



*Ministerio de Educación*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

APROBAR EN EL ÁMBITO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
LA CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL  
ORIENTADA A RECIPIENTES CONTENEDORES DE PRESIÓN, CAÑERÍAS Y  
EQUIPOS.

Buenos Aires, 10 de marzo de 2000.

VISTO la decisión de jerarquizar la educación de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, abarcando los diferentes niveles y aspirando al mayor reconocimiento nacional e internacional, y

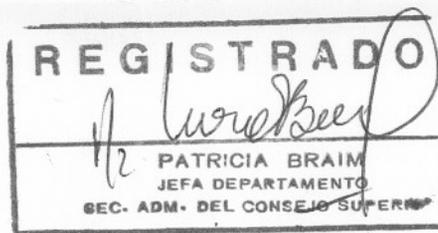
CONSIDERANDO:

Que en concordancia con tal decisión el Consejo Superior Universitario aprobó por Ordenanza N° 828 el Reglamento de la Educación de Posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional.

Que es necesario contar con profesionales sólidamente formados en las áreas de proyecto, diseño y verificación, planificación, mantenimiento e inspección y producción con competencias que faciliten el correcto funcionamiento de las plantas industriales de alta capacidad tecnológica, tales como, refinerías, petroquímicas, petroleras, compresoras, nucleares, químicas, metalúrgicas, alimenticias, generadoras de energía, entre otras.

Que en tal sentido la Universidad Tecnológica Nacional, con la colaboración de profesionales de reconocida trayectoria y prestigio en la disciplina, elaboró el diseño de la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedo-

*Asu*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

res de Presión, Cañerías y Equipos.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avaló el mencionado diseño curricular y la Comisión de Enseñanza 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 UNIVERSITARIO DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTICULO 1°.- Aprobar la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos como carrera de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional.

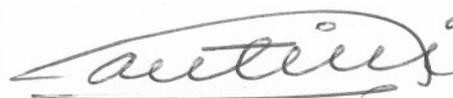
ARTICULO 2°.- Aprobar el diseño curricular de la mencionada carrera, que se agrega como Anexo I y es parte de la presente ordenanza.

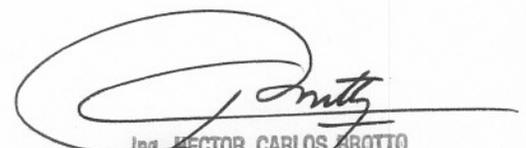
ARTICULO 3°.- Dejar establecido que su implementación en la Universidad, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior Universitario cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTICULO 4°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

*And*

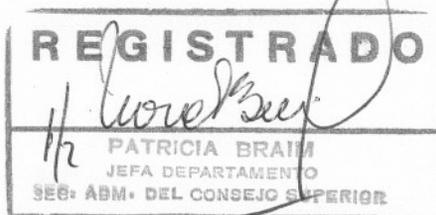
ORDENANZA N° 909

  
Ing. CARLOS E. FANTINI  
SECRETARIO GENERAL A/C

  
Ing. RECTOR CARLOS BROTTTO  
RECTOR



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



ORDENANZA N° 909

ANEXO I

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL  
ORIENTADA A RECIPIENTES CONTENEDORES DE PRESIÓN, CAÑERÍAS Y  
EQUIPOS**

**1. MARCO INSTITUCIONAL**

**1.1. Fundamentación**

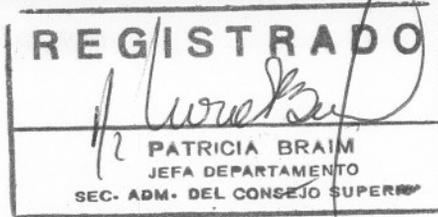
El correcto funcionamiento de las plantas industriales de alta capacidad tecnológica -tales como refinerías, petroquímicas, petroleras, compresoras, nucleares, químicas, metalúrgicas, alimenticias, generadoras de energía, entre otras- requieren de especialistas con alto grado de conocimiento y preparación en distintas áreas:

- Proyecto
- Diseño y verificación
- Planificación
- Mantenimiento e inspección
- Producción

Debido a la carencia de especialistas con la experiencia requerida, las empresas recurren a los servicios de profesionales o consultoras de servicio del exterior del país, en particular EE.UU. y Europa.



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*



Frente a esta situación y con base en la conformación de un grupo de profesionales con reconocida trayectoria y experiencia en la industria en general y en el manejo de las últimas tecnologías de análisis en particular, se crea el proyecto de la Carrera de Especialización en Ingeniería Estructural Orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos.

Los temas desarrollados en dicha carrera de especialización implican el manejo y la aplicación interrelacionados de varias disciplinas, tales como:

- Diseño
- Verificación y análisis
- Soldadura
- Integridad y vida residual
- Ensayos no destructivos y metalografía
- Técnicas especiales de medición
- Mantenimiento e inspección
- Fabricación y control

El programa propuesto plantea el dominio de competencias que permiten al egresado de la carrera trabajar con la base de un amplio conocimiento de estos temas y una ponderable capacitación en lo referente a diseño, verificación, control y evaluación de fallas en recipientes contenedores de presión.

Esto supone un estudio de las principales normativas de diseño para el dimensionamiento de recipientes contenedores de presión, cañerías, equipos y estructuras, tales como las normas americanas (ASME, API, TEMA, etc.) y



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

alemanas (DIN, AD-MERBLATTER, TRD, etc.), las principales técnicas de análisis para la verificación del diseño, análisis de vida residual y planificación de programas de inspección de equipos pertenecientes a plantas industriales, el estudio detallado de las aleaciones metálicas de los equipos de soldadura, la calificación de los procesos y el diseño y cálculo de uniones soldadas considerando las distintas normativas que regulan dicha actividad (ASME, AWS, DIN, etc.).

La inclusión de las técnicas fractomecánicas permitirá profundizar el conocimiento acerca del diseño y el estudio de la tenacidad de los metales que conforman los distintos componentes estructurales. Se prevé además considerar las distintas técnicas de ensayos no destructivo del tipo standard y los modernos métodos basados en ondas elásticas de emisión acústica, metalográficas y estructurales (análisis experimental de tensiones).

Resulta prioritario, entonces, formar recursos humanos en este área no sólo para satisfacer las demandas del mercado, cubrir las expectativas empresarias e incrementar la capacidad técnica y profesional de los ingenieros, sino también lograr la movilización de la inteligencia como forma de encontrar soluciones creativas que beneficien al país.

## 1.2 **Objetivos**

Objetivos generales:

- Formar especialistas en áreas de la Ingeniería y facilitar su inserción en la industria metal mecánica que abastece a las industrias petroleras,



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



6

petroquímicas, refinerías, compresoras de gas, agro-alimenticias, mineras, energéticas, entre otras.

- Fomentar el desarrollo de docentes e investigadores de primer nivel en el tema.
- Fomentar el desarrollo de docentes e investigadores de primer nivel en el tema.
- Fomentar la relación de la Universidad con empresas privadas y públicas, entidades de normalización, entes reguladores y otras instituciones, con el fin de propiciar un desarrollo de la disciplina que permita mejorar la calidad y la seguridad, bajar los costos y aumentar la productividad de los procesos.
- Promover a la Universidad como institución referente en actividades de formación especializada y de investigación y desarrollo de últimas tecnologías.
- Formar profesionales comprometidos con la seguridad, la ecología y el medio ambiente y capaces de optimizar los recursos tecnológicos, naturales y humanos.
- Trasmitir los desarrollos realizados por los grupos de investigación en los cuales se desempeñan los profesionales que integran el cuerpo académico de la carrera.

Objetivos específicos:

*Handwritten signature or initials.*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



7

- Formar profesionales con un alto grado de especialización en modernas técnicas de análisis aplicadas a componentes contenedores de presión y estructurales.
- Formar profesionales en los aspectos físicos, metalúrgicos, diseño, *stress analysis*, mantenimiento, ensayos y calidad.
- Capacitar profesionales con alta especialización a fin de facilitar su inserción no solamente en la industria sino también en la docencia y en la investigación y desarrollo.
- Generar en los cursantes una permanente actitud al mejoramiento continuo de su conocimiento y especialización.

### 1.3. Perfil del graduado

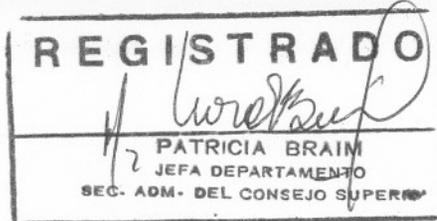
El egresado de la carrera estará capacitado para:

- el análisis, verificación, planificación y gestión de las actividades relacionadas con los aspectos físicos, metalúrgicos, diseño, *stress analysis*, mantenimiento, ensayos y calidad en el campo de recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos.
- insertarse en el campo de investigación y desarrollo de manera de alcanzar excelencia en sus actividades profesionales.
- introducir en la industria tecnologías de punta y modernas metodologías - resultantes de la investigación desarrollada por universidades y centros de

*Handwritten signature or initials.*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



investigación nacionales y extranjeros- que tiendan a la excelencia del sistema productivo.

- encontrar respuestas frente a interrogantes de diversa índole planteados en su quehacer profesional con una perspectiva que incluya lo referente a la economía, la calidad y la seguridad en el ámbito laboral y las condiciones de vida.

#### 1.4 **Título**

La carrera se denomina "Especialización en Ingeniería Estructural Orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos" y el título académico que otorga es el de "Especialista en Ingeniería Estructural Orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos".

#### 1.5. **Normas de funcionamiento**

##### - **Condiciones de Admisión**

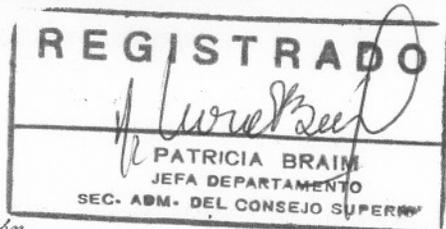
Podrán ser admitidos en la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos, aquellos profesionales que posean título superior de grado de ingeniero, otorgado por universidad reconocida.

Aquellos otros profesionales interesados, aun cuando no cumplan con el requisito antes mencionado, podrán postular su admisión; sus antecedentes serán analizados por un comité designado a tal efecto por la Facultad Regional, el cual considerará la compatibilidad de los antecedentes académicos y profesionales de los postulantes con las condiciones

*Handwritten signature or initials.*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



9

necesarias de formación previa, requeridas para afrontar el cursado de la carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos.

Para su inscripción, el aspirante deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Nota de solicitud de inscripción.
- Formulario de inscripción.
- Currículum vitae.
- Fotocopia autenticada del título universitario.
- Entrevista de admisión.
- Aval de un docente investigador de categoría DOS (2) como mínimo.
- Idioma elegido para la prueba de suficiencia de idioma.

- **Duración y plazos**

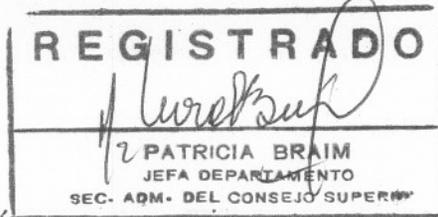
Se estima una duración de la carrera de especialización no menor que UN (1) año y medio para los cursos, siendo su límite máximo DOS (2) años.

Los aspirantes deberán aprobar, dentro de los SEIS (6) meses a partir de aceptada la inscripción, una prueba de suficiencia del idioma extranjero elegido, el cual consistirá en lectura y traducción. En el caso que el idioma elegido no fuese el inglés, se requerirá además, una traducción escrita que exprese claramente el concepto del original de un texto, de no menos de CUATROCIENTAS (400) palabras, en ese idioma.

- **Condiciones de promoción**



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



El desarrollo de los cursos comprende clases teóricas, prácticas, laboratorio, visita a centros de investigación y toda tarea académica que conduzca a una integración de conocimientos y de procedimientos.

La promoción supone asistencia regular a las clases -mínimo de OCHENTA POR CIENTO (80%) de asistencia-, presentación adecuada de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los cursos y aprobación de la evaluación prevista al término de cada una de las unidades de formación.

Todos los cursos y seminarios, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, incorporan instancias sistemáticas de evaluación continua y la calificación será numérica dentro de la escala del UNO (1) al DIEZ (10); la aprobación será con un mínimo de SIETE (7).

- **Condiciones de graduación**

Para obtener el título de Especialista en Ingeniería Estructural Orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos, el aspirante deberá:

- Aprobar una prueba de suficiencia de idioma extranjero, dentro de los SEIS (6) meses a partir de aceptada su inscripción.
- Acumular el mínimo de créditos académicos establecidos en los cursos que integran el diseño curricular de la carrera de especialización.
- Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado.

*Alu*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



11

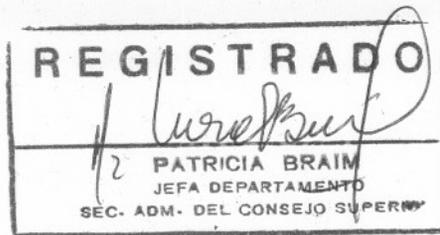
Tal como señala el Reglamento de la Educación de Posgrado, es posible solicitar reconocimiento de créditos académicos obtenidos a través de otros cursos, seminarios y/o carreras de posgrado afines o por actividad profesional de relevancia en la disciplina en cuestión. La Comisión de Posgrado de la Universidad analizará la pertinencia, la relevancia y la profundidad de los contenidos y las características de la entidad u organismo donde se desarrollaron los tópicos antes indicados, estableciendo la cantidad de créditos académicos a reconocer.

- **Organización Académica**

Las Facultades Regionales autorizadas por el Consejo Superior Universitario a implementar la Carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos deberán establecer la/s figura/s institucionales - Coordinación/Dirección de la Carrera, Comité Asesor/Académico, Unidad Operativa de Apoyo- responsable/s de:

- Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- Seleccionar y proponer los integrantes del cuerpo académico.
- Evaluar los programas analíticos de los cursos, laboratorios y seminarios.
- Evaluar el rendimiento de profesores y estudiantes.
- Efectuar el seguimiento académico del desarrollo de la carrera.

*Handwritten signature or initials.*



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

- Evaluar las condiciones de los aspirantes.

Los profesores responsables del dictado de los cursos y seminarios podrán solicitar la presencia de otros profesores con antecedentes académicos y profesionales relevantes, en carácter de invitados, para el desarrollo de temáticas teóricas específicas, la comunicación de investigaciones y/o la presentación de planteos metodológicos y técnicos vinculados con los contenidos particulares a considerar.

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar las cargas horarias mínimas establecidas para los cursos que integran la carrera de especialización. Se podrán incorporar otras actividades, tanto a través de modalidades presenciales como no presenciales.

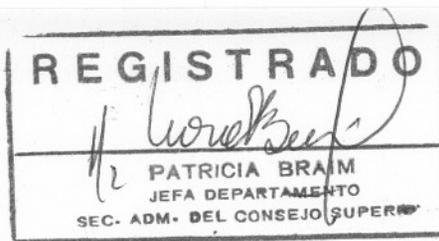
- **Financiamiento**

La Carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos, deberá autofinanciarse y se desarrollará en la Universidad Tecnológica Nacional a través de las Facultades Regionales, las que deberán asumir las responsabilidades relativas a: la recepción de solicitudes de inscripción, la admisión de los aspirantes, el establecimiento del monto y el cobro de aranceles y del apoyo técnico administrativo para su dictado.

*Alud*

## 2 ESTRUCTURA CURRICULAR

### 2.1. Organización Curricular



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

El currículo de la Carrera de Especialización en Ingeniería Estructural orientada a Recipientes Contenedores de Presión, Cañerías y Equipos, está orientado a proporcionar una base sólida de formación. Está integrado por SIETE (7) cursos y UN (1) seminario de integración y posee una carga horaria total de CUATROCIENTAS CINCUENTA (450) horas.

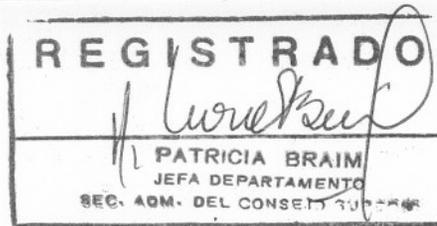
En el cuadro siguiente se presentan los cursos y seminario que integran el currículo y la carga horaria presencial mínima indicada para cada uno de ellos.

Cursos	Carga horaria
I. Recipientes Contenedores de Presión y Cañerías	100
II. Análisis de Tensiones y Mecánica Computacional	60
III. Diseño y Tecnología de la Soldadura	50
IV. Metodologías de Diseño Avanzado e Integridad Estructural	40
V. Análisis Experimental de Tensiones	60
VI. Ensayos No Destructivos y Metalografía	70
VII. Ondas Elásticas en Materiales. Sus Aplicaciones.	40
VIII. Seminario de Integración - Proyecto Final de Carrera	30
<i>Total Carrera de Especialización</i>	450

*Alud*



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado



## 2.2 Plan de Estudio - Contenidos Mínimos

### CURSO I : RECIPIENTES CONTENEDORES DE PRESIÓN Y CAÑERÍAS

- **Objetivos:**

Abordar los aspectos referidos al diseño y dimensionamiento de recipientes contenedores de presión, cañerías y equipos con base en los lineamientos de las distintas normativas vigentes, nacionales e internacionales, tales como CIRSOC, IRAM, ASME, API, TEMA, DIN, AD-MERKBLATTER, TRD, BRITISH STD, etc., utilizados tanto en la industria convencional como nuclear. Se incorporan, además, temas vinculados con el proyecto de grandes plantas industriales.

- **Contenidos:**

1. **Calculo y Diseño de Recipientes Contenedores de Presión**

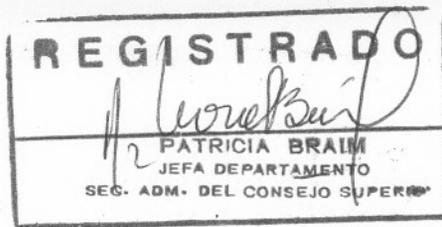
- 1.1. **Descripción general de recipientes y tanques de almacenamiento.**

Tipos de recipientes. Recipientes de presión, de almacenamiento esféricos y cilindros (tanques). Intercambiadores de calor. Detalle de las partes componentes. Su clasificación de acuerdo con el Código ASME.

- 1.2. **Códigos y Normas. Antecedentes.**

Antecedentes del Código ASME. Códigos y normas utilizadas en el diseño y verificación de recipientes. ASME Sección VIII, División 1 y 2. Otras normas: DIN, AD-MERKBLATTER, TRD, VDI, KTA, API 620-650-12F (Tanques).

*And*



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

### 1.3. Materiales y Fallas en Equipos

Materiales utilizados en la industria, su selección. Revestimientos, procesos de plaqueados. Requerimientos de los códigos. Materiales de alta aleación, inoxidable, etc. Normas ASTM y ASME II "Material Specifications". Corrosión, Creep, fractura frágil, efectos por hidrógeno. Fallas en servicio en recipientes de presión.

### 1.4. Cargas Aplicadas. Categorías de Tensiones Límites y Admisibles.

Criterio de Rotura.

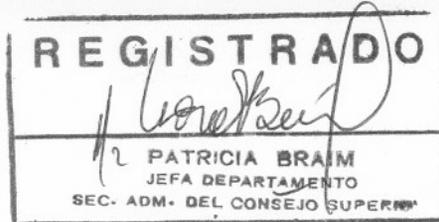
Cargas aplicadas en recipientes: peso propio, térmicas, presión interior y exterior (vacío), localizadas, viento s/ CIRSOC 102, sismo s/CIRSOC 103, nieve s/CIRSOC 104, fluido dinámicas, etc.

Tensiones admisibles de acuerdo con el material utilizado, factor de seguridad, clasificación de tensiones. Límites de tensiones en función del nivel de servicio (diseño, operación, prueba, emergencia y falla). Criterios de rotura aplicado a equipos de acero al carbono.

#### 1.5.1. Utilización de Normas.

Dimensionamiento general. Determinación de espesores de recipientes (envolventes y cabezales) sometidos a presión interior y exterior. Solicitaciones sobre recipientes horizontales y

*Ad*



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

verticales debido a cargas de diseño, operación. Análisis de fatiga, vibraciones y pandeo. Ejemplos de aplicación.

#### 1.5.2. Utilización de Soluciones Analíticas.

Dimensionamiento utilizando la teoría de Lamé. Comparación de resultados obtenidos con normas y soluciones analíticas. Análisis de discontinuidad.

#### 1.6. Cargas Localizadas en Conexiones y Bridas. Soportación y Uniones.

Tipos de conexiones y bridas. Códigos de cálculo. Método de Bijlard (Boletín 107 de la Welding Reserch Council). Otras normas BRITISH Standard. Soluciones analíticas y/o numéricas utilizadas cuando no es aplicable el código de cálculo. Intersección de conexiones con cabezales cuadrados (Aeroenfriadores). Tipos de soportación en recipientes verticales y horizontales, método de Zyck. Silletas, polleras, estructuras de apoyo, etc. Medios de unión de equipos con bulones y soldadura. Ejemplos de aplicación.

#### 1.7. Intercambiadores de Calor. Ultimos Avances en el Cálculo S/Códigos.

Tipos, clasificación de intercambiadores utilizados en la industria. Lineamientos de diseño mecánico según la norma TEMA y ASME VIII Div1 Appendice A y AA.

*ABD*