



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

Buenos Aires, 30 de junio de 2021

VISTO la Ordenanza N° 1371 que aprueba la nueva currícula de la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente, y

CONSIDERANDO:

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

Que el campo temático que aborda la Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente mantiene aún hoy su vigencia, sólo 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 currículo de la carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente.

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



EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTICULO 1º.- Mantener la vigencia de la creación de la Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente, Ordenanza N° 829.

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

ARTÍCULO 3º.- Establecer que las Facultades Regionales que cuenten con la autorización del Consejo Superior para implementar la carrera aprobada por Ordenanza N° 1371 deberán solicitar la renovación de la autorización de implementación.

ARTICULO 4º.- Establecer que, en el caso en que el cursante hubiera iniciado la carrera en el marco de la Ordenanza N° 1371, 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 5º.- Dejar establecido que la implementación de la Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente, 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 6º.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1810

| |
|--------|
| UTN |
| SCTYP |
| I.p. |
| f.c.r. |

ING. MIGUEL ÁNGEL SOSA
Secretario General

ING. HÉCTOR EDUARDO AIASSA
RECTOR



ORDENANZA N° 1810

ANEXO I

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

1. FUNDAMENTACIÓN

Entre los riesgos naturales más importantes y de mayor impacto social y económico se presentan los terremotos. La Ingeniería Sismorresistente es la rama de la Ingeniería que incluye, entre otras, la práctica para disminuir o evitar el daño por sismos. Este es un campo relativamente nuevo, apenas 115 años en Estados Unidos y Europa. Este riesgo natural ha producido grandes pérdidas en los últimos veinte años, tanto en países desarrollados como en los emergentes: terremoto y tsunami de Tohoku, Japón en 2011 con Mw=8.9, 8450 muertos, 12000 desaparecidos, 200.000 millones de dólares en pérdidas (no incluidas los reactores nucleares), Christchurch, Nueva Zelanda en 2011 con Mw=6.1, 93 muertos, 200 desaparecidos, 30.000 millones de dólares en pérdidas, terremoto y tsunami del Maule, Chile en 2010 con M=8.9 y Haití en 2010 con M=7.4 número de muertos aún no determinado, superando 130.000 y daños totales por vulnerabilidad y falta de control de calidad en la construcción. Hay más de 35 países con una importante actividad sísmica (Housner, 1992), los que generalmente participan en asociaciones específicas que nuclea el conocimiento sobre la problemática y que pueden cooperar en la solución a problemas comunes tanto para países desarrollados como no desarrollados. Nuestro país no está exento de dicho riesgo, en especial el centro-oeste argentino, en las provincias de Mendoza y San Juan, que detentan los riesgos más elevados ante un fenómeno sísmico, aunque cerca de las 2/3 partes del territorio nacional se encuentra bajo inminentes riesgos sísmicos.

Después de tener en cuenta el problema de los terremotos, asociados a las condiciones del



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



lugar, la importancia principal de la Ingeniería Sismorresistente se concentra en el diseño sismorresistente (EQRD) y en la construcción sismorresistente (EQRC).

Se considera que el diseño sismorresistente de las estructuras es clave en el problema de reducción del riesgo y la mitigación de daños. Es necesario el desarrollo de métodos analíticos y tecnológicos más confiables que se apliquen no sólo al diseño, sino también a la construcción, mantenimiento y monitoreo de estructuras nuevas o recicladas. Los principales temas a resolver son: el terremoto de diseño, la demanda sobre la estructura y las capacidades de respuesta de la misma, la recuperación de estructuras existentes con su adecuación a los nuevos conocimientos y contribución a la sustentabilidad. La mayoría de estos temas están resueltos en forma práctica en los códigos vigentes, los que están basados en un solo nivel de diseño, pero el estado del arte indica que es necesario considerar otros niveles de comportamiento, lo que requiere de la investigación y desarrollo en laboratorio y optimización de los modelos utilizados para evaluar el comportamiento de dichas estructuras.

También se enfatiza la necesidad de contar con programas de prevención de riesgos, ya que los riesgos sísmicos han aumentado antes que disminuido (Bertero, 1999), fundamentalmente porque las ciudades emplazadas en zonas sísmicas han tenido en los últimos años un importante crecimiento poblacional, edilicio y económico. Esto requiere el control del medio ambiente construido, el cual es un problema complejo que necesita de la integración del conocimiento y la colaboración de expertos de distintas disciplinas (sismólogos, geólogos, especialistas en suelo, en medio ambiente, arquitectos, estructuralistas, médicos, psicólogos, etc.) en la valoración de los riesgos múltiples.

Es necesario profundizar el conocimiento y particularmente el estado de la práctica en el diseño sismorresistente de nuevas estructuras o de las ya construidas para evaluar los riesgos y tomar las medidas de mitigación correspondientes a través de normas y códigos actualizados y, además, desarrollar técnicas no tradicionales para mitigar los riesgos sísmicos en



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



construcciones civiles, industriales y de infraestructura.

JUSTIFICACIÓN

Una extensa parte del territorio argentino está expuesta al peligro sísmico. Esta situación no ha sido ignorada por la Universidad Tecnológica Nacional, por cuanto su Consejo Superior por Resolución N°410/95 aprueba la creación del Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica (CeReDeTeC).

A nivel nacional se han discutido en el lapso 2000-2020 una nueva generación de reglamentos de construcciones sismorresistentes INPRES-CIRSOC 103: para hormigón armado INPRES-CIRSOC 103-T II (2005), para estructuras de acero INPRES-CIRSOC 103 TIV (2005), para construcciones en general INPRES CIRSOC 103-TI (2013) y el Reglamento INPRES CIRSOC 103-TIII para construcciones de mampostería (2018). También se ha aprobado como reglamentación nacional el estudio de los suelos con el Reglamento CIRSOC 401 (2016) y el de maderas CIRSOC 601 (2015).

Los reglamentos de construcciones sismorresistentes aseguran que todas las construcciones en el país tengan el mismo nivel de seguridad. Tanto las provincias de Mendoza como San Juan, producto de la impronta de sus terremotos, mantienen una cultura de prevención y control de calidad de la construcción que se hace necesario alcanzar en otras regiones sísmicas del país actualizando conocimientos de la evaluación del riesgo sísmico, diseño, nuevas técnicas y comportamiento de las construcciones ante acciones sísmicas.

Formar recursos humanos en esta área es un objetivo ineludible para las innovaciones que benefician a la sociedad, tanto en lo humanístico como en lo tecnológico. Lo es también, insoslayablemente, para la educación superior y de posgrado.

La trayectoria de la UTN tiene clara orientación. Sus profesionales demuestran una preocupación permanente con un alto grado de responsabilidad y ética en el manejo de la



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



ciencia y de la técnica.

Por ello, es un deber proveer las herramientas para alcanzar su perfeccionamiento y excelencia académica, en la investigación científica y tecnológica, dirigida a la ingeniería de innovación tecnológica.

2. OBJETIVOS

- Profundizar los fundamentos científico-técnicos de los métodos y prácticas de la ingeniería de estructuras sismorresistentes.
- Alcanzar mayor excelencia académica en el ejercicio de la docencia y profesión con el dominio metodológico de la investigación.
- Adquirir habilidades, destrezas y técnicas operativas para dirigir y coordinar equipos interdisciplinarios de proyectos.
- Mejorar la capacidad de transferir tecnología innovadora al medio, en la detección y solución de problemas ingenieriles.
- Crear nuevos modelos de desarrollos y optimizar los existentes de las estructuras sismorresistentes.
- Manejar las herramientas de la construcción del conocimiento para acceder a la permanente actualización científica, tecnológica, política, social y cultural.
- Responder a las necesidades del medio con la más alta objetividad del conocimiento y de la practicidad de sus respuestas.
- Poseer recursos metodológicos y técnicos para dirigir, participar y evaluar proyectos de investigación en la producción de bienes y servicios.

3. PERFIL DEL EGRESADO

El Magister en Ingeniería Estructural Sismorresistente es un profesional capacitado con un



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



profundo conocimiento en ingeniería estructural sismorresistente sobre estudios teóricos y experimentales del comportamiento de las construcciones y sus componentes en regiones con diferentes niveles de riesgo sísmico, dispondrá de competencias para:

- Evaluar el diseño sismorresistente y los niveles de daños en construcciones afectadas por sismos.
- Dirigir y coordinar la planificación y ejecución en proyectos y desarrollos nacionales, internacionales y regionales en el área del riesgo sísmico.
- Formar recursos humanos para la docencia, la investigación y el ejercicio profesional en el ámbito del proyecto e ingeniería de estructuras sismorresistentes.
- Brindar capacitación y asistencia a organismos y funcionarios, públicos y privados, a fin de poder actuar en forma coordinada y eficaz en casos de emergencia sísmica.
- Realizar transferencia de tecnología, producción de bienes y servicios en la construcción sismorresistente en distintos proyectos de ingeniería y arquitectura, en proyectos de rehabilitación y reparación de estructuras y particularmente las construcciones sismorresistentes.

4. TÍTULO

La carrera se denomina “Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente”, y otorga el título académico de “Magister en Ingeniería Estructural Sismorresistente”.

5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

5.1. Condiciones de Ingreso

a) Podrán ser admitidos en la Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente aquellos profesionales de la Ingeniería con título otorgado por Universidad reconocida. Son destinatarios



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



naturales los Ingenieros Civiles, Ingenieros en Construcciones, Ingenieros en Construcciones de Obras y otros profesionales que tengan relación con la ingeniería estructural.

- b) Cumplir con los requisitos administrativos estipulados para la carrera de maestría.
- c) Para otros profesionales interesados, aun cuando no cumplan con el requisito antes mencionado, podrán postularse como aspirantes; para ello será necesario considerar la compatibilidad de los antecedentes académicos con los contenidos de la carrera y demostrar formación equivalente a la formación de grado mediante producción académica y/o actividad profesional.

La evaluación se realizará a través del análisis de antecedentes, entrevistas y, eventualmente, la realización de un coloquio debidamente documentado que estará a cargo del Director y del Comité Académico de la Carrera.

El Director y Comité Académico de Carrera podrán indicar con anterioridad a la instancia del coloquio la realización de cursos de nivelación cuando el perfil de los aspirantes lo haga necesario.

5.2. Condiciones de Admisión

La admisión como Maestrando está a cargo del Consejo Superior o del Consejo Directivo según corresponda. La Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional, evaluará los siguientes componentes:

- a) Plan de Trabajo de Tesis avalado por el Director y Co-Director de tesis (si corresponde) propuestos.
- b) Curriculum Vitae del Director y Co-Director de tesis (si corresponde).
- c) Curriculum Vitae del tesista en el que se detalle, si las hubiera, las tareas de investigación y desarrollo, publicaciones, cursos y seminarios de posgrado, así como sus antecedentes profesionales referidos a la temática central de la tesis propuesta.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



5.3. 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. El plazo máximo para aprobar cada unidad curricular será de 1 (un) año después de finalizada la cursada.

Evaluación

El proceso de evaluación incluye una dimensión de evaluación de proceso o formativa y una dimensión de resultados, o sumativa y final, ligada a la promoción y acreditación. En el primer caso, se considera esencial obtener información de los aprendizajes que se van posibilitando en los estudiantes, analizar avances e implementar estrategias para enriquecer la enseñanza, así como ajustar la propuesta didáctica incorporando nuevos contenidos y metodologías.

La evaluación final informa sobre los logros obtenidos por los estudiantes y valora los aprendizajes en relación con los objetivos de la formación brindada. En cada uno de los seminarios, los docentes definirán los instrumentos y criterios de evaluación, que podrán incluir coloquios integradores, monografías, proyectos, resolución de problemas, así como otras modalidades afines a los propósitos establecidos.

Los profesores responsables del dictado de los espacios curriculares podrán solicitar la presencia de otros profesores en carácter de invitados, con similares antecedentes académicos y profesionales, para el desarrollo de las temáticas teóricas, la comunicación de investigaciones y la presentación de planteos metodológicos y técnicos vinculados con los contenidos particulares a tratar.

La evaluación será definida por los responsables académicos de los cursos y/o seminarios. La misma informa sobre los logros alcanzados por los alumnos y califica su rendimiento en términos



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



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 cursos se deberá presentar y aprobar una Tesis. Para ello, el maestrando deberá realizar un trabajo final, individual que permita evidenciar la integración de aprendizajes realizados en el proceso formativo, la profundización de conocimientos en un campo profesional y el manejo de destrezas y perspectivas innovadoras en la profesión.

Una vez concluido el trabajo de tesis, el Director de tesis informará al Director de la carrera que la tesis está en condiciones de ser defendida. La Facultad Regional elevará el informe juntamente con el índice y las conclusiones de la tesis y la propuesta de jurado para ser analizado por la Comisión de Posgrado de la Universidad para su aprobación por el Consejo Superior. Los procedimientos de evaluación y defensa de tesis se ajustarán a lo establecido en la Ordenanza N° 1313, Anexo 1.

Sobre la Tesis

El trabajo final de la Maestría consiste en la elaboración de una tesis: realizar un trabajo de investigación o un desarrollo en el área científico-tecnológica elegida que demuestre dominio en el manejo conceptual y metodológico correspondiente al estado actual del conocimiento en la o las disciplinas del caso, el que será formalizado y aprobado como tesis de maestría.

5.4. Graduación

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

- a) Cumplir con la carga horaria fijada en el presente Plan de Estudios.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



- b) Aprobar la totalidad de los seminarios correspondientes a la Maestría.
- c) Aprobar una prueba de suficiencia de idioma Inglés.
- d) Acreditar 160 horas asignadas al trabajo de tesis y otras actividades complementarias
- e) Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado por el Reglamento de Posgrado.
- f) Aprobar la defensa de la tesis.

Será posible solicitar reconocimiento de créditos obtenidos en otros cursos o seminarios de otras carreras de posgrado realizados en esta u otras instituciones, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Educación de Posgrado vigente.

5.5. 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.

5.6. Duración

El plazo máximo para cumplir con todas las obligaciones del plan de estudios es de CUATRO (4) años, a partir de la primera unidad curricular rendida. Si al cabo de este período el aspirante no lo hubiera concluido podrá solicitar, de manera excepcional, la Comisión de Posgrado de la Universidad o de la Facultad Regional según corresponda, la que en ningún caso podrá ser superior a UN (1) año, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Educación de Posgrado vigente.

5.7. Metodología

La formación de los maestrandos estará centrada en la articulación entre los conocimientos propios del campo de estudio, la experiencia profesional previa y la transferencia de los saberes



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



adquiridos a la investigación, a la generación y gestión de tecnologías. Por ello, la propuesta de enseñanza y de aprendizaje debe promover:

- 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.
- 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.

5.8. Financiamiento

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



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

5.9. Organización Académica

Las Facultades Regionales, autorizadas por el Consejo Superior, deberán establecer la figura de Dirección y Comité Académico de la Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente, 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

La Ingeniería Estructural Sismorresistente supone un enfoque integrador, donde se conjugan temáticas que interactúan entre sí, el tipo de material con el método de cálculo bajo determinadas condiciones geográficas, geológicas y geotécnicas, con normas y códigos específicos. Por lo tanto, es necesario establecer referencias cruzadas entre los distintos cursos. No obstante, la estructura curricular de la carrera pretende dar a cada cursos una identidad particular, de modo de ser abordado independientemente.

El currículo propuesto está orientado a proporcionar una base sólida que permita la formación de profesionales para la investigación, el desarrollo y la docencia. La Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente prevé OCHO (8) cursos obligatorios, cursos optativos con un



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



mínimo de CIENTO VEINTE (120) horas y la realización de seminarios para la formulación y desarrollo de tesis de maestría.

La carga horaria de la Carrera de Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente es de QUINIENTAS CINCUENTA (550) horas.

El tesista deberá acreditar además no menos de CIENTO SESENTA (160) horas que podrán ser asignadas al trabajo de tesis y de otras actividades complementarias.

Las actividades académicas que componen la carrera serán de carácter teórico, las cuales versarán sobre las temáticas establecidas por el plan de estudios; de carácter teórico práctico - en las cuales se proponen talleres cuyos propósitos serán los de aplicar e integrar conocimientos en casos concretos - y seminarios de discusión - que tendrán por fin la consolidación de conocimientos adquiridos a través de la discusión con sus pares y el docente responsable.

6.1. Organización Curricular

El currículo está diseñado según un esquema flexible que permita la incorporación de actualizaciones de contenidos en función de los nuevos avances en la relación con la ingeniería sismorresistente.

La carrera de Maestría organiza sus actividades curriculares según el siguiente esquema:

- *Cursos obligatorios:* En estos cursos se abordan aspectos teóricos y prácticos relacionados con la ingeniería sismorresistente, que apuntan a brindar bases sólidas sobre los principios de la ingeniería sísmica, así como conceptos y teorías que complementan los aspectos de sismología, geología, geotecnia, diseño, respuesta y patología de estructuras.
- *Cursos optativos:* la serie de cursos optativos podrá ser ampliada por las Facultades Regionales que implementen la carrera, manteniendo los requisitos de rigurosidad y excelencia académica establecidos, tanto en contenidos como en responsables académicos.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Los nuevos cursos a ser incorporados deberán ser propuestos a la Comisión de Posgrado de la Universidad, con especificación de objetivos y programas analíticos y aprobados y autorizados por el Consejo Superior.

Para la elaboración de la tesis se deberán cumplimentar CIENTO SESENTA (160) horas de actividades académicas. Los aspirantes a la Maestría, con la orientación de su director, optarán por profundizar en aquellas temáticas teóricas y metodológicas más pertinentes con los objetivos formulados en el proyecto de tesis de actividad acreditable por el director de tesis (seminarios, talleres, estadías, residencias, trabajo de campo).

6.2. Plan de Estudios

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

| Cursos | Tipo | Horas Teóricas | Horas Prácticas | Horas Totales |
|---|-------------|----------------|-----------------|---------------|
| Ingeniería Sismológica (Sismicidad) | Obligatorio | 40 | 10 | 50 |
| Dinámica Estructural | Obligatorio | 40 | 20 | 60 |
| Diseño y respuesta estructural | Obligatorio | 40 | 20 | 60 |
| Dinámica de suelos y fundaciones | Obligatorio | 30 | 10 | 40 |
| Patología estructural | Obligatorio | 40 | 10 | 50 |
| Protección de estructuras ante terremotos | Obligatorio | 40 | 20 | 60 |
| Método de los elementos finitos (I) | Obligatorio | 40 | 20 | 60 |
| Metodología de la investigación | Obligatorio | 35 | 15 | 50 |
| Riesgo y ambiente construido ante ambientes catastróficos | Optativo | 40 | 10 | 50 |
| Mecánica del continuo y modelos constitutivos | Optativo | 40 | 20 | 60 |
| Cálculo numérico y técnicas de discretización | Optativo | 40 | 20 | 60 |



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 |

| | | | | |
|---|----------|----|----|-----------|
| Reglamentos de diseño sismorresistente para hormigón, mampostería, acero y madera | Optativo | 25 | 15 | 40 |
| Estructura interna y dosificación de hormigones | Optativo | 40 | 20 | 60 |
| Patología y terapéutica de viviendas en zona sísmica | Optativo | 40 | 10 | 50 |
| Métodos de elementos finitos para análisis no lineal (II) | Optativo | 40 | 20 | 60 |
| Desarrollo y Sustentabilidad en el ambiente construido | Optativo | 40 | 20 | 60 |
| Conservación de edificios antiguos y monumentos | Optativo | 30 | 10 | 40 |

| Carga horaria total | |
|---|------------|
| Cursos obligatorios | 430 |
| Cursos optativos | 120 |
| Trabajo de tesis y otras actividades complementarias | 160 |
| Total de Horas Maestría en Ingeniería Estructural Sismorresistente | 710 |

6.3. Objetivos y contenidos mínimos

Espacios Curriculares Obligatorios

- *INGENIERÍA SISMOLÓGICA (SISMICIDAD)*

Objetivos:

El curso tiene como objetivo conocer las bases de la sismicidad local y regional que incluya los aspectos instrumentales y documentales y adquirir los conocimientos necesarios para evaluar los efectos de los terremotos sobre las construcciones y las medidas de mitigación del riesgo sísmico.

Contenidos Mínimos:

- Nociones de sismología. Teoría de placas y formas de interacción. Teoría del rebote viscoelástico para el origen de los terremotos. Terremoto principal y réplica. Acumulación de energía potencial y liberación de energía. Hueco sísmico. Sismos interplaca e intraplaca.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



Relación energía con magnitud. Escalas de intensidad.

- Sismología de campo lejano. Diferencia entre sismología de campo lejano y sismología campo cercano en sus aplicaciones a la descripción de terremotos destructivos. Parámetros de los terremotos. Sismo precursores y réplicas. Arco de ruptura. Momento sísmico. Propagación, refracción y reflexión de ondas sísmicas.
- Instrumentos sísmicos. Interpretación de Sismogramas. Oscilador de un grado de libertad a movimientos armónicos. Aplicación al sismógrafo y al acelerógrafo.
- Sismología de campo cercano. Neotectonismo. Definición de tipos de fallas geológicas. Características de las fallas. Relación longitud de ruptura con magnitud de Richter y desplazamiento sísmico Definición de terremoto máximo creíble. Relación de sismos corticales con sismos de profundidad intermedia y profunda.
- Aceleración, velocidad y desplazamiento máximo esperado. Fórmulas de atenuación. Factores de cercanía a la fuente (falla) de códigos. Interpretación de acelerogramas. Espectro de Fourier. Definición de intensidades y el potencial destructivo.
- Espectro de respuesta. Respuesta del oscilador de un grado de libertad. Integral de Duhamel. Definición de espectros de respuestas. Tipos de espectros de respuesta. Caracterización de la demanda sísmica y destructividad. Definición de ductilidad. Relación entre ductilidad y daño. Caracterización de la demanda en el tiempo, acelerogramas artificiales.
- Microzonificación sísmica y efecto del suelo: Mapas de microzonificación sísmica. Teoría de la amplificación dinámica de suelos.
- Riesgo sísmico y macrozonificación sísmica. El enfoque probabilístico. Metodología del riesgo sísmico. Mapas de eventos sísmicos. Fuentes generadoras de sismos. Relaciones de recurrencia. Carga sísmica en el sitio. Mapas de isoaceleración y zonificación.



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

○ **DINÁMICA ESTRUCTURAL**

Objetivos:

El curso tiene como objetivos actualizar los conocimientos en lo que respecta la dinámica de las estructuras, profundizando la conceptualización y la solución a problemas ingenieriles.

Contenidos Mínimos:

- Características esenciales del problema dinámico. Análisis estático vs. Análisis dinámico. Grados de libertad. Métodos de discretización.
- Sistemas de un grado de libertad. Formulación del equilibrio dinámico. Influencia de fuerzas gravitacionales. Respuesta a vibración libre. Solución de la ecuación de movimiento. Vibración no amortiguada. Vibración amortiguada. Definición de los parámetros básicos.
- Sistemas de un grado de libertad. Vibraciones forzadas, Respuesta a cargas armónicas. Caso amortiguado y no amortiguado. Concepto de respuesta en estado estacionario y del factor de amplificación dinámica. Respuesta en resonancia. Respuesta a cargas impulsivas. Pulso rectangular. Pulso triangular. Respuesta a carga dinámica arbitraria. Acción de código vs. Respuesta dinámica elástica. Necesidad de respuesta no lineal.
- Análisis de respuesta estructural no lineal. Procedimiento analítico. Ecuación incremental. Integración directa. Distintos tipos de operadores. Espectros de respuesta no lineal. Concepto de ductilidad estructural. Espectros de ductilidad. Espectros de suelos. Limitaciones conceptuales en la derivación de espectros inelásticos a partir de espectros elásticos.
- Sistemas de varios grados de libertad. Selección de los grados de libertad. Planteo de ecuaciones de equilibrio. Evaluación de las propiedades estructurales.
- Sistema de varios grados de libertad. Vibraciones libres. Análisis de formas naturales de vibrar. Métodos y condiciones de ortogonalidad. Análisis de frecuencias naturales de vibrar de tipologías estructurales. Relaciones de frecuencias.



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

- Sistemas de varios grados de libertad. Análisis de la respuesta dinámica. Desacople de ecuaciones de movimiento. Respuesta dinámica lineal.
- Análisis determinístico de estructuras frente a terremotos. Excitación por traslación rígida de la base. Análisis dinámico modal espectral.

○ DISEÑO Y RESPUESTA ESTRUCTURAL

Objetivos:

El curso tiene como objetivo actualizar el conocimiento sobre el diseño sismorresistente y su relación a la respuesta de la estructura en campo lineal. También introduce los conceptos de capacidad y resistencia en el cálculo no lineal de estructuras. Profundiza el conocimiento sobre el comportamiento de las estructuras en laboratorio y campo desde el punto de vista del diseño y de los materiales.

Contenidos Mínimos:

- El diseño sismorresistente. Terremotos de diseño vs. Respuesta estructural. Estados límites de diseño. Definición de la acción sísmica según códigos. Respuesta estructural crítica vs. Excitación dinámica crítica.
- Aspectos básicos del diseño sismorresistente. Diseño conceptual vs. Diseño numérico. Identificación de los sistemas estructurales para resistir cargas laterales. Importancia de la regularidad y simetría estructural. Rol de la hiperestaticidad. Selección de los materiales apropiados. Relaciones constitutivas. Efecto de cargas cíclicas.
- Diseño dúctil de pórticos de hormigón armado. Identificación de zonas críticas. Control de deformaciones. Criterios de códigos. Diseño por capacidad. Resistencia de elementos a flexión. Análisis seccional de vigas y columnas de hormigón armado. Efecto de la carga axial. Análisis y diseño de elementos sometidos a corte. Importancia del detalle. Anclaje y adherencia de las armaduras. Resultados de ensayos en nudos de pórticos.



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

- Diseño dúctil de tabiques de hormigón armado. Tabiques esbeltos y bajos. Control de modos frágiles de falla. Mecanismos eficientes para disipación de energía.
- Comportamiento de tabiques esbeltos. Análisis seccional. Efecto de la carga axial. Ductilidad requerida y suministrada. Diseño por capacidad. Tabiques estructurales acoplados. Identificación de los mecanismos de resistencia y de disipación de energía. Diseño de los componentes.
- Combinación de sistemas estructurales. Naturaleza de la interacción. Modelación y análisis estructural. Importancia de la compatibilidad cinemática.
- Análisis plástico de estructuras de hormigón y acero. Principales suposiciones. Mecanismos de colapso estático para estructuras típicas de hormigón y acero. Diferentes modelos de comportamiento de material. El análisis plástico incremental: fundamentos e importancia.
- Verificación de los requerimientos de ductilidad. Diferentes niveles de ductilidad. Demanda vs. Suministro. Ductilidad global vs. Ductilidad local. Mecanismo de colapso estático. Rol del proyectista de estructuras.

○ *DINÁMICA DE SUELOS Y FUNDACIONES*

Objetivos:

El objetivo del curso es actualizar y profundizar el conocimiento de la dinámica de suelos en relación con los terremotos y la sismicidad local. Además, profundiza la temática del cálculo de las estructuras de fundación bajo acciones sísmicas y la interacción suelo-estructura.

Contenidos Mínimos:

- La dinámica de suelos vía aplicación a problemas de ingeniería. Teoría básica de propagación de ondas. Comportamiento de suelo sometido a cargas cíclicas:
- Módulo de deformación y amortiguamiento interno. Métodos para determinar propiedades del suelo.
- Densificación por sismos. Efecto del agua: licuación total y parcial. Ensayos de laboratorio y de



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

terreno para evaluar el potencial de licuación. Métodos analíticos y empíricos. Análisis sísmico de residuos mineros.

- Interacción dinámica suelo-estructura. Modelación para fundaciones superficiales y profundas. Efecto de la interacción en la respuesta dinámica de la estructura. Deformaciones permanentes por carga cíclica y su aplicación a fundaciones.

- Estructuras de contención y estructuras enterradas.

- Actualización de conceptos del diseño sismorresistente de fundaciones superficiales, semi-superficiales y profundas, estructuras de fundación sujetas a empujes y/o acciones laterales, aislamiento de vibraciones, aislación sísmica, aislamiento combinado. Ensayos de campo y laboratorio y resultados experimentales.

○ *PATOLOGÍA ESTRUCTURAL*

Objetivos:

Conocer y analizar aspectos actuales de la tecnología en las estructuras respecto al proyecto, a la estimación de vida útil, inspección de estructuras, diagnóstico, sistemas de protección superficial, técnicas y materiales de reparación y rehabilitación en hormigón armado y mampostería.

Contenidos Mínimos:

- Evaluación de desempeño: Metodología de evaluación de desempeño e inspección de la edificación. Incidencias de las manifestaciones patológicas. Reglamentaciones y su aplicación en el proyecto, ejecución y mantenimiento de la edificación. Desempeño de la estructura a lo largo de su vida útil, reglamentaciones y el papel de la inspección de la estructura. Ensayos e informes sobre patologías.

- Causas y diagnóstico en estructuras de hormigón armado: Mecanismos de deterioro y manifestaciones patológicas en estructuras de hormigón: corrosión de armaduras, expansión,



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



lixiviación, fisuración, variación de humedad, retracción por secado, condensación de vapor, empañamiento. Fallas constructivas; por curado y desencofrantes, por acción de la temperatura. Efectos de cargas: fisuras, módulo de elasticidad, relajación y fluencia. Inspección y ensayo de la estructura. Ensayos destructivos y no destructivos.

- Patología en estructuras de mampostería: Problemas de patología en mampostería debido a causas físicas, químicas y mecánicas. Importancia del ambiente en los problemas derivados.
- Patología en revestimientos, instalaciones y servicios: Problemas generados por instalaciones sanitarias. Problemas generados por instalaciones eléctricas. Problemas generados por instalaciones de gas. Problemas generados por los desagües pluviales y cloacales. Análisis de casos y de especificaciones.
- Patología de suelos y fundaciones: Importancia del suelo en la vida útil de las construcciones. Exploración y ensayos. Diagnóstico. Medidas preventivas y paliativas por problemas de suelos.

○ **PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS ANTE TERREMOTOS**

Objetivos:

- Desarrollar técnicas de análisis y diseño de sistemas de aislamiento sísmico y disipadores de energía.
- Modelar, analizar y diseñar estructuras con distintos sistemas de reducción de vibraciones.

Contenidos Mínimos:

- Análisis dinámico de estructuras con sistemas de protección. Formulación y solución de ecuaciones de movimiento de sistemas con no-linealidad de material. Linealización armónica. Principios de funcionamiento de sistemas de protección: aislamiento de base y disipación de energía. Ejemplos sobre aplicaciones con sistemas innovativos, resultados.
- Diseño de estructuras con aislamiento de base. Aisladores de goma: Características de las gomas. Análisis y diseño: aisladores de goma natural. Aisladores de goma de alto



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

amortiguamiento. Aisladores de goma con núcleo de plomo. Torsión en sistemas con aislamiento de goma. Ecuación de Transmisibilidad. Aisladores friccionales: péndulo friccional. Características de sus materiales. Coeficiente de fricción. Diseño de sistemas aislados con péndulo friccional. Torsión en sistemas con aislamiento de péndulo friccional. Sistemas de aislamiento conformados por resortes helicoidales de acero. Códigos de diseño para sistemas con aislamiento. Análisis económico de los sistemas de protección sísmica.

- Diseño de estructuras con sistemas adicionales de disipación de energía. Análisis y diseño de disipadores de fluencia, fricción, extrusión de plomo, viscos elásticos, viscosos, materiales con memoria de forma y de pandeo restringido. Discusión de aspectos normativos.
- Diseño de amortiguadores dinámicos. Amortiguadores de masa sintonizada. Amortiguadores múltiples y control de la respuesta de sistemas de múltiples modos.
- Control activo de vibraciones. Visión general del control activo. Diseño de algoritmos de control basados en “control óptimo” y “control predictivo”. Estabilidad y eficiencia.

○ *MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS (I)*

Objetivos:

Este curso tiene por objetivo adquirir una formación en mecánica de estructuras y sólidos mediante el método de los elementos finitos.

Contenidos Mínimos:

- Formulación de problemas de mecánica del continuo y estructuras. Problemas de valores de contorno.
- Noción de métodos numéricos y discretización. Técnicas numéricas para solución de problemas de valores de contorno.
- Método de los elementos finitos.
- Funciones de forma.



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

- Problemas de elasticidad en 2 y 3 dimensiones.
- Vigas y placas.
- Utilización de programas CAD-CAE.

○ **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Objetivos:

- Comprender los paradigmas del desarrollo tecnológico contemporáneo en relación con la complejidad multidisciplinaria.
- Comprender las etapas del proceso de investigación.
- Conocer los diversos diseños de protocolos de investigación.
- Analizar la eficacia instrumental de los métodos y técnicas específicas de investigación.
- Aplicar los principios epistemológicos en los proyectos de investigación y desarrollo.

Contenidos Mínimos:

- La ciencia y el método: fundamentos, operaciones básicas preliminares.
- Métodos cualitativos. Fundamentos. Las técnicas
- Investigación-acción: Fundamentos. Las corrientes. El proceso de i-a. Distinciones.
- Taller de tesis: El problema a investigar: La hipótesis. Las variables y su operacionalización. Elección de las técnicas. Determinación de la muestra. Muestreo teórico. El proceso de investigación: ordenamiento y tratamiento de datos. La organización y la redacción del trabajo final/tesis.

Espacios Curriculares Optativos

○ **RIESGO Y AMBIENTE CONSTRUIDO ANTE AMBIENTES CATASTRÓFICOS**

Objetivos:

Analizar el comportamiento de construcciones ubicadas en ámbitos urbanos y sujetas a eventos



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

catastróficos excepcionales. Definir herramientas para predecir la respuesta de las construcciones afectadas por eventos simultáneos a niveles de seguridad aceptables.

Contenidos Mínimos:

- Catástrofes de origen natural. Catástrofes de origen antrópico. Marcos locales, nacionales e internacionales. Rol de las redes. Efectos de la catástrofe e importancia de la comunicación.
- Resistencia al fuego. Normativas. Simulación del comportamiento de los materiales. Análisis global y local por efecto del fuego. Evaluación de daños por fuego. Problema del fuego después de terremotos.
- Resistencia a movimientos sísmicos. Efecto de los terremotos y mitigación del riesgo sísmico. Medidas fundamentales. Conciencia sísmica. La construcción sismorresistente. La autoprotección. Seguro de terremotos. Evaluación de la vulnerabilidad estructural y no estructural. Métodos de evaluación de la vulnerabilidad. Influencia y tipología sobre la respuesta estructural. Planificación y uso del suelo. Técnicas y tecnologías innovadoras para edificios nuevos y existentes en áreas sísmicas. Medidas de mitigación frente al riesgo sísmico en hábitat urbano.
- Resistencia a impactos y explosiones. Cuantificación de acciones por eventos extremos. Vulnerabilidad del colapso progresivo debido a daño localizado por impacto. Sistemas de protección y metodología de diseño para resistir impacto. Simulación numérica y ensayo
- Aseguramiento de riesgos para escenarios catastróficos en hábitat urbano. Metodología de evaluación. Importancia de la planificación en la evaluación de riesgos. Pérdidas económicas y costos sociales indirectos.

○ **MECÁNICA DEL CONTINUO Y MODELOS CONSTITUTIVOS**

Objetivos:

Profundizar los conocimientos de la Mecánica del continuo y los conceptos de ecuaciones constitutivas orientados fundamentalmente al campo de aplicación específico, como la



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

elasticidad, plasticidad, con especial énfasis en los aspectos comunes a estas disciplinas, como: movimientos, deformaciones, velocidades, aceleraciones, tensiones, ecuaciones de conservación y ecuaciones constitutivas.

Contenidos Mínimos:

- Vectores y tensores: Adición de vectores. Componentes escalares y vectoriales. Notación indicial. Producto escalar y vectorial. Cambio de base ortonormal. Tensores como funciones vectoriales lineales. Tensor cartesiano rectangular. Componentes. Diádicas. Propiedades de los tensores. Cálculo vectorial y tensorial. Diferenciación, gradiente, divergencia y rotor.
- Tensión: El medio continuo. Hipótesis fundamentales. Fuerzas de Cuerpo y de Superficie. Vector Tracción o Tensión. Componentes del Tensor de Tensiones. Tensiones Principales. Invariantes. Tensores de Tensión Esférico y Deviatorico. Círculos de Mohr. Tensión Plana.
- Deformación y deformación específica: Pequeñas deformaciones y rotaciones en dos dimensiones. Pequeñas deformaciones y rotaciones en tres dimensiones. Cinemática del medio continuo. Tensor tasa de deformación específica. Tensor de Spin. Incremento natural de deformación específica. Deformaciones y deformaciones específicas finitas. Formulaciones Euleriana y Lagrangeana. Medidas geométricas de deformación específica. Gradiente de deformación específica relativa. Tensores de rotación y estiramiento.
- Principios Generales: Introducción. Transformaciones Integrales. Flujo. Conservación de Masa. Ecuación de Continuidad. Principios de Conservación de Momentum. Ecuaciones de Equilibrio y Movimiento. Balance de Energía. Primera ley de la Termodinámica. Ecuación de Energía. Principio de los Desplazamientos Virtuales. Entropía y segunda ley de la Termodinámica: Desigualdad de Clausius-Duhem.
- Ecuaciones Constitutivas: Introducción. Materiales Ideales. Clasificación general de los modelos constitutivos. Elasticidad clásica. Ley de Hooke generalizada. Isotropía. Hiperelasticidad. Función de energía de deformación específica o potencial elástico. Simetría Elástica.



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

- Teoría Linealizada de la Elasticidad: Ecuaciones de Campo. Elasticidad Plana en Coordenadas Rectangulares. Componentes en Coordenadas Cilíndricas. Elasticidad Plana en Coordenadas Polares. Elasticidad Tridimensional.
- Plasticidad: Deformaciones plásticas. Teoría incremental de la plasticidad. Superficie de fluencia y superficie de carga plástica. Condiciones de carga/descarga. Regla de flujo plástico. Postulados de estabilidad de Drucker. Métodos analíticos y numéricos para solución de problemas elastoplásticos. Aplicaciones. Teoremas fundamentales. Variables generalizadas.
- Otros modelos constitutivos: Viscoelasticidad, Viscoplasticidad, Daño. Métodos numéricos de solución. Aplicaciones. Introducción a la mecánica del daño continuo.

- *CÁLCULO NUMÉRICO Y TÉCNICAS DE DISCRETIZACIÓN*

Objetivos:

Comprender los fundamentos y la implementación computacional de métodos numéricos para la solución aproximada de modelos matemáticos que incluyen ecuaciones diferenciales o integrales en su formulación.

Contenidos Mínimos:

- Interpolación y aproximación polinomial: Aproximación de funciones discretas y continuas. Residuo de la aproximación. Interpolación como condición fuerte del residuo, usando como base polinomios de Lagrange, de Newton, de Legendre, de Chebyshev, splines cúbicos. Método de mínimos cuadrados como condición débil del residuo. Demostración de los errores de interpolación. Algoritmos. Solución y análisis de modelos de interés.
- Derivación numérica: Derivación numérica a partir de interpolación y a partir de desarrollos en serie de Taylor. Demostración de los errores. Operadores. Aplicación a ecuaciones diferenciales en problemas con condiciones de borde y de tipo Sturm-Liouville. Solución de la ecuación de Poisson en dos dimensiones. Tratamiento de condiciones de borde con operadores simétricos y



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO

PABLO A. HUEL

JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

asimétricos. Análisis del tipo de problema numérico que se obtiene. Algoritmo. Solución y análisis de modelos de interés.

- Integración numérica: Determinación de los métodos de integración numérica de Newton Cotes a partir de interpolación. Extrapolación de Richardson. Integración de Romberg.

- Integrales dobles. Determinación de los métodos de Gauss-Legendre a partir de polinomios de Legendre. Demostración y análisis de los errores de los distintos métodos. Algoritmos. Verificación de Ortogonalidad de funciones. Solución y análisis de modelos de interés.

- Solución numérica de problemas de valores propios: Métodos de la Potencia y Potencia Inversa, con y sin escalamiento. Técnicas de Deflación. El cociente de Rayleigh. Propiedades de ortogonalidad. Solución numérica del problema de valores y vectores propios generalizado. Algoritmos. Solución y análisis de modelos de interés.

- Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias con Valores Iniciales: Reducción de sistemas de orden superior a sistemas ampliados de primer orden. Demostración de errores de truncamiento de los Métodos de Euler, Runge-Kutta y Predictor Corrector. Métodos de Adams-Bashforth-Moulton. Métodos implícitos y explícitos. Métodos de Diferencia Central, de Newmark, de Wilson y de Hilbert-Hughes-Taylor. Análisis de la estabilidad de la solución. Demostración de intervalos críticos de integración. Solución y análisis de modelos de interés.

- Técnicas de discretización. Introducción al método de elementos finitos: Formulaciones diferenciales e integrales. Método de residuos ponderados. Método de Galerkin. Método de Ritz. Tratamiento de las condiciones de bordes esenciales y naturales. Definición de los espacios de funciones, sus exigencias de continuidad, integrabilidad y completitud. Vinculación con espacios de Sobolev, Banach y Hilbert. Análisis de convergencia. Errores. Planteo del Método de elementos finitos para ecuaciones diferenciales elípticas, hiperbólicas y parabólicas en 1D. Funciones de soporte local. Formulación de elementos simples.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO

PABLO A. HUEL

JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

- *REGLAMENTOS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE PARA HORMIGÓN, MAMPOSTERÍA, ACERO Y MADERA*

Objetivos:

- Analizar el diseño de estructuras sometidas a la acción sísmica para diferentes materiales: hormigón armado, hormigón pretensado, hormigón postensado, mampostería, acero y aplicaciones del plástico, sus modelos de análisis y la problemática de la construcción.
- Actualizar el conocimiento respecto a la aplicación de normas y códigos en el diseño sismorresistente.

Contenidos Mínimos:

- Objetivos del diseño sismorresistente. Nuevas tendencias. Análisis estructural: determinación de solicitaciones en los componentes estructurales. El modelo de análisis.
- Sistemas estructurales a base de muros. Absorción y disipación de energía en construcciones de mampostería. Respuestas sísmicas observadas. Causa y efecto sobre las construcciones de mampostería. Modelos de esquemas estructurales.
- Funcionamiento estructural de tabiques y pórticos. Ductilidad. Detalles constructivos. Dimensionamiento. Disposiciones reglamentarias.
- Estructuras complejas. Tabiques y pórticos. Pórticos y mampostería. Triangulaciones. Megaestructuras.
- Estructuras pretensadas. Componentes pretensados en construcciones sismorresistentes. Piezas pretensadas en la estructura sismorresistente principal. Limitaciones y precauciones.
- Diafragmas (losas). Colectores y conectores. Estudio de solicitaciones por acciones sísmicas.
- Pórticos y triangulaciones metálicas. Funcionamiento estructural. Ductilidad. Detalles constructivos. Dimensionamiento. Disposiciones reglamentarias.
- Pórticos, triangulaciones y paneles de madera. Funcionamiento estructural. Ductilidad. Detalles constructivos. Dimensionamiento. Disposiciones reglamentarias.



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

- Diafragmas de metal y de madera. Construcciones con diafragmas deformables. Detalles constructivos. Dimensionamiento.
- Construcciones de metal, madera y mampostería. Diseño del conjunto estructural. Limitaciones reglamentarias. Detalles.

- **ESTRUCTURA INTERNA Y DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES**

Objetivos:

El curso se orienta a la comprensión del hormigón a partir del análisis de su estructura interna, al desarrollo de los conceptos de reología del hormigón fresco y de porosidad del hormigón endurecido y su influencia en las propiedades tecnológicas. Asimismo, busca conocer el proporcionamiento científico de los materiales constituyentes del hormigón y su control, siguiendo bases científicas.

Contenidos Mínimos:

- Macro y microcomposición de hormigones.
- Reología de pastas, morteros y hormigones frescos. Los modelos de Murdock para consistencia del hormigón fresco.
- La hidratación de la pasta de cemento Portland. El modelo de Powers: previsión del comportamiento del hormigón endurecido.
- Evolución de los métodos de dosificación en el mundo. Dosificación de hormigones para fines de investigación experimental y para obra.
- Propiedades del hormigón endurecido. Control de hormigones. Estimadores y sus curvas de eficiencia.



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado



○ *PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DE VIVIENDAS EN ZONA SÍSMICA*

Objetivos:

Los objetivos de este curso son conocer el estado actual de la vivienda en Argentina y, particularmente, el estado del arte en las técnicas constructivas para el caso de acciones naturales destructivas como son los terremotos y otras acciones.

Discutir aspectos actuales de la patología de las viviendas en lo que respecta al diagnóstico, inspección y ensayos de estructuras, técnicas y materiales de reparación y refuerzo frente a medios agresivos durante su vida útil.

Contenidos Mínimos:

- Importancia de la calidad en la construcción de viviendas. Criterios de valoración de la vida útil. Normalización y especificaciones.
- Diagnóstico y detección de problemas en hormigón armado. Síntomas, mecanismos, causas y consecuencias de los mismos. Corrosión de armaduras.
- Problemas de patología por diseño y construcción debido a acciones naturales. Patología en fundaciones y mamposterías. Análisis de casos de estudio, redacción de informes de prediagnóstico y diagnóstico de viviendas.
- Patología de las instalaciones en viviendas: sanitarias, eléctricas, de gas, de desagües pluviales y cloacales. Análisis de casos y especificaciones.
- Reparación y refuerzo de viviendas: materiales para reparación y refuerzo. Materiales para protección y mantenimiento de superficies. Reparaciones superficiales. Refuerzo en estructuras. Evaluación de costos. Aplicación de normativa.

○ *MÉTODOS DE ELEMENTOS FINITOS PARA ANÁLISIS NO LINEAL (II)*

Objetivos:

Este curso tiene como objetivo el de proporcionar una formación avanzada en el uso del método



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

de los Elementos Finitos en problemas dinámicos y no lineales. Para ello se aplicará el método a problemas de dinámica estructural, ya sea en caracterización dinámica (vibración libre) como análisis de respuesta frente a excitaciones. También se aplicará esta técnica numérica al modelo de problemas con no linealidades ya sea materiales o geométricas.

Contenidos Mínimos:

- Aplicación del MEF a problemas de dinámica estructural. Matrices de rigidez, masa y amortiguamiento.
- Problemas de vibración libre. Resolución de problemas de autovalores.
- Problemas de respuesta dinámica. Métodos de superposición modal y de integración paso a paso. Algoritmos de integración.
- Problemas no lineales. Fuentes de no linealidad.
- No linealidades de origen material. Problemas de plasticidad.
- Algoritmos para resolución de problemas no lineales.
- Respuesta dinámica no lineal

○ **DESARROLLO Y SUSTENTABILIDAD EN EL AMBIENTE CONSTRUIDO**

Objetivos:

El curso tiene como objetivo brindar una base amplia del paradigma del desarrollo sostenible, incluyendo la problemática antropológica y ética subyacente a los problemas del desarrollo, reconociendo la importancia que tienen los principios procedimentales y hermenéuticos para la toma de decisiones vinculadas al desarrollo sostenible y abordando desde esta óptica el problema de la sostenibilidad urbana. Se incluirán indicadores de sostenibilidad que permitan una revisión de nuevos enfoques del planeamiento, diseño y gestión de ciudades.

Contenidos Mínimos:

- Desarrollo y sustentabilidad. Perspectiva histórica, hitos actuales. Supuestos antropológicos del



Ministerio de Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

REGISTRADO

PABLO A. HUEL

JEFE DE DEPARTAMENTO - APOYO AL CONSEJO SUPERIOR

desarrollo sostenible (o sustentable): el hombre como ser de necesidades. La mediación del trabajo. Consecuencias antropológicas y medioambientales del trabajo alienado.

- Desarrollo sostenible y determinación social y cultural de las necesidades. Una revisión de la teoría de las necesidades. Aspectos antropológicos, éticos y políticos. Límites medioambientales y antropológicos del desarrollo. Desarrollo y generaciones futuras: soluciones técnicas y necesidad de resolución ética. Diferentes interpretaciones teóricas. Aplicación a principios procedimentales para la toma de decisiones.

- Consecuencias ambientales del sistema económico global: Crecimiento vs. Desarrollo. Sustentabilidad energética del sistema económico global. Predicciones y escenarios a futuro. Indicadores de sustentabilidad: población, urbanización, crecimiento, consumo de recursos, emisión de residuos, pobreza y pérdida de biodiversidad. El paradigma sustentable: equidad social, eficiencia económica y preservación ambiental.

- Escenario a futuro: Globalización o regionalización. Acciones globales hacia la sustentabilidad: el informe Bruntlant, Río 92, Agenda 21, Kyoto, Sendai.

- Desarrollo y sustentabilidad desde la perspectiva de los países en vías de desarrollo. El rol de la tecnología y el incremento de la eficiencia.

- Desarrollo sostenible y ambiente urbano. Los sistemas urbanos y la sustentabilidad. Metabolismo urbano: extracción de recursos (inputs), flujos (throughputs) y emisiones (outputs)

- Problemática ambiental urbana: consumo de recursos y generación de residuos. El consumo de energía en los sistemas urbanos: sector edilicio y sector transporte.

- Los indicadores de la sostenibilidad. MIPD (material inputs per unit of service). Las huellas ecológicas de las ciudades. Agenda global para el desarrollo urbano sostenible. Políticas, planificación y normas. Estudio de casos.

- Estándares de calidad urbana en el planeamiento. Calidad de vida urbana. Microclima y bienestar urbano. Ejemplos de casos.



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

○ CONSERVACIÓN DE EDIFICIOS ANTIGUOS Y MONUMENTOS

Objetivos:

Identificar, describir y justificar la historia de conservación y restauración, la metodología general para análisis estructural y restauración.

Proponer sistemas para la evaluación in situ de las propiedades mecánicas y el estado de sistemas de conservación y monitoreo. Describir y utilizar métodos de análisis estructural estáticos y dinámicos.

Identificar y proponer las técnicas y materiales más apropiados para reparar/reforzar estructuras.

Identificar los aspectos más relevantes para la identificación y conservación de materiales del patrimonio no estructural y monumentos.

Contenidos Mínimos:

- Conceptos generales relacionados con el patrimonio cultural. Tecnologías de construcción y componentes estructurales (mampostería y tierra, madera, metales y hormigón y materiales modernos).
- Tipologías estructurales. Reglas antiguas y enfoques de diseño clásico. Análisis de límites (método estático y cinemático). Daños y mecanismos de colapso en estructuras históricas (gravidad y asentamientos del suelo, acciones ambientales y antropogénicas, terremotos).
- Historia de conservación y restauración. Criterios modernos de conservación. Proceso de toma de decisiones en intervenciones. Estudio de casos. Normativa nacional e internacional.
- Monitoreo de estructuras, ensayos destructivos y no destructivos. Compatibilidad de materiales para rehabilitación estructural y reparación de materiales.

ORDENANZA N° 1810

ANEXO II

RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS ACADÉMICOS
ENTRE LA ORDENANZA N° 1371 Y LA ORDENANZA N° 1810 CORRESPONDIENTE A LA
CARRERA DE MAestrÍA EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

| CURSOS ORDENANZA N° 1371 | CURSOS ORDENANZA N° 1810 |
|---|---|
| Ingeniería Sismológica (Sismicidad) | Ingeniería Sismológica (Sismicidad) |
| Dinámica Estructural | Dinámica Estructural |
| Diseño y respuesta estructural | Diseño y respuesta estructural |
| Dinámica de suelos y fundaciones | Dinámica de suelos y fundaciones |
| Patología estructural | Patología estructural |
| Protección de estructuras | Protección de estructuras ante terremotos |
| Método de los elementos finitos (I) | Método de los elementos finitos (I) |
| Metodología de la Investigación | Metodología de la Investigación |
| Diseño de experimentos | Sin equivalencia |
| Riesgo y ambiente construido ante ambientes catastróficos | Riesgo y ambiente construido ante ambientes catastróficos |
| Mecánica del continuo y modelos constitutivos | Mecánica del continuo y modelos constitutivos |
| Cálculo numérico y técnicas de discretización | Cálculo numérico y técnicas de discretización |
| Taller de diseño sismorresistente | Reglamentos de diseño sismorresistente para hormigón, mampostería, acero y madera |
| Estructura interna y dosificación de hormigones | Estructura interna y dosificación de hormigones |
| Patología y terapéutica de viviendas | Patología y terapéutica de viviendas en zona sísmica |



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 |

| | |
|---|---|
| Métodos de elementos finitos para análisis no lineal (II) | Métodos de elementos finitos para análisis no lineal (II) |
| Desarrollo y Sustentabilidad en el ambiente construido | Desarrollo y Sustentabilidad en el ambiente construido |
| Confiabilidad | Sin equivalencia |
| Sin equivalencia | Conservación de edificios antiguos y monumentos |
