



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## APRUEBA CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

Buenos Aires, 4 de septiembre de 2014

VISTO la presentación de la Facultad Regional Mendoza través de la cual solicita la aprobación y autorización de implementación de los cursos "Patología Estructural" e "Ingeniería Sismológica" como curso del Doctorado en Ingeniería, mención Civil-Ambiental, y

### CONSIDERANDO:

Que los cursos propuestos responden a la necesidad de garantizar niveles de actualización permanente en la propuesta de formación correspondiente a las carreras de Doctorado en Ingeniería, mención Civil-Ambiental.

Que los Cursos propuestos responden a la necesidad de brindar a docentes, investigadores y graduados de la Universidad conocimientos científicos actualizados para el Doctorado en Ingeniería, mención Civil-Ambiental.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, 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,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el currículo de los Cursos de Actualización de Posgrado “Patología Estructural” e “Ingeniería Sismológica”, correspondientes al Doctorado en Ingeniería, mención Civil-Ambiental que figura en el Anexo I y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Autorizar el dictado de los mencionados Cursos en la Facultad Regional Mendoza con el cuerpo docente que figura en el Anexo II y es parte integrante de la presente Ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

Q

ORDENANZA Nº 1451

Ing. HÉCTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR

A.U.S. RICARDO F. O. SALLER  
Secretario del Consejo Superior



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA Nº 1451

ANEXO I

## CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO

### I. PATOLOGIA ESTRUCTURAL

#### 1. FUNDAMENTACIÓN

La industria de la construcción civil juega un rol de gran relieve como proveedor de estructuras durables, confiables, funcionales, preservando la calidad ambiental, utilizando racionalmente la energía y los materiales, reduciendo la producción de residuos, promoviendo el reciclado de los materiales, generando redes eficientes de transporte.

Se puede conceptualizar el recorte de ingeniería civil y ambiental como compuesto por tres áreas principales, aunque existen lógicos solapamientos entre ellas: ambiente construido, atmósfera y energía y ambiente acuático.

El área del ambiente construido incluye la construcción sustentable, el análisis del ciclo de vida, los edificios “verdes” y las estrategias de ecodiseño, la ingeniería estructural, sísmica y sismológica, etc. y una temática muy importante es la correspondiente a las construcciones existentes. Desde el punto de vista de la sismorresistencia el desafío es mantener en forma segura una construcción que fue ejecutada con códigos hoy obsoletos a la luz de nuevos conocimientos, investigaciones y enseñanzas de los últimos terremotos.

La ingeniería sísmica engloba esfuerzos multidisciplinarios de varias ramas de la ciencia, actividades técnicas, prácticas de la arquitectura, así como temáticas no técnicas, con el objeto de reducir la potencial peligrosidad sísmica y controlar además el riesgo sísmico no solo de construcciones individuales, sino también del ambiente donde éstas se encuentran,



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

a niveles socio-económicos aceptables. Inicialmente, en la década del 70, el objetivo de la ingeniería sísmica era que las construcciones fueran seguras respecto a los terremotos, evitando pérdidas de vidas (se planteaba un solo nivel de diseño sísmico). Este objetivo fue también reflejado en los códigos de diseño hasta la década del 90.

Pero también desde 1960 algunos expertos plantearon la necesidad de considerar diferentes niveles de peligrosidad (y de diseño sísmico), y del costo de reparación de construcciones existentes.

Así, hospitales, estaciones de policía y bomberos, centros de comunicación, puentes en principales autopistas, deben ser diseñados para alcanzar un nivel de desempeño significativamente más elevado que en el caso de las construcciones comunes. La infraestructura se está degradando a grandes pasos por efecto del medio ambiente, por diseño equivocado y detalles insuficientes, por problemas de supervisión ineficaz durante su construcción, por ausencia de mantenimiento y por la edad (FEMA).

En Estados Unidos, más del 30% de la inversión total en construcción civil se destina a obras de rehabilitación, tarea que requiere un conocimiento profundo del comportamiento de los materiales, y de los sistemas y procedimientos de ejecución. La patología puede definirse como la parte de la ingeniería que estudia los síntomas, los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles y la terapéutica es el estudio de la corrección y la solución de estos problemas patológicos. Para que las medidas terapéuticas tengan éxito, es necesario que el estudio de la patología, es decir el diagnóstico del problema, haya sido bien definido. En este aspecto, la formación de recursos humanos en el área de la patología de la construcción es incipiente, ya que es una actividad no normalizada y donde el arte de reparar o rehabilitar un daño se ha venido realizando por usos y

A small, handwritten mark or signature in the bottom left corner of the page.



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*



costumbres, con resultados disímiles y desde el punto de vista académico no se encuentran incluidos en los planes de estudio de grado.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El envejecimiento de las construcciones es natural y como tal el comportamiento de las mismas en el tiempo debe ser conocido y evaluado. Los cambios en los materiales impactan en la durabilidad de los elementos constructivos, por lo tanto es importante conocer no sólo la fecha de construcción, sino tener idea de los materiales de la época de construcción y las técnicas habituales de colocación, para comprender el estado de la estructura. A nivel mundial la problemática de patología prevalente es la corrosión de armaduras en estructuras de hormigón y luego las patologías asociadas a la calidad de los materiales, a la presencia de compuestos químicos agresivos y a la ausencia de control durante la colocación del hormigón. Las condiciones ambientales en los últimos treinta años están impactando en la durabilidad de la construcción (carbonatación, acidificación, etc) también.

Si bien las nuevas reglamentaciones incorporan específicamente la vida útil del material, es importante compatibilizar los viejos materiales con los nuevos materiales, sin problemas posteriores. Además, en la formación de grado de ingeniería civil estas temáticas no son desarrolladas.

El nuevo Reglamento Argentino de Construcciones Sismorresistentes, parte I Construcciones en general (2013) incorpora la temática de las construcciones existentes en función del porcentaje de obra a reparar y el costo de la misma. También le asigna un rol importante al usuario o dueño al pautar los niveles de seguridad a alcanzar con la puesta en valor.

Lo antes expuesto justifica la necesidad de formar recursos humanos en el conocimiento de los problemas de patologías, así como en los procedimientos de análisis y diseño de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



construcciones que se rehabilitan para mejorar su comportamiento.

### 3. OBJETIVOS

- Comprender la relación entre la vida útil de las construcciones y la calidad de la construcción.
- Comprender los alcances de los ensayos en problemas de patología.
- Diagnosticar correctamente los síntomas en la construcción, mecanismos, causas y consecuencias de las patologías de estructuras más comunes.
- Adquirir criterios para la reparación y rehabilitación de estructuras.

### 4. CONTENIDOS

*Unidad temática 1: 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.*

*Unidad temática 2: Causas y diagnóstico en estructuras de hormigón armado: Mecanismos de deterioro y manifestaciones patológicas en estructuras de hormigón: corrosión de armaduras, expansión, 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.*

*Unidad temática 3: Patología en estructuras de mampostería: Problemas de patología en mampostería debido a causas físicas, químicas y mecánicas. Importancia del ambiente en*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



los problemas derivados.

*Unidad temática 4: 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.

*Unidad temática 5: 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.

*Unidad temática 6: Reparación y rehabilitación de estructuras:* Recuperación del desempeño de las estructuras y medidas correctivas. Materiales utilizados para la reparación y rehabilitación. Ensayos y alcances de uso. Procedimientos de preparación del sustrato. Reparación de fisuras. Reparación de estructuras con problemas de corrosión de armaduras. Responsabilidad, conducta ética y profesional del inspector de estructuras.

## 5. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

## 6. METODOLOGÍA

Las clases serán teórico prácticas, y se desarrollarán las siguientes acciones: Exposición y discusión de fundamentos teóricos; elaboración de mapas conceptuales; discusión de documentos; análisis de requerimientos normativos; aplicaciones conceptuales a casos de estudio.

## 7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además de cumplir con el 80% de la asistencia, la



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ejecución de los trabajos prácticos, la aprobación de un examen final escrito e individual.

## II. INGENIERÍA SISMOLÓGICA

### 1. FUNDAMENTACIÓN

Los problemas ambientales que se enfrentan en la actualidad presentan características con ciertas similitudes. La variedad de categorías ambientales afectadas, la complejidad de los mecanismos que describen los impactos que producen, la cantidad de sistemas relacionados, lo impredecible de sus efectos y el plazo en el que se manifiestan están demandando el desarrollo de capacidades para dar soluciones desde un ámbito multidisciplinar. Los nuevos desarrollos industriales y de infraestructura se deben planificar y ejecutar cuidadosamente, teniendo como criterios clave la preservación del ambiente y de la calidad de vida. Se requieren nuevas tecnologías, procesos y materiales que permitan separar el camino del desarrollo seguido por los países industrializados, de las consecuencias ambientales que hoy están a la vista.

Resulta evidente, a la luz de los avances científicos y de los efectos observables, que para lograr un acercamiento a las condiciones de desarrollo sustentable, es necesario ir más allá de las tecnologías para lograr una obra terminada: las nuevas infraestructuras deberán concebirse desde las primeras fases del proyecto de modo de evitar la contaminación y asegurar su durabilidad de tal manera de garantizar la inversión realizada por el país o bien por los emprendimiento privados. Si bien las ciudades, como centros de concentración de la actividad antrópica, requieren especial atención en este marco, otras grandes obras civiles deben seguir los mismos principios: diques, centrales eléctricas, vías de transporte y comunicación, polos industriales, son algunos ejemplos.



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

La industria de la construcción civil juega un rol de gran relieve como proveedor de estructuras durables, confiables, funcionales, preservando la calidad ambiental, utilizando racionalmente la energía y los materiales, reduciendo la producción de residuos, promoviendo el reciclado de los materiales, generando redes eficientes de transporte.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Se puede conceptualizar el recorte de ingeniería civil y ambiental como compuesto por tres áreas principales, aunque existen lógicos solapamientos entre ellas:

- ambiente construido,
- atmósfera y energía
- ambiente acuático.

El área del ambiente construido incluye la construcción sustentable, el análisis del ciclo de vida, los edificios "verdes" y las estrategias de ecodiseño, la ingeniería estructural, sísmica y sismológica, etc. El área atmósfera y energía involucra la climatología, las energías renovables, la calidad del aire, solapándose con la anterior en las estrategias de ecodiseño, construcción sustentable, edificios verdes, la acústica y la contaminación sonora. El área de ambiente acuático involucra la fluidodinámica aplicada, los recursos hídricos, la calidad del agua, los sistemas sanitarios (que se solapa con la primera). Dentro de este contexto la ingeniería sismológica como un insumo esencial de la ingeniería sísmica juega un rol relevante en el diseño y la durabilidad de las obras. Estos aspectos se desarrollan en el presente curso.

## **3. OBJETIVOS**

- Conocer una base amplia de la sismicidad local y regional que incluya los aspectos

A handwritten mark or signature, possibly a stylized letter 'R' or a similar symbol, located at the bottom left of the page.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



instrumentales y documentales

- Comprender los aspectos más avanzados de la ingeniería sísmológica relacionados con el conocimiento de las fuentes sísmicas, el movimiento del terreno y la caracterización de la demanda sísmica.
- Conocer los fundamentos en que se basan los códigos de diseño sísmico actuales para definir las acciones sísmicas de diseño.
- Desarrollar capacidades para realizar la evaluación de la demanda sísmica en un sitio con el fin de diseñar estructuras sismorresistentes sustentables.

#### 4. CONTENIDOS

*Unidad I: Nociones de Sismología:* Modelo del interior de la tierra, teoría de las placas tectónicas, formas de interacción entre placas tectónicas. Subducción, vulcanismo. Teoría del rebote viscoelástico para el origen de los terremotos. Acumulación de energía potencial y liberación de energía, hueco sísmico. Terremoto principal y réplica. Sismos interplaca e intraplaca, sismos intraplaca corticales. Sismicidad mundial y en Argentina. Tsunamis.

*Unidad II: Sismología de Campo lejano:* Diferencia entre sismología de campo lejano y sismología campo cercano en sus aplicaciones a la descripción de terremotos. Parámetros de los terremotos: tiempo de origen, latitud y longitud del epicentro, profundidad focal, distancia focal y distancia epicentral. Magnitud Richter. Magnitud basada en ondas sísmicas. Área de ruptura. Momento sísmico. Relación de Gutenberg–Richter, relaciones de recurrencia, modelos de Poisson. Ondas sísmicas, tipos de ondas, ondas de cuerpo y ondas superficiales. Propagación, refracción y reflexión. Escala de intensidad de Mercalli modificada. Otras escalas de Intensidades.



*Unidad III: Instrumentación sísmica:* Sismógrafo y acelerógrafo. Acelerogramas,



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



correcciones por instrumento y por línea de base. Características de los acelerogramas; aceleración máxima, duración total y duración de la fase principal. Intensidad de Housner, Intensidad de Arias, potencial destructivo, relación entre potencial destructivo e intensidad de Mercalli. Definición de acelerogramas destructivos. Contenido de frecuencias, espectro de amplitudes de Fourier. Relación intensidad Mercalli modificada con aceleraciones máximas. Acelerogramas vibratorios e impulsivos, pulsos de aceleración y pulsos de velocidad, procedimientos para identificar terremotos impulsivos. Pulsos sintéticos para análisis estructural. Ensayos de terreno: método de Nakamura para determinación de frecuencias naturales del suelo.

*Unidad IV: Dinámica de sistemas simples:* Oscilador de un grado de libertad, respuesta en el tiempo. Concepto de espectro de respuesta, espectros de aceleración absoluta, de velocidad relativa y de desplazamiento relativo. Espectros de pseudo-aceleración absoluta y de pseudo-velocidad relativa, representación trilogarítmica. Método de Newmark para la definición de espectros de respuesta elástica. Respuesta no lineal, ductilidad, principio de igual desplazamientos, igual energía e igual aceleración. Espectros de ductilidad constante.

*Unidad V: Sismología de Campo cercano:* Neotectónica, sismos corticales y su relación con fallas geológicas. Tipos de fallas geológicas. Características de las fallas: longitud, ancho, rumbo, buzamiento, ángulo rake, tasa de movimiento y desplazamiento sísmico. Relación longitud de ruptura con magnitud de Richter y desplazamiento sísmico máximo. Terremoto máximo capaz. Relaciones de atenuación para la aceleración, velocidad y desplazamiento máximo del suelo. Última generación de relaciones de atenuación (NGA) para espectros de respuesta. Zonas próximas a fallas activas, efecto de directividad de la ruptura, modelos de directividad.





Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



*Unidad VI: Caracterización de la Demanda Sísmica:* Peligrosidad sísmica. Enfoque determinístico y probabilístico para la evaluación de la peligrosidad sísmica. Códigos de diseño sísmico. Microzonificación sísmica. Mapas de isoaceleración y zonificación sísmica. Terremoto máximo considerado. Espectros de diseño, factores de sitio. Espectros de desplazamientos. Mapas de parámetros espectrales. Caracterización de la demanda en el tiempo, pulsos equivalentes, acelerogramas. Factores de cercanía a la fuente (falla), aplicación a las regiones de alta peligrosidad sísmica.

## 5. DURACIÓN

El curso tendrá una carga horaria de SESENTA (60) horas.

## 6. METODOLOGÍA

Las clases serán teórico prácticas, y se desarrollarán las siguientes acciones: Exposición y discusión de fundamentos teóricos; elaboración de mapas conceptuales; discusión de documentos; análisis de requerimientos normativos; aplicaciones conceptuales a casos de estudio.

## 7. EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN

Para la aprobación del curso se requerirá, además de cumplir con el 80% de la asistencia, la ejecución de los trabajos prácticos, la aprobación de un examen final escrito e individual.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 1451

ANEXO I

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE POSGRADO  
EN LA FACULTAD REGIONAL MENDOZA**

**I. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL**

- MALDONADO, Noemí Graciela

Doctora en Ingeniería, Universidad Tecnológica Nacional

Ingeniera en Construcciones, Universidad Tecnológica Nacional

- HELENE, Paulo

Doctor en Ingeniería Civil, Universidad de San Pablo, Brasil

Ingeniero Civil, Universidad de San Pablo, Brasil

**II. INGENIERÍA SISMOLÓGICA**

- FRAU, Carlos Daniel

Doctor en Ingeniería, Universidad Tecnológica Nacional

Ingeniero en Construcciones, Universidad Tecnológica Nacional

- TORNELLO, Miguel

Doctor en Ingeniería, Universidad Tecnológica Nacional

Ingeniero en Construcciones, Universidad Tecnológica Nacional

-----