



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



**ACTUALIZACIÓN DE LA ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
EN EL ÁMBITO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

Buenos Aires, 5 de marzo de 2020

VISTO la Ordenanza N° 1457 que crea y aprueba la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural, y

CONSIDERANDO:

Que los resultados de la evaluación realizada a la implementación de la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural señalan la necesidad de introducir ajustes y modificaciones en el currículum.

Que el campo temático que aborda la Especialización en Ingeniería Estructural mantiene aún hoy su vigencia, solo que algunas de las temáticas han variado en los últimos años.

Que, con el propósito de lograr un desarrollo académico actualizado y de mayor reconocimiento y con la colaboración de especialistas de reconocida trayectoria en la disciplina, se elaboró el nuevo currículum de la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avala la propuesta y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

R E G I S T R A D O
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTICULO 1°.- Mantener la vigencia de la creación de la Especialización en Ingeniería Estructural, Ordenanza N° 1099.

ARTÍCULO 2°.- Aprobar la actualización curricular de la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural, que se agrega como Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que las Facultades Regionales que cuenten con la autorización del Consejo Superior para implementar la carrera aprobada por Ordenanza N° 1457 deberán solicitar la renovación de la autorización de implementación.

ARTICULO 4°.- Establecer que, en el caso en que el cursante hubiera iniciado la carrera en el marco de la Ordenanza N° 1457, podrá culminar sus estudios en el marco de la presente Ordenanza mediante la aplicación del régimen de reconocimiento de créditos académicos según el detalle que se indica en el Anexo II, en un todo de acuerdo con el Reglamento de Posgrado de la Universidad.

ARTICULO 5°.- Dejar establecido que la implementación de la Especialización en Ingeniería Estructural, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTÍCULO 6°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1756

UTN
DO
l.p.
f.c.r.

ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA
Secretario General

ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA
RECTOR



ORDENANZA N° 1756

ANEXO I

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

1. FUNDAMENTACIÓN

La ingeniería estructural es una rama de la carrera de ingeniería que se ocupa del análisis y diseño de las partes resistentes de distintos tipos de construcciones civiles como edificios urbanos, puentes, diques, túneles; estructuras navales; construcciones industriales y de equipos como maquinarias e instalaciones.

Este campo disciplinar se orienta a planificar, diseñar y construir estructuras seguras y económicas. Para ello, se vale del análisis estructural con el propósito de encontrar los esfuerzos internos que actúan sobre cualquier estructura resistente.

A trece años de su creación y a cinco de su primera actualización, los fundamentos para su dictado en el nivel de posgrado se mantienen. Los adelantos tecnológicos se suceden permanentemente y una multiplicidad de nuevas tipologías estructurales es introducida en el mercado en forma ininterrumpida. Esta situación, que demanda el estudio de todos los aspectos relativos a su aplicación profesional, no puede ser adecuadamente resuelta a nivel de grado. Por tal razón, la oferta de posgrado en esta área resulta una necesidad imperiosa tanto en este país como así también en el mundo.

Por otra parte, los avances científicos y tecnológicos conducen a una constante revisión de las normativas y recomendaciones, labor que debe involucrar a especialistas en la temática.

El programa se dirige a la formación de profesionales con un adecuado dominio de los saberes necesarios para la realización de tareas de análisis, diseño, predicción del



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



comportamiento, de control y de evaluación de estructuras complejas, como así también una profunda comprensión de la normativa contemporánea.

JUSTIFICACIÓN

Las necesidades que esta carrera cubre en:

a) Formación académica

La amplia carga horaria asignada a las asignaturas vinculadas a la ingeniería estructural en la carrera de ingeniería civil garantiza la formación básica que todo ingeniero debe tener. No obstante, la rapidez de los cambios tecnológicos genera la necesidad de crear espacios de profundización de la formación que permita a los profesionales con responsabilidades en el diseño y cálculo de estructuras actualizar y profundizar sus conocimientos, como es el caso de las carreras de posgrado.

b) Formación profesional

La especialización posibilita la capacitación para la incorporación y actualización permanente de los avances de la ciencia y tecnología, así como la aplicación de los mismos, apuntando a la gestión y a la propuesta de innovaciones y perfeccionamientos tecnológicos para la solución de problemas específicos de la ingeniería estructural.

La especialización cubre la necesidad de formar profesionales para la práctica profesional avanzada y transformadora, con procedimientos y procesos basados en el rigor metodológico y en los fundamentos científicos, que permitan a los profesionales el desempeño en actividades técnico-científicas y de innovación.

c) Aspectos sociales

La especialización posibilita la transferencia de conocimientos para la sociedad, atendiendo demandas específicas y de todos los sectores productivos involucrados en la ingeniería de las estructuras. Contribuye a agregar competencia y aumentar la productividad tanto en empresas, como en organizaciones públicas y privadas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Uno de sus propósitos fundamentales, es promover la articulación de la formación profesional con entidades demandantes de diversa naturaleza, buscando mejorar la eficiencia de organizaciones, tanto públicas como privadas, mediante la incorporación, generación y aplicación de procesos de innovación tecnológica.

Los procesos de formación profesional avanzada, además de la relevancia social, científica y tecnológica que poseen, conllevan a un relacionamiento más estrecho entre las universidades y el sector productivo permitiendo un vínculo beneficioso para ambos sectores.

2. OBJETIVOS

- Crear un espacio institucional que permita la formación continua de docentes y profesionales con capacidad científica y tecnológica para generar aportes en el campo de la ingeniería estructural, en lo relativo al diseño, construcción, seguridad de sistemas estructurales y difundir esos aportes como contribución al desarrollo nacional.
- Desarrollar competencias necesarias para la realización de tareas de análisis, diseño, control y evaluación de estructuras complejas.
- Brindar conocimientos actualizados sobre la normativa contemporánea referida a las estructuras de las construcciones y su aplicabilidad en los problemas sociales actuales.
- Formar profesionales con una alta calificación en ingeniería estructural, capaces de proyectar y construir sistemas estructurales de punta de distintas tipologías estructurales, comprometidos con una actividad de mejoramiento continuo que signifique un aporte sustantivo a la aplicación de técnicas estructurales innovadoras, dentro del marco de un profundo entendimiento de las normativas y los reglamentos vigentes.
- Propiciar una formación de alta calificación profesional, compromiso ético, y adopción de enfoques interdisciplinarios que favorezcan la creación de proyectos innovadores.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



3. PERFIL DEL EGRESADO

El Especialista en Ingeniería Estructural, con base en una sólida formación integrada en las áreas científica y tecnológica, estará capacitado para:

- Diseñar, construir y dirigir sistemas estructurales innovadores de acuerdo con los avances tecnológicos que se producen en el área de los materiales y técnicas estructurales.
- Proponer, implementar y evaluar medidas de seguridad relativas al manejo operativo de sistemas estructurales.
- Diagnosticar acerca de riesgos de colapso estructural en obras de ingeniería existentes y proponer medidas preventivas y correctivas para restituir capacidad resistente a las estructuras dañadas recuperables.
- Analizar y resolver los problemas estructurales desde una perspectiva ética que contemple los factores regionales, ambientales y de seguridad por sobre los económicos financieros.
- Participar en proyectos de transferencia de tecnología.

4. TÍTULO

La carrera se denomina “Especialización en Ingeniería Estructural”, y otorga el título académico de “Especialista en Ingeniería Estructural”.

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1. Condiciones de Ingreso

Podrán ingresar a la Especialización en Ingeniería Estructural aquellos profesionales de la ingeniería, específicamente de la especialidad de civil, construcciones, vial, hidráulica,



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



mecánicos, aeronáutica y naval, además de los arquitectos y otras titulaciones afines con título otorgado por universidad reconocida.

En todos los casos se realizará una evaluación de los candidatos al ingresar al programa para determinar el grado de correspondencia entre su formación, trayectoria y los requisitos de la carrera. La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes, entrevistas, y eventualmente, de otros elementos de juicio solicitados por el Director de la carrera y Comité Académico. En caso de ser necesario se realizará un coloquio a cargo de los mismos. También podrán recomendarse cursos de nivelación para los aspirantes que requieran profundizar o actualizar sus conocimientos en áreas específicas.

5.2. Promoción

La promoción supone asistencia regular a las clases –mínimo de OCHENTA por ciento (80%) de asistencia–, presentación en tiempo y forma de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los espacios curriculares y aprobación de las evaluaciones previstas.

La evaluación será definida por los responsables académicos de los seminarios. La misma informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos por medio de diferentes instrumentos: pruebas parciales, coloquios integradores, informes, monografías, exámenes finales individuales y presenciales.

La calificación será numérica, dentro de la escala del CERO (0) al DIEZ (10). La aprobación será con un mínimo de SIETE (7).

Además de la aprobación de todos los espacios curriculares se deberá presentar y aprobar un Trabajo Final Integrador (TFI). La evaluación del TFI estará a cargo de profesores de la carrera, no menos de dos, convocados por el Director de la Especialización. La calificación mínima requerida para la aprobación del TFI será de SIETE (7).



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Sobre el Trabajo Final Integrador

El Trabajo Final Integrador (TFI) es de carácter individual y consiste en el desarrollo de un trabajo teórico-práctico sobre alguna problemática, área o tema desarrollado en la carrera. La integración se puede realizar a través de dos modalidades:

- a) Un trabajo de proyecto o desarrollo innovador. Se trata del desarrollo de un proyecto o producto, que resulte de la aplicación de los saberes en la carrera o a la resolución de un problema del ámbito de la práctica profesional.
- b) Un trabajo de investigación documental sobre alguna cuestión de interés en la temática de la carrera que constituya una instancia de reelaboración y síntesis. Consistirá en un trabajo de indagación sobre aspectos del tema seleccionado de modo integrador y desde una visión crítica.

5.3. Graduación

Los requisitos para la obtención del título de Especialista en Ingeniería Estructural son los siguientes:

- a) Cumplir con la carga horaria fijada en el presente Plan de Estudios
- b) Aprobar la totalidad de los seminarios correspondientes a la Especialización.
- c) Aprobar una prueba de suficiencia de idioma Inglés.
- d) Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado por el Reglamento de Posgrado.
- e) Aprobar el Trabajo Final Integrador.

5.4. Modalidad

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar los contenidos y las cargas horarias mínimas establecidas para los seminarios que integran el plan de estudios.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



5.5. Duración

El plazo máximo para cumplir con todas las obligaciones del Plan de Estudios es de TREINTA Y SEIS (36) meses a partir de la primera unidad curricular rendida. Si al cabo de este período el aspirante no hubiera concluido podrá solicitar de manera excepcional al Consejo Directivo de la Facultad Regional una prórroga que en ningún caso podrá ser superior a UN (1) año, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Educación de Posgrado, Ordenanza C.S. N° 1313.

5.6. Metodología

La formación de los alumnos estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional, la transferencia de los saberes al entorno productivo, la generación y manejo de tecnologías y la gestión. Por ello, la propuesta de enseñanza y de aprendizaje debe garantizar:

- La articulación de conocimientos y experiencia. Esto requiere el uso de estrategias que faciliten el intercambio entre la teoría y la práctica, con vistas a su mutuo enriquecimiento. Serán parte de esta estrategia las exposiciones, demostraciones, planteo y solución de problemas, observaciones “in situ” y otras prácticas externas, debates, consulta bibliográfica y los estudios de caso, entre otros.
- La transferencia de saberes científico–tecnológicos a la resolución de problemas propios de la actividad profesional. Esta dimensión del saber hacer requiere poner el acento en la aplicación del saber en contextos específicos, a saber: la realización de proyectos de trabajo en equipo, el estudio de casos, el trabajo de campo, la implementación y evaluación de medidas de seguridad relativas al manejo operativo de sistemas estructurales y la elaboración de diagnósticos acerca de riesgos de colapso estructural en obras de ingeniería existentes, entre otros



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- La transferencia de saberes para el mejoramiento continuo. Esta dimensión de la formación se centra en la capacidad de tomar decisiones en torno al diseño, construcción y seguridad de sistemas estructurales. Serán favorables en este aspecto las estrategias que fortalezcan los procesos decisorios y la evaluación de sus consecuencias, tales como simulaciones, debates, discusiones, formulación de normas de procedimiento y entrevistas en empresas o centros de investigación, etc.

Evaluación

Ligado especialmente a los procesos de enseñanza y aprendizaje, el proceso de evaluación supone interpretar lo que se observa durante el cursado y también valorar los resultados.

En cuanto al primer aspecto, la evaluación de proceso -o formativa- recoge información sobre las dificultades y avances de los participantes y permite al docente implementar estrategias para superar las dificultades y también realizar ajustes a su propuesta didáctica. La observación es clave como instrumento para recoger la información significativa y el intercambio con los alumnos es básico para producir las modificaciones necesarias. Son múltiples las ocasiones que permiten dicho intercambio y surgen de las diferentes estrategias aplicadas de acuerdo con lo expuesto en el punto relativo o a la metodología.

En cuanto al segundo aspecto, la evaluación ligada a la promoción y acreditación -o sumativa, informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos de los objetivos alcanzados por ellos. Los docentes establecen previamente los criterios sobre los que construirán los instrumentos: pruebas parciales, exámenes finales, coloquios integradores, informes, monografías u otros, sobre la base de la normativa fijada por la institución.

5.7. Financiamiento

La carrera deberá autofinanciarse, y la Facultad Regional que la implemente será responsable



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



de la inscripción, la recepción de solicitudes, el cobro de aranceles y fijación del monto de los mismos, así como del apoyo técnico-administrativo para el dictado.

5.8. Organización Académica

Las Facultades Regionales, autorizadas por el Consejo Superior, deberán establecer la figura de Dirección y Comité Académico de la Especialización en Ingeniería Estructural, que serán responsables de:

- Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- Seleccionar y proponer a los integrantes del Cuerpo Docente.
- Evaluar los programas analíticos de los seminarios.
- Evaluar el desempeño de docentes y estudiantes.
- Efectuar el seguimiento académico de la implementación de la carrera.
- Participar en las entrevistas y evaluar las condiciones de los aspirantes para su admisión.
- Orientar a los estudiantes en la elección de los temas de trabajos finales y en el desarrollo de las actividades conducentes a la finalización de los mismos.
- Entender en el proceso de revisión y actualización de la carrera.

6. ESTRUCTURA CURRICULAR

El diseño curricular propuesto está orientado a proporcionar una base sólida que permita la formación en actividades profesionales vinculadas al área disciplinar.

La carga horaria total es de TRESCIENTAS SESENTA (360) horas reloj presenciales. Las horas reloj de cada espacio curricular son teórico-prácticas. Estas actividades deben consignarse en los programas analíticos de cada seminario, y pueden adoptar la modalidad de trabajos de campo, simulaciones, talleres y pasantías, entre otros.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



6.1. Organización Curricular

La Especialización en Ingeniería Estructural corresponde a una carrera de modalidad estructurada. Su diseño curricular presenta un conjunto de ONCE (11) seminarios obligatorios. Los mismos se organizan en tres áreas curriculares diferentes: el área de fundamentos, el área de tecnologías y el área metodológica.

- Área de fundamentos: Esta área incluye cinco seminarios obligatorios que abordan aspectos teóricos y prácticos relacionados con la ingeniería estructural. Este espacio apunta a profundizar los fundamentos inherentes a la mecánica del sólido, estudio del comportamiento de estructuras afectadas por distintos tipos de excitaciones dinámicas, herramientas de análisis probabilístico de la seguridad estructural, teoría y fundamentos de métodos de los elementos finitos, y teorías aplicadas de inestabilidad del equilibrio. Estas temáticas son convenientes para abordar la posterior etapa de aprendizaje especializado, que se incluye dentro del área de tecnologías.
- Área de tecnologías: Esta área incluye cuatro seminarios obligatorios que complementan y profundizan el área de fundamentos, en la que se abordan conocimientos más específicos y vinculados con diversas tecnologías estructurales. Las mencionadas tecnologías están relacionadas con el uso de la madera como material estructural, el diseño de estructuras de contención y el proyecto de túneles, los nuevos desarrollos aplicados al diseño y detallado de estructuras destinadas para soportar acciones sísmicas y la importante cantidad de problemas estructurales que actualmente pueden resolverse mediante estructuras metálicas.
- Área metodológica: Esta área incluye dos seminarios obligatorios. El primero, asociado al diseño de programas experimentales, que está destinado a adquirir competencias en la obtención de valores durante un proyecto de investigación. El segundo, orientado a la elaboración del trabajo final integrador.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

6.2. Plan de Estudios

En el cuadro siguiente, se presentan las áreas y los seminarios que integran el currículum, la carga horaria mínima y la proporción de práctica de cada uno de ellos:

Área	Seminarios	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Área de Fundamentos	Mecánica del sólido	32	8	40
	Dinámica avanzada de estructuras	30	10	40
	Análisis probabilístico de la seguridad estructural	32	8	40
	Método de los elementos finitos	22	8	30
	Inestabilidad del equilibrio	22	8	30
Área de Tecnologías	Diseño de estructuras de madera	22	8	30
	Estructuras de contención de suelos y túneles	25	5	30
	Métodos innovadores de diseño sismorresistente	32	8	40
	Estructuras metálicas especiales	22	8	30
Área Metodológica	Programas experimentales de ingeniería estructural	14	6	20
	Seminario Integrador	16	14	30

Carga horaria total	
Área de Fundamentos	180
Área de Tecnologías	130
Área Metodológica	50
Total de Horas Especialización en Ingeniería Estructural	360

6.3. Objetivos y contenidos mínimos

- MECÁNICA DEL SÓLIDO



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Objetivos:

- Analizar problemas de mecánica del sólido mediante abordajes numéricos y analíticos de forma de resolverlos con la mayor generalidad

Contenidos Mínimos:

Escalar, vector y tensor de segundo orden. Notación indicial. Tensor de tensiones. Tensores esférico y desviador, tensión efectiva. Ecuaciones diferenciales de equilibrio. Tensiones de Kirchhoff. Tensor de deformaciones. Tensores de derivadas de los desplazamientos, rotaciones y deformaciones. Elongaciones y distorsiones. Teoría de elongaciones y distorsiones pequeñas y teoría lineal. Ecuaciones de compatibilidad. Relaciones tensión - deformación. Efectos plástico y viscoso. Principio de equivalencia. Teoremas de los desplazamientos y de las tensiones virtuales. Elasticidad lineal. Ley de Hooke generalizada. Matriz de elasticidad. Materiales anisótropos ortótropos e isótropos. Principio de Saint Venant. Estados planos de tensión. Estados planos de deformación. Problema de Boussinesq en el plano. El problema fundamental de la mecánica del sólido: tensiones, deformaciones y ecuaciones constitutivas. Condiciones de borde cinemáticas, estáticas y mixtas. Teorías de primero, segundo y tercer orden. Torsión en barras prismáticas. Función de Prandtl, condiciones de borde, aplicaciones a secciones rectangulares, de paredes delgadas abiertas y cerradas. Torsión con alabeo impedido. Placas planas: gruesas, moderadamente delgadas, delgadas y membranas. Placas ortótropas. Casetonados. Placa banda semi-infinita. Placas con simetría de revolución. Cáscaras cilíndricas circulares. Cáscaras cilíndricas abiertas.

○ **DINÁMICA AVANZADA DE ESTRUCTURAS**

Objetivos:

- Resolver los problemas de dinámica avanzada de estructuras con aplicaciones a problemas de fundaciones de máquinas.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- Analizar las vibraciones de edificios y puentes inducidas por tránsito, viento, terremotos, y explosiones.
- Resolver problemas de sistemas complejos de varios grados de libertad y sistemas continuos.

Contenidos Mínimos:

Métodos utilizados para la evaluación de las solicitaciones y deformaciones originadas sobre las estructuras por varios tipos de excitaciones dinámicas: cargas móviles, viento, sismos, explosiones, excitaciones aleatorias. Estructuras simples que pueden ser idealizadas como sistemas de un grado de libertad. Desarrollo de las técnicas requeridas para evaluar su respuesta lineal y no-lineal a las excitaciones dinámicas. Procedimientos para el análisis de la respuesta lineal en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Sistemas complejos de varios grados de libertad y sistemas continuos

○ **ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Objetivos:

- Adquirir conocimientos sobre seguridad estructural, sobre la base de los conceptos fundamentales de la teoría de las probabilidades y de la estadística.
- Conocer y utilizar métodos de distinto nivel en relación con aplicaciones de diverso tipo y con reglamentos actuales.
- Aplicar el método de simulación a la determinación de la probabilidad de falla

Contenidos Mínimos:

Datos y parámetros inciertos en la ingeniería estructural. Métodos determinísticos. Normas y Reglamentos. Coeficientes de seguridad. Manejo racional de la incertidumbre. Utilidad de los métodos probabilísticos. Axiomas de la teoría de las probabilidades. Eventos condicionales e independientes. Variables aleatorias. Histogramas. Función de densidad de probabilidad y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



función acumulada de distribución. Valor medio, desviación estándar, coeficiente de variación. Distribuciones. Distribución de Bernoulli, distribución binomial, distribución geométrica. Período de recurrencia. Distribución de Poisson. Distribución normal. Teorema del límite central. Distribución normal estándar. Valores característicos. Distribución LogNormal. Distribuciones de mínimo y máximo. Múltiples variables aleatorias. Funciones de variables aleatorias. Seguridad Estructural. Variables aleatorias de resistencia y solicitaciones. Función y dominio de falla. Probabilidad de falla. Expresión integral. El problema básico de la seguridad estructural. Índice de confiabilidad. Planteo general de la seguridad estructural. Espacio de las variables normalizadas. Índice de confiabilidad de 1er orden (Hasofer-Lind). Obtención de la probabilidad de falla mediante simulación. Evaluación de probabilidades mediante simulación de MonteCarlo. Generación de números aleatorios. Aplicaciones a problemas de ingeniería estructural. Estimación del error del resultado. Ecuaciones de diseño y reglamentos modernos. Formatos de los reglamentos. Confiabilidad de las ecuaciones de diseño. Procesos estocásticos: variables aleatorias dependientes del tiempo. Regla de Turkstra. Combinaciones de cargas reglamentarias. Criterios para establecer la probabilidad de falla: aplicaciones.

○ *MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS*

Objetivos:

- Interpretar las bases del método de los elementos finitos en el campo elástico, con pequeñas deformaciones y bajo acciones estáticas.
- Aplicar los conocimientos relativos al método para la resolución de problemas de ocurrencia frecuente en la práctica.

Contenidos Mínimos:

Cálculo variacional. Teoremas energéticos. Energía interna. Trabajo. Teorema de los



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



desplazamientos virtuales. Teoremas complementarios. Principio de la mínima energía potencial total. Método de Rayleigh-Ritz. Estructura de un programa de elementos finitos. Resolución de sistemas de ecuaciones. Integración numérica. Aspectos computacionales. Definición de incógnitas. Condiciones de borde. Matriz topológica. Multiplicadores de Lagrange. Elemento de barra. Elemento de viga de Bernoulli-Navier y elemento de viga de Timoshenko. Elementos triangulares y rectangulares para estados planos planos de tensión y deformación. Elementos de Kirchoff y elementos de Mindlin para flexión en placas. Elementos isoparamétricos. Teoremas energéticos mixtos. Aplicaciones a vigas. Aplicaciones a placas. Modelación de estructuras de hormigón: Pautas para el modelado, interacción suelo-estructura, manejo de la torsión en losas, interpretación de resultados. Modelación de estructuras de acero: Pautas para el modelado, no linealidad topológica (elementos de sólo tensión), manejo de las combinaciones de carga en simulaciones no lineales, modelación de barras armadas, interpretación de resultados en modelos bi y tri dimensionales sometidos a estados multiaxiales de tensión.

○ *INESTABILIDAD DEL EQUILIBRIO*

Objetivos:

- Conocer la teoría de la estabilidad del equilibrio basada en el planteo de las ecuaciones de equilibrio en la posición deformada de la estructura.
- Distinguir diferentes casos que pueden presentarse de la inestabilidad del equilibrio.
- Identificar los límites de la aplicabilidad de la teoría.

Contenidos Mínimos:

Calidad del equilibrio: estable, indiferente e inestable. Diferencia entre carga crítica, carga límite y carga máxima. Bifurcación del equilibrio. Inestabilidad del equilibrio en cuerpos rígidos. Snap-trough. Inestabilidad del equilibrio de barras. Inestabilidad del equilibrio en



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



estructuras aporticadas. Matriz de rigidez de segundo orden. Inestabilidad del equilibrio de vigas sobre fundación elástica y barras con vínculos elásticos. Pandeo torsional de columnas. Pandeo lateral de vigas. Pandeo de barras curvas, anillos y arcos.

○ *DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE MADERA*

Objetivos:

- Examinar los fenómenos relacionados con el estudio de la madera como materia prima.
- Evaluar los aspectos que hacen al uso de la madera en la elaboración de productos aptos para usos estructurales.
- Comprender las prescripciones reglamentarias acerca del diseño estructural en madera.

Contenidos Mínimos:

Nuevos conceptos en la producción de maderas. La madera como material estructural, su pared celular, micro y macro estructura. Defectos. Clasificación por resistencia. Determinación de las propiedades mecánicas y físicas. Evolución de los criterios. Clasificación visual y mecánica. Normas IRAM 9662-1/2/3/4 (2015) y Norma IRAM 9660-1 (2015). Diseño estructural con madera. Tendencias internacionales. Diseño en tensiones admisibles y estados límites. El criterio europeo y el criterio norteamericano. Lineamientos de diseño adoptados en Brasil y en Chile. Análisis del criterio y de las reglas de diseño del Reglamento CIRSOC 601 (2016). Comprensión del Manual de Aplicación del Reglamento CIRSOC 601 (2016). Uso de la Guía para el proyecto de estructuras de madera con bajo compromiso estructural en base al Reglamento CIRSOC 601 (2018).

○ *ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DE SUELOS Y TÚNELES*

Objetivos:

- Analizar el diseño de las estructuras de contención y túneles, abarcando las hipótesis de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



cargas, parámetros geotécnicos, ecuaciones constitutivas, interacción suelo estructura, modelos matemáticos, cálculos analíticos, formulaciones aproximadas y cálculos no lineales.

- Analizar y resolver casos reales de proyecto y ejecución de los subterráneos de Buenos Aires y de obras en el exterior.

Contenidos Mínimos:

Estructuras de contención. Tipos de estructuras. Verificación de la seguridad y en estado de servicio. Parámetros geotécnicos. Presiones de suelos y sobrecargas. Estructuras de gravedad. Muros flexibles con anclajes. Proyecto y diseño de anclajes, aspectos constructivos. Análisis no lineal. Interacción suelo-estructura. Programas de aplicación general. Túneles. Distintas tipologías. Metodologías constructivas. Proyecto y cálculo de túneles: campaña geotécnica y ensayos. Parámetros de diseño. Hipótesis de carga. Métodos de cálculo basado en soluciones analíticas. Túneles de Buenos Aires: Últimas metodologías constructivas implementadas. Análisis de obras singulares. Cruces con interferencias. Excavaciones especiales de escasa tapada.

- o *MÉTODOS INNOVADORES DE DISEÑO SISMORRESISTENTE*

Objetivos:

- Comprender los distintos factores que influyen la respuesta sísmica de las estructuras.
- Establecer criterios de diseño basados en la performance tanto para la respuesta en el rango elástico como inelástico de las construcciones.
- Comprender los métodos para predecir y controlar la respuesta sísmica de las estructuras.
- Dimensionar y detallar las estructuras para alcanzar una performance sísmica satisfactoria con énfasis en los métodos innovadores diseño sismorresistente.

Contenidos Mínimos:

Teoría y aplicaciones de la dinámica estructural a estructuras de uno y varios grados de



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



libertad sometidas a movimientos sísmicos. Características de los movimientos del terreno y espectros de diseño. Diseño conceptual sismo-resistente global de la estructura. Rigidez, ductilidad, y capacidad de disipación de energía de los elementos para alcanzar una respuesta sísmica satisfactoria. Detalles de diseño para asegurar un comportamiento sísmico adecuado en estructuras de hormigón armado y acero. Metodologías reglamentarias y enseñanzas obtenidas del comportamiento de los edificios durante terremotos del pasado. Control de daños por aislación de bases y otras técnicas innovadoras.

○ *ESTRUCTURAS METÁLICAS ESPECIALES*

Objetivos:

- Actualizar y profundizar los conocimientos de cálculo de Estructuras Metálicas según los reglamentos y desarrollos vigentes.
- Identificar y clasificar la diversidad de tipologías de estructuras metálicas más usuales.
- Discutir y reflexionar críticamente sobre los reglamentos y las nuevas tipologías cubiertas.

Contenidos Mínimos:

Tipos de filosofía reglamentaria: ASD y LRFD. Estructura del cuerpo reglamentario CIRSOC y su organización. Cargas y combinaciones de carga. Estados límites últimos y estados límites de servicio. Revisión reglamento CIRSOC 301-2005. Conexiones abulonadas y conexiones soldadas. Barras traccionadas. Barras comprimidas. Inestabilidad del equilibrio global y local. Vigas a flexión: laminadas y de alma esbelta. Conceptos avanzados para el análisis de estructuras metálicas. Modelo tensión-deformación para análisis con no linealidad del material. Endurecimiento mecánico. Evaluación de estados multiaxiales. Método directo de diseño. Tipologías metálicas típicas. Líneas de transmisión de energía eléctrica. Estaciones transformadoras. Mástiles arriendados. Puentes ferroviarios metálicos. Placas base. Steel deck. Edificios en altura con estructura de acero.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



○ *PROGRAMAS EXPERIMENTALES DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL*

Objetivos:

- Introducir y profundizar en el uso de sensores, las técnicas de adquisición de datos, la interpretación ingenieril de los resultados y conclusiones sobre el modelado, así como en relación con la incertidumbre y el comportamiento de estructuras reales.
- Establecer criterios de diseño de programas experimentales para modelos a escala en laboratorio y estructuras construidas in-situ en función de la información que se quiere obtener.

Contenidos Mínimos:

Teoría de los modelos estructurales. Dimensiones y homogeneidad dimensional. Análisis dimensional. Requisitos de similitud. Instrumentación. Tipos de sensores. Principio de funcionamiento y aplicaciones. Cantidades a ser medidas. Deformaciones, fuerzas, desplazamientos, aceleraciones. Rango y sensibilidad. Sistemas de carga. Adquisición de datos. Tipos de señales. Ruido, acondicionamiento y digitalización. Aliasing. Análisis de Fourier y filtrado. Errores y propagación. Tipos de errores. Error máximo y error probable. Evaluación de estructuras en el campo. Caracterización dinámica. Vibración libre, forzada y ambiente. Monitoreo. Ensayo de carga en puentes.

○ *SEMINARIO INTEGRADOR*

Objetivos:

- Adquirir herramientas metodológicas para la elaboración del trabajo final integrador.
- Articular enfoques teóricos y metodológicos con el ámbito profesional de la carrera en función de temas o problemas seleccionados.

Contenidos Mínimos:

Herramientas teóricas y metodológicas. La comunicación científica. Estructura de los trabajos



*Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*



científicos. Citas y referencias. La elección del tema o problema a considerar en el desarrollo del trabajo final integrador. Búsqueda de información. Uso de reservorios digitales. Organización de la información.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO
PABLO A. HUEL
JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

ORDENANZA N° 1756

ANEXO II

**RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS
ENTRE LA ORDENANZA N° 1457 Y LA ORDENANZA N° 1756 CORRESPONDIENTE A LA
CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

SEMINARIOS ORDENANZA N° 1457	SEMINARIOS ORDENANZA N° 1756
Mecánica del sólido	Mecánica del sólido
Dinámica avanzada de estructuras	Dinámica avanzada de estructuras
Análisis probabilístico de la seguridad estructural	Análisis probabilístico de la seguridad estructural
Método de los elementos finitos	Método de los elementos finitos
Inestabilidad del equilibrio	Inestabilidad del equilibrio
Diseño de puentes	Sin equivalencia
Diseño de estructuras de maderas	Diseño de estructuras de madera
Estructuras de contención de suelos y túneles	Estructuras de contención de suelos y túneles
Métodos innovadores de diseño sismorresistente	Métodos innovadores de diseño sismorresistente
Estructuras metálicas especiales	Estructuras metálicas especiales
Sin equivalencia	Programas experimentales de ingeniería estructural
Seminario de integración	Seminario Integrador
