



ESTRUCTURA	Por área
ÁREA	Ciencias básicas, tecnología, producción y gestión
DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA	ESTRUCTURAS 3
CÁTEDRA	TV1 DELALOYE - NICO - CLIVIO
CICLO	Medio
UBICACIÓN EN LA CURRICULA	4° Año
DURACIÓN	Anual
CARÁCTER	Obligatoria
CARGA HORARIA	112
OBJETIVOS DEL ÁREA (Plan VI – 2008)	<p>Objetivos generales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer los medios tecnológicos disponibles en el marco de la situación histórica concreta en la cual el profesional se inserta. - Comprender a los aspectos tecnológicos como instrumentos que materializan y constituyen el hecho urbano y arquitectónico. - Reconocer los materiales y técnicas constructivas a través de su aplicación en obras. - 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. - Desarrollar la capacidad creadora para resolver propuestas tecnológicas acordes al medio socio-cultural. - Conocer los materiales, técnicas constructivas y diversas instalaciones que constituyen los objetos arquitectónicos y urbanos y seleccionar los más apropiadas a cada realidad. - Conocer los sistemas estructurales, su comportamiento estático y los materiales constitutivos de dichos sistemas. - Seleccionar la estructura adecuada a la naturaleza del proyecto. - Resolver con idoneidad profesional las problemáticas relacionadas con la organización y dirección de obras. - Manejar los aspectos legales de la arquitectura. - Introducir al alumno en un lenguaje de capital importancia, el lógico matemático, que se utiliza normalmente en la Investigación científica. - 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. - Brindar al estudiante el conocimiento básico que le instrumentará para el desarrollo de los problemas físicos y tecnológicos que la arquitectura plantea. <p>Objetivos en el Ciclo Medio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Afianzar el reconocimiento de la dimensión técnica y material de la obra de arquitectura. - Conocer los distintos subsistemas tecnológicos que constituyen la arquitectura, su complejidad e interrelación. - Transferir e integrar los diversos conocimientos al proceso de diseño, asumiendo su valoración tecnológica como integrante de una totalidad. - Consolidar el manejo de los diversos códigos de comunicación. - Introducir al alumno a los diversos campos de especialización disciplinar
EVALUACIÓN	Con examen final

OBJETIVOS GENERALES

- Ejercitación del alumno en el estudio de la combinación de elementos estructurales para formar estructuras de complejidad creciente, con aplicaciones a edificios de pequeña, mediana y gran magnitud.
- Ejercitación del alumno en el estudio de la combinación de elementos estructurales para casos particulares de edificios de gran altura y de grandes luces libres

CONTENIDOS MÍNIMOS

- Estructuras de losas sin vigas
- Estructuras de transición
- Edificios sometidos a cargas horizontales - Acción mecánica del viento sobre las construcciones – Acciones sísmicas
- Diseño estructural para edificios de altura importante – Elementos estructurales usuales
- Estructuras de grandes luces de tracción pura – Estructuras colgantes – Estructuras de cables pretensados
- Estructuras laminares (“cáscaras”)
- Láminas plegadas
- Láminas cilíndricas
- Láminas de revolución
- Estructuras regladas – Paraboloides hiperbólicos – Conoides
- Estructuras membranales y neumáticas

PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1: Entrepisos sin viga (ESV)

Entrepisos no vigados Conceptos: Fajas continuas. Zonificación de los esfuerzos, fajas de columna y fajas medias, pórticos de sustitución.

El elemento superficial sobre apoyos puntuales discretos: repartición de esfuerzos en el entorno, efecto de punzonado, capiteles y "refuerzos".

Rigidez flexional del plano y de las líneas verticales portantes

Criterios de Diseño: Luces y modulaciones, Voladizos, vigas de borde. Predimensionado de espesores en base a fórmulas sencillas atendiendo a los esfuerzos que se presentan. Entrepisos sin vigas aliviados.

Resolución de entrepisos planos mediante la utilización de modelos computacionales, ejemplos, comparación con los métodos manuales.

UNIDAD 2: Estructuras de transición

Conceptos: Líneas de descarga de las fuerzas gravantes: su continuidad, su interrupción y desvío por trabajos de compresión o flexión.

Desvío de trabajo de flexión en estructuras de resistencia másica: apeos sobre vigas.

El pórtico. Su funcionamiento, esfuerzos solicitantes. Relación de rigidez entre sus elementos confortantes. Diseño y predimensionado de las secciones resistentes. Pórticos simples y múltiples.

Desvío por flexión en estructuras de alma calada: Estructuras planas reticuladas con y sin diagonal. La viga Vierendeel simple y múltiple. Funcionamiento de sus cordones y montantes: esfuerzos. Simplificación mediante isostatización por

inclusión de articulaciones en los puntos de inflexión. Caso de la viga en hormigón armado.

Desvíos por esfuerzos simples de tracción y compresión: Estructuras planas y espaciales. Oblicuidad de columnas. Tensores horizontales en los entrepisos. Sistemas mixtos de desvío. Esquemas vectoriales gráficos y analíticos de cálculo para el desvío de fuerzas.

Verificación al corte de miembros de poca luz sometidos a grandes cargas concentradas. Fórmulas de predimensionado. Criterios de diseño: Criterios para la adopción de soluciones. Predimensionado de elementos en base a las cargas obrantes y a las luces en juego mediante cálculos simplificados.

UNIDAD 3: Edificios sometidos a cargas horizontales VIENTO EN EDIFICIOS DE ALTURA

Acción del viento: generación de su acción dinámica, aspectos aerológicos. Aerodinámica. Ráfagas.

Normas vigentes para la determinación de sobrecargas por viento en los edificios, normas CIRSOC de aplicación en nuestro País. Otras normas

Procedimientos y fórmulas para la determinación de sobrecargas por viento y su distribución como esquemas de cálculo sobre las estructuras resistentes.

Determinación de esfuerzos en las estructuras por métodos exactos y simplificados. Balance de rigideces. Centro de cargas, centro de rigidez. Flexión y sobrecarga axial en columnas. Los nudos de estas estructuras.

Rigidez transversal de la estructura de un edificio. Diseño. Distribución de estas rigideces en el cuerpo de la edificación. Tabicamiento y conformación de pórticos resistentes. Estructuras contraviento conformadas por arriostramientos diagonales. Acción localizada del viento sobre grandes paneles de fachadas, su contención.

Acciones sísmicas sobre los edificios

Conceptos: Génesis de los sismos, tipo de ondas. Esfuerzos dinámicos por aceleración de las masas vibrantes. Esquemización de las cargas producidas sobre los edificios. Flexión sísmica. Torsión sísmica inducida por esviación del centro de masas y centro de rigidez.

Sismicidad en la Argentina. Mapa sísmico. Normas CIRSOC vigentes, recomendaciones sobre refuerzos en estructuras y muros.

Diseño de estructuras sismorresistentes

UNIDAD 4: Diseño estructural para edificios en altura (2 clases)

Tipología estructural. Pautas para el diseño de las estructuras resistentes, características de las estructuras integrantes del conjunto. Concepto de resistencia y de rigidez aplicados a las estructuras del conjunto.

Tabiques portantes y núcleos tabicados.

Funcionamiento de los núcleos de compresión. Su aptitud para proporcionar rigidez flexional al enlace de piezas horizontales. Armaduras en tabiques de hormigón armado. Tabiques de mampostería.

Determinación de cargas sobre tabiques. Verificación de tabiques de hormigón armado a la compresión y flexión. Uso de núcleos tabicados y tabiques aislados para cajas de ascensores y escaleras.

Predimensionado de espesores.

Estructuras en el remate de la edificación.

Funcionamiento de estructuras tales como Tanques y Cisternas para agua, casetas de máquinas de ascensores, reservorios especiales (natatorios, torres de enfriamiento, etc.). Proyecto de posible sustentación de estas estructuras en base a las cargas transmitidas.

Escaleras: Tipología. Escaleras conformadas por planos flexados. Escaleras de funcionamiento espacial, compuestas por elementos flexotorsionados.

Sistema de amortiguamiento.

Sistemas de amortiguamiento y compensación de deformaciones para edificios de gran altura sometidos a viento

Sistemas de amortiguamiento sísmico.

UNIDAD 5: Tipología de las estructuras espaciales

Clasificación general de los tipos estructurales según distintos enfoques: según tipo de esfuerzo, según los materiales, según la geometría. Relaciones entre las estructuras clasificadas según los distintos enfoques. Resistencia por masa y por formas: funcionamiento de las estructuras laminares.

Transmisión de las cargas hasta apoyos o fundaciones. Análisis tensional: Intuitivo, analítico, experimental. Descripción general de los principales tipos: comparación entre las distintas características en relación a sus campos de aplicación.

Unidad 6: Estructuras colgantes

Descripción. Características geométricas y constructivas. Clasificación tentativa. Elementos constituyentes: Cables portantes, cables tensores, cerramientos, elementos de borde, apoyos, anclajes, fundaciones, etc. Cargas actuantes, combinaciones críticas según los tipos de estructuras. Cables empleados: materiales, características.

Estructuras pesadas o rígidas. Con superficies planas: cables rectos, cables parabólicos. Con superficies cilíndricas. Con doble curvatura positiva: cables radiales. Malla poligonal. Anillos de anclaje.

Estructuras livianas o pretensadas. Estructuras planas: vigas Jawerth. Con simple curvatura o cilíndricas: con cable tensor superior, intermedio, interior. Con doble curvatura: sinclásicas, anticlásicas. Alternativas y aplicaciones propias de cada caso.

Estructuras mixtas de cables y vigas: estabilización con peso propio y por pretensión.

UNIDAD 7: Estructuras laminares (“cáscaras”)

Generación. Análisis geométrico. Láminas de directriz circular, paraboloides elípticos. Relación con láminas cilíndricas y de revolución. Aspectos constructivos, campo de aplicación. Tímpanos, apoyos. Mecanismo estático-resistente. Cálculo de esfuerzos en los distintos sectores de la lámina, predimensionado. Estabilidad elástico.

UNIDAD 8: Láminas plegadas

Generación: relación con las estructuras llenas y aliviadas. Clasificación, láminas diédricas. Características constructivas y geométricas. Tipos usuales de sección transversal. Posibilidades, ventajas e inconvenientes, campo de aplicación. Tímpanos, apoyos. Mecanismo estático-resistente: transmisión de cargas en dirección transversal y paralela de las aristas. Cálculo de solicitaciones, predimensionado. Láminas poliédricas. Características. Funcionamiento estructural. Cálculo de solicitaciones, predimensionado.

UNIDAD 9: Láminas cilíndricas

Generación, relación con las láminas plegadas. Comparación entre bóvedas en arco y láminas autoportantes. Aspectos geométricos y constructivos. Láminas simples, múltiples, contínuas. Tipos de directriz: posibilidades, ventajas e inconvenientes, campo de relación de medidas: láminas largas, intermedias y cortas.

Cálculo de solicitaciones, predimensionado. Estabilidad elástica. Perturbaciones flexionales. Tipos estructurales derivados: bóvedas "por aristas" y "en rincón de claustro".

UNIDAD 10: Láminas de revolución. Cúpulas

Generación. Distintos tipos de directrices: cúpulas simples, compuestas, de ábside, sobre plantas poligonales, campo de aplicación. Aspectos constructivos. Mecanismo estático resistente: funcionamiento según meridianos y paralelos. Tipo e influencia de los apoyos. Cúpulas de hormigón armado y metálicas. Cálculo de solicitaciones en estado membranar, predimensionado. Estabilidad elástica. Perturbaciones y refuerzos de borde. Aberturas.

UNIDAD 11: Láminas Regladas

Paraboloides hiperbólicos. Análisis geométrico, características. Formas estructurales con bordes rectos y con bordes parabólicos. Cuadrantes básicos de lámina, estructuras formadas por distintas combinaciones. Posibilidades, ventajas e inconvenientes, campos de aplicación. Mecanismo estático resistente: Analogía según descomposición de cargas entre "arcos" y "cuerdas" equivalentes. Elementos de borde y de apoyo. Cálculo de solicitaciones, predimensionado.

Hiperboloides de revolución. Conoides. Características geométricas. Campos de aplicación.

UNIDAD 12: Estructuras membranales y neumáticas

Descripción de las estructuras membranales. Características geométricas y constructivas. Mecanismo estático resistente: estado tensional.

Estructuras neumáticas. Descripción. Posibilidades, ventajas e inconvenientes, campo de aplicación. Características constructivas. Materiales. Accesos. Apoyos y fundaciones. Presión interior. Criterios de cálculo de solicitaciones, 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.