

Programa de Cátedra 2024

Asignatura: ESTRUCTURAS IV

Cátedra: Única

Carrera:	Área: Tecnología
Nivel: 5° año	Régimen: Cuatrimestral
Cursado: Presencial	Carga Horaria total: 42 horas
Modalidad: Promoción	Carga horaria semanal: 3 horas
Comisiones:	
Día: Martes horario: 15.30 hs cantidad de comisiones: 4	
Día: Miércoles horario: 12.00 hs cantidad de comisiones: 5	
Día: Miércoles horario: 15.30 hs cantidad de comisiones: 5	

Equipo docente:

Prof. Titular: Arq. María del Carmen Fernández Saiz

Prof. Adjunto: Arq. Gustavo González

Prof. Asistentes:

Ing. Gabriela Culasso

Arq. Karin Klein

Arq. Nahuel Ghezán

Arq. Javier Martini

Arq. Julieta Mansilla

Contenidos curriculares básicos(s/ plan de estudio)

- El mecanismo estructural en obras de grandes luces.
- Estructuras Reticuladas Planas y Espaciales.
- Estructuras de tracción.
- Estructuras de compresión dominante.
- Estructuras laminares

Fundamentación

Los grandes espacios arquitectónicos plantean la necesidad de abordar y resolver complejidades importantes, sobre todo en el aspecto tecnológico, por las grandes superficies de cubiertas sin apoyos intermedios y fachadas con grandes exposiciones. En este campo, cobran singular importancia el método constructivo, las instalaciones especiales de climatización, acústica, iluminación, y fundamentalmente, las estructuras de cubiertas y de planos de fachadas.

Surgen como protagonistas principales las estructuras espaciales livianas para cubrir grandes luces con ventajas superadoras en cuanto a economía en costos y tiempos de ejecución. Aunque en nuestro país los ejemplos se dan en menor escala que a nivel mundial, es justamente en la Universidad, semillero de los diseñadores arquitectónicos, donde debe profundizarse el tema, llegando no sólo a producir diseños formales sino también estructurales y tecnológicos.

Capacidades a promover en el alumno

Se procura que el alumno se capacite para:

- Analizar las estructuras elaborando críticas de razonamiento lógico.
- Reconocer la organización estructural en Obras de Arquitectura de Grandes Luces.
- Reconocer y resolver procesos de diseño estructural.
- Proponer estructuras posibles y originales en los proyectos arquitectónicos.
- Utilizar sistemas computacionales para las etapas de formulación y verificación de predimensionado en estructuras de grandes luces.
- Desarrollar prácticas de investigación-acción en trabajos individuales y grupales que lo preparen para su futura actividad profesional.

Sintetizando, se plantea priorizar la importancia de la concepción de la estructura desde los inicios del proceso proyectual, y en relación al diseño arquitectónico integral, capacitándolo, fundamentalmente en el diseño conceptual de la estructura.

Objetivos (según Contenidos y ejes temáticos)

Se pretende que el alumno logre:

- Analizar conceptualmente obras construidas recientemente que presenten resoluciones estructurales innovadoras para estructuras de grandes luces.
- Desarrollar criterios que permitan proponer estructuras eficientes y creativas en la generación de grandes superficies o espacios arquitectónicos, con especial énfasis en el carácter integrador del proceso de diseño en arquitectura.
- Formular y comparar alternativas de organización estructural adecuadas al diseño arquitectónico.
- Desarrollar habilidades de diseño de estructuras reticuladas.
- Desarrollar habilidades de diseño de estructuras de tracción.
- Desarrollar habilidades de diseño de estructuras conformadas por arcos.
- Desarrollar habilidades de diseño de estructuras laminares.
- Aplicar correctamente herramientas computacionales de cálculo para la obtención de deformaciones y solicitaciones específicas que permitan verificar el predimensionado seccional.
- Desarrollar habilidades para utilizar métodos de resolución de problemas de cálculo estructural, analítico y gráfico, para cada una de las estructuras analizadas en el programa de la asignatura.
- Proponer detalles técnico-estructurales que permitan materializar el diseño propuesto.
- Elaborar planos de detalles de estructuras y despiece de las mismas.
- Relacionar los nuevos conocimientos como continuidad de los contenidos ya internalizados por los alumnos en las asignaturas precedentes de Estructuras.

Programa de cátedra – Contenidos y ejes temáticos

➤ UNIDAD 1 - El mecanismo estructural en obras de grandes luces

Fundamentos de la generación de las estructuras livianas. Hipótesis básicas de su

comportamiento. Configuración del mecanismo estructural. Conceptos de estabilidad espacial y verificación del equilibrio X, Y, Z. Acciones horizontales en edificios livianos (viento). Diseño de cubiertas y de envolventes verticales de grandes dimensiones. Estudio de obras construidas con énfasis en la configuración de los mecanismos resistentes que garantizan la estabilidad espacial del conjunto.

➤ **UNIDAD 2: Estructuras Reticuladas Planas y Espaciales**

Estructuras conformadas por reticulados planos y espaciales. Su generación. Equilibrio general. Equilibrio de nudos. Generación y condicionantes geométricas. Equilibrio en el plano y en el espacio. Estabilidad Espacial.

Estructuras conformadas por mallas reticuladas espaciales. Organización en una, dos y tres direcciones. Reticulados apoyados en sus bordes y apoyados en puntos. Analogía de la placa y de la losa sin vigas. El reticulado espacial como cerramiento vertical.

Cálculo de solicitaciones por métodos analíticos y computacionales. Formas constructivas. Diseño de uniones. Análisis de Obras de Arquitectura

➤ **UNIDAD 3: Estructuras de Tracción**

Tendencias y premisas de diseño de las estructuras livianas. Condiciones de equilibrio de cables. La estructura elemental de tracción pura. Línea funicular. La forma de equilibrio de una carga repartida uniformemente sobre el cable (su propio peso): la catenaria. La forma de equilibrio de una carga repartida uniformemente sobre la línea recta que une los extremos del cable: la parábola. Nociones elementales de cálculo.

Materiales utilizados. Verificación de secciones. Problemas de estabilidad. Estructuras estabilizadas por gravedad: cubiertas pesadas. Características, ejemplos. Estructuras estabilizadas por cables pretensados planos o espaciales. Componentes; cálculo de la Tensión Previa. Cerchas Jawerth. Características, ejemplos. Cálculo de reacciones de apoyo. Criterios de diseño de apoyos: incidencia de la componente horizontal de la reacción de los cables de cubierta. Análisis de obras.

Tensoestructuras de membranas. Los componentes del sistema y la característica geométrica - estructural. Análisis de obras.

➤ **UNIDAD 4: Estructuras de Compresión dominante**

El arco estáticamente determinado (arco triarticulado). Concepto de línea de presiones como auxiliar de diseño. La excentricidad en la sección y la eficiencia estructural.

Arco de directriz parabólica y arco de directriz circular. Arcos con apoyos a distinto nivel. Diseño de apoyos. Configuración espacial de construcciones formadas por arcos en planos paralelos. Configuraciones radiales. Estabilidad espacial.

Arcos triarticulados. Desarrollo de un procedimiento para determinar los esfuerzos en un arco de tres articulaciones utilizando las condiciones de equilibrio, y las definiciones de esfuerzo de corte y momento flector.

Arcos biarticulados y biempotrados. Resolución por métodos computacionales. Su resolución en Hormigón armado y pretensado. Diseño de la sección transversal. Análisis de obras construidas en distintos materiales, hormigón, madera y acero. Análisis de Obras.

➤ UNIDAD 5: Estructuras laminares

Geometría de las estructuras laminares. Propiedades. Tipos según la ley generatriz. Superficies definidas por leyes geométricas: direcciones principales, generatriz y directriz, curvatura y radio de curvatura, curvatura simple y doble curvatura. Clasificación de las superficies según su curvatura total: Nula: Cáscaras cilíndricas, bóvedas (superficies desarrollables); Positiva: Cúpulas de revolución, domos parabólicos, esféricos, etc. (superficies sinclásticas). Negativas: conoides, paraboloides hiperbólicos, hiperboloides (superficies anticlásticas). Modelado con software STRAP para el análisis del comportamiento estructural y obtención de solicitaciones. Evaluación de resultados. Hipótesis de cargas: peso propio, sobrecargas asimétricas, cargas concentradas, acción del viento, errores constructivos. Esfuerzos en la lámina y en los bordes. Diseño de apoyos. Superficies complejas de doble curvatura generadas con apoyo de software de diseño paramétrico. Vanguardias de diseño. Articulación con la producción industrializada. Análisis de obras construidas. Geometrías generadas por leyes de comportamiento físico: estructuras optimizadas por forma. Generación de estructuras laminares antifuniculares por el Método de la Grandes Deformaciones. Utilización del software ALGOR para la definición de la geometría. Materialidad. Estructuras laminares superficiales: cáscaras en Hormigón armado y cerámica armada. Candela, Dieste. Estructuras laminares conformadas por mallas de acero o madera laminada. Análisis de obras construidas.

Metodología

Se dictan clases teóricas de contenido conceptual apoyadas con medios digitales y mostrando ejemplos en obras construidas en relación al tema. Las clases estarán también subidas en el aula virtual, algunas de ellas se darán también en forma presencial, y al final de las mismas los estudiantes deberán responder un cuestionario sobre los temas desarrollados.

En correspondencia con el teórico se realiza una ejercitación práctica del tema desarrollado, en comisiones dirigidas por profesores asistentes. Se propone desarrollar ejercicios cortos, específicos de cada tema abordado en la clase teórica, de manera tal que puedan resolverse en el taller presencial, dentro del horario de clases. Además, los estudiantes deberán realizar un trabajo práctico de diseño estructural, abarcando todos los temas teóricos desarrollados. En particular, se da mucha importancia a este último, ya que su finalidad es integrar los conceptos estructurales básicos al proyecto de Arquitectura del nivel, fomentando así la articulación de contenidos entre cátedras.

Evaluación

REGIMEN DE MATERIAS DE PROMOCION

Requisitos para obtener la **PROMOCIÓN** en la materia:

- **Figurar en acta de PROMOCION de Guaraní (aprobada Estructuras 3)**

- **80 % de Asistencia a clases teóricas y actividades asincrónicas (se registrará asistencia con realización de cuestionarios y actividad en el aula virtual), y a las clases prácticas (las asistencias serán computadas por la participación, y la presentación de las tareas de cada encuentro).**
- **80% de los cuestionarios realizados y aprobados con 7 (siete).**
- **Aprobar la EVALUACIÓN PARCIAL PRESENCIAL con 7 (siete) puntos o más.**
- **El desarrollo de los todas las EJERCITACIONES planteadas en clase deben alcanzar el nivel de SUFICIENTE.**
- **100% de los trabajos prácticos y ejercitaciones en Taller deben estar evaluados con nivel SUFICIENTE, y solamente se podrán recuperar una ejercitación práctica y el Trabajo Práctico de Diseño Estructural.**
- **EL TRABAJO PRÁCTICO DE DISEÑO ESTRUCTURAL debe estar APROBADO con 7 (siete) puntos o más.**

Requisitos para la **REGULARIZACIÓN** de la materia:

- **80 % de Asistencia a clases teóricas y actividades asincrónicas (se registrará asistencia con realización de cuestionarios y actividad en el aula virtual), y a las clases prácticas (las asistencias serán computadas por la participación, y la presentación de las tareas de cada encuentro).**
- **80% de los cuestionarios realizados y aprobados con 4 (cuatro).**
- **Aprobar la EVALUACIÓN PARCIAL PRESENCIAL con 4 (cuatro) puntos o más (una opción de recuperatorio).**
- **El desarrollo de los todas las EJERCITACIONES planteadas en clase deben alcanzar el nivel de SUFICIENTE.**
- **100% de los trabajos prácticos y ejercitaciones en Taller deben estar evaluados con nivel SUFICIENTE, y solamente se podrán recuperar una ejercitación práctica y el Trabajo Práctico de Diseño Estructural.**
- **EL TRABAJO PRÁCTICO DE DISEÑO ESTRUCTURAL debe estar APROBADO con 4 (cuatro) puntos o más.**

Para el desarrollo de los Trabajos Prácticos y las Ejercitaciones realizadas en Taller, los alumnos tienen además, posibilidad de realizar consultas y correcciones con su Profesor, en el Laboratorio del TIDE, o vía Meet, en los horarios establecidos por la Cátedra.

Requisitos para la aprobación de los estudiantes en condición de regulares

Examen final individual escrito:

Para su aprobación deberá tener resuelto correctamente el 50% de los ejercicios/preguntas solicitados.

Para la nota final se considerará además la performance del alumno durante el año a través de todos sus trabajos prácticos y ejercitaciones en taller.

Criterios de evaluación

La cátedra tiene previstos diferentes tipos de evaluación:

Evaluación diagnóstica: para determinar el grado de conocimiento de aquellos aspectos de las estructuras que son base para la comprensión de los contenidos de ESTRUCTURAS IV.

Evaluación formativa: Seguimiento y control personalizado de la evolución del aprendizaje logrado durante el curso. Se realizará a través de fichas de seguimiento, individuales y grupales, en las que constarán el avance de los trabajos prácticos y ejercitaciones en taller, y la dedicación y responsabilidad durante el proceso. En estas fichas se registrará en qué medida se cumplen las consignas, qué grado de dificultad se presenta y de qué forma se dan soluciones a problemas. Los alumnos tendrán conocimiento de estas evaluaciones de manera de poder mejorar su rendimiento académico.

Evaluación sumativa: Evaluación de resultados obtenidos. Se hará sobre los trabajos y ejercitaciones prácticas en taller, considerando los requisitos exigidos para cada caso. Se evaluarán el nivel de especificidad y profundidad, y la claridad en la comunicación oral y gráfica de los conceptos. Es importante verificar que los alumnos extraigan conclusiones de la tarea realizada a fin de elaborar criterios de diseño estructural para aplicarlos luego en su propio proceso. El trabajo práctico deberá aprobarse con el 100% de los objetivos propuestos, existiendo etapas de recuperación total o parcial, para aquellos que no alcanzaron el nivel. Su aprobación definitiva es requisito para la regularización de la asignatura.

Evaluaciones individuales parciales:

Se evaluará las habilidades adquiridas para la resolución conceptual de estructuras de grandes luces, haciendo hincapié en la Estabilidad Espacial de la estructura en su conjunto.

Modalidad de examen final

Examen final individual escrito, MODALIDAD PRESENCIAL, que consistirá en la resolución de situaciones similares a las de las ejercitaciones prácticas desarrolladas en el curso, y preguntas teóricas.

La normativa vigente establece el examen individual como registro del nivel alcanzado por el alumno. El examen será escrito. El estudiante tiene que resolver situaciones similares a la de su práctica en el desarrollo del curso. Para la nota final se considerará además la performance del alumno durante el año a través de todos sus trabajos prácticos y ejercitaciones en taller.

Bibliografía básica

Libros:

- BAIXAS, J.I. (2010) *Forma resistente*. Santiago de Chile. Ediciones ARQ.
- CARDONI, J. (1983). *ESTRUCTURAS IV. Estructuras de Grandes Luces. Estructuras de Tracción Pura. Textos de Cátedra*, Córdoba, Arg. Dpto. Publicaciones FAUDI, UNC.

- GÓMEZ, J. L. (2009) *Estructuras de Madera*, Córdoba, Arg. Ed. Ingreso.
- FORSTER, B. - MOLLAERT, M. (2004) *ARQUITECTURA TEXTIL, Guía Europea de Diseño de las Estructuras Superficiales Tensadas*. Madrid, España. Editorial Munilla-Lería
- MAKOWSKI, Z. (1978). *Estructuras Espaciales de Acero*, Barcelona, España. Editorial G.Gili.
- MOISSET, D. - GOYTIA, N. (2002). *Diseñar con la Estructura*, Córdoba, Argentina. Ed. Ingreso.
- PERLES, P. (2002). *Temas de Estructuras Especiales*, Buenos Aires, Argentina. Ed. Klickowski. Capítulos 3, 4, 5 y 6.

Apuntes:

- FERNANDEZ SAIZ - GONZALEZ - CULASSO - RUATA (2011/2015) *APUNTES DE CÁTEDRA*. Plataforma UNCAVIM 10-ESTRUCTURAS IV.

Revistas:

- Revista Tectónica N° 17. Geometrías Complejas. Septiembre de 2004.
- Revista Estructuras N°3 y 4. La versatilidad de la madera. TIDE. FAUD. UNC. Noviembre de 2019.
- Revista Estructuras N°8. Sombras Textiles. TIDE. FAUD. UNC. Noviembre de 2021.

Complementaria:

Libros:

- ARAUJO ARMERO, R. (2007). *La Arquitectura como Técnica*, Madrid, España. A.T.C. Ed. S. L.
- GOYTIA, N. - MOISSET, D. - SAMAR, L. (2001) *Osvaldo Pons*, Córdoba, Argentina. i+p división editorial.
- LYALL, S. (2002). *Maestros de las Estructuras*, Barcelona, España. Ed. Blume.
- SANCHEZ DE COLACELLI, M. (2005). *Cubiertas de Membranas Pretensadas*. Tucumán, Arg. Ediciones del Rectorado.

Páginas web:

Arquitectura y Tecnología:

- TECTONICA: www.tectonica.es
- DETAIL: www.detail.de
- www.arqa.com
- www.construmega.com
- www.construir.com

- www.architectureweek.com

Estructura:

- www.constructalia.com. Portal de las construcciones de acero. Temas relacionados con el acero y su empleo en la construcción. Galería de obras construidas.
- www.structurae.de. Base de datos según tipologías estructurales.

Tensoestructuras:

- www.tensionstructures.com
- www.roura.com.mx/velarias.htm
- www.wagg.com.ar

Construcción en Acero:

- www.acindar.com.ar
- www.aisc.org
- www.consulsteel.com.ar

Software:

- RAM. Software de análisis estructural.

Reglamentos:

- REGLAMENTOS CIRSOC 101- 102 - 104 (2005): "Acciones sobre las estructuras"
- REGLAMENTOS CIRSOC 301- 302 (2005) - 308 (2008): "Estructuras de Acero"
- REGLAMENTO CIRSOC 601 (2005) - 308 (2016): "Estructuras de Madera"

Fecha: Marzo de 2024

Firma:

Aclaración:



Arq. María del Carmen Fernández Saiz
Prof. Titular de Estructuras IV