoria, con una presencia mínima del 75% luego de la finalización del ciclo lectivo. En caso de inasistencia justificada a una evaluación parcial el alumno tiene la posibilidad de rendir las evaluaciones de recuperación correspondientes en la fecha fijada.

### **3. Carpeta de Trabajos Prácticos:**

El estudiante debe confeccionar una carpeta de Trabajos Prácticos y Trabajos de aplicación, con la totalidad de los ejercicios, informes y problemas planteados en las clases de la asignatura.

### **4. Condiciones para obtener la regularidad.**

Para obtener la regularidad de la materia, el alumno debe tener una asistencia mínima al 75% de las clases de la asignatura, aprobar las evaluaciones parciales de acuerdo a lo descripto en el punto 1 y elaborar la carpeta completa de Trabajos Prácticos, la cual debe ser aprobada por los docentes en forma previa a la obtención de la correspondiente certificación de regularidad. La regularidad obtenida habilita al estudiante a rendir el examen final de la asignatura.

### **5. Examen Final:**

El examen final es escrito con utilización de pizarrón y/o papel y teórico-práctico. Se evalúan la totalidad de los temas del programa de la asignatura, independientemente que se hayan evaluado o no en las instancias de evaluaciones parciales. Esta instancia de evaluación está planteada como una actividad de síntesis e integradora de los contenidos. El programa de examen tiene por objeto orientar la selección de los primeros temas, teniendo presente el carácter integrador del mismo. La condición de aprobación implica el dominio de los contenidos conceptuales y procedimentales de todas las unidades temáticas del programa de la asignatura, así como también de las aplicaciones prácticas y la articulación de contenidos entre sí, trabajados durante el cursado. El examen final de la asignatura se aprueba con un

mínimo de 60 puntos sobre un total de 100 puntos. La acreditación de la asignatura se obtiene luego de la aprobación de la instancia de evaluación final en las condiciones descriptas.

## **PROGRAMA DE EXAMEN**

**Bolilla 1:** Unidades: 1 – 3 – 5 - 7

**Bolilla 2:** Unidades: 1 – 3 – 5 - 8

**Bolilla 3:** Unidades: 1 – 3 – 6 - 8

**Bolilla 4:** Unidades: 1 – 4 – 6 - 8

**Bolilla 5:** Unidades: 2 – 4 – 6 - 8

**Bolilla 6:** Unidades: 2 – 4 – 6 - 1

**Bolilla 7:** Unidades: 2 – 4 – 7 - 3

**Bolilla 8:** Unidades: 2 – 5 – 7 - 4

**Bolilla 9:** Unidades: 3 – 5 – 7 - 8

## **CRONOGRAMA**

Primera Evaluación Parcial: **Martes 12/05/2020**

Segunda Evaluación Parcial: **Martes 06/10/2020**

Presentación Concurso de Ideas Estructurales: **Martes 10/11/2020**

Recuperatorios de Evaluaciones Parciales: **Martes 03/11/2020**

Mag. Ing civil Eduardo TOTTER  
28 de febrero de 2020