

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:**  
**Inspección de Generadores de Vapor**

**Modalidad:**  
(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**

**Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:**

Msc. Ing. José Cassina (IEM)  
Ing. Mario Gonzalez (IEM)  
Tec. Mec. Marcio Vacca (IEM)  
Ing. Oliver Kraus (IIMPI)  
Msc. Ing. Valentina Machín (IIMPI)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:**

Dr. Federico Favre (FIng, UdelaR)

**Docentes fuera de Facultad:**

Ing. Alejandro Dominguez - Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina (INTI)  
Ing. Pablo Martinez - Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina (INTI)  
Ing. Inés Mondos - Universidad Católica del Uruguay (UCU)  
Ing. Cecilia Rebellato - Universidad Católica del Uruguay (UCU)

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:**

**Instituto o unidad:**

**Departamento o área:**

---

**Horas Presenciales:**

62 horas

**Nº de Créditos:**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:**

Egresados o estudiantes avanzados de las carreras universitarias de Ingeniería Industrial, Ingeniería Industrial Mecánica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Naval de la Universidad de la República o universidades reconocidas por el Poder Ejecutivo.

**Cupos:**

Cupo mínimo 15 estudiantes.

---

**Objetivos:**

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

- Analizar el funcionamiento, operación y control, en condiciones de eficiencia y seguridad, de los Generadores de Vapor y sus equipos auxiliares.
- Aplicar los requerimientos reglamentarios y normativas internacionales relacionadas a instalación, operación, inspección, reparaciones y alteraciones de Generadores de Vapor.
- Llevar adelante la inspección de un Generador de Vapor en servicio, abarcando normativa, reglamentación y las técnicas relativas a la aplicación de ensayos no destructivos, inspección de soldadura y trabajos sobre válvulas de seguridad.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Conocimientos sólidos en las áreas de Transferencia de Calor, Ciencia de Materiales, Mecánica de Materiales e Instrumentación.

**Conocimientos previos recomendados:** Conocimientos específicos de Generadores de Vapor y Metalurgia.

---

**Metodología de enseñanza:**

Descripción de la metodología:

El curso se basa en el desarrollo expositivo teórico de los temas por profesionales expertos en la temática, su aplicación, y análisis sobre casos particulares.

Asimismo, los aspectos prácticos propios de la tarea inspectiva son desarrollados de forma teórica y demostrativa en laboratorios y talleres.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 50
- Horas de clase (práctico): 2
- Horas de clase (laboratorio): 6
- Horas de consulta: No aplica
- Horas de evaluación: 4
  - Subtotal de horas presenciales: 62
- Horas de estudio: 80
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 8
- Horas proyecto final/monografía: No aplica
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 150

---

**Forma de evaluación:**

El curso estipula, como forma de ganancia del curso:

- La elaboración de un informe escrito sobre un caso de aplicación (análisis de caso) del temario tratado en el Tema I .
- La asistencia mínima de aprobación es del 85% de las clases teóricas.
- La asistencia y participación en las instancias prácticas, de laboratorio y visitas industriales son obligatorias en su totalidad.

Asimismo estipula, como forma de aprobación del curso, un examen final de instancias escrita (eliminatória) y/o oral del temario tratado en los Temas II y III. Los estudiantes que aprueben el curso tendrán tres oportunidades para rendir el examen, uno al finalizar el curso y los otros dos en periodos concretos en el correr del año siguiente.

**Temario:**

**Tema I - Generadores de Vapor - Generalidades y Reglamento URSEA**

**Profesoras: Inés Mondos (UCU), Cecilia Reballato (UCU)**

**Colaboradores: Andrés Posada (UCU), Federico Favre (FING), German Navarrete (FING)**

**Carga horaria: 23hs**

Contenidos	Horas	Obs.
<b>Generalidades</b>		
Presentación	1	Cometido de Ursea en relación a los generadores de vapor Agentes definidos por Ursea Rol del profesional idóneo
Generalidades y clasificación	1	Definición de generadores de vapor Usos e importancia para la industria Clasificaciones de generadores de vapor
Generadores de vapor humotubulares	2	Definición y funcionamiento Componentes principales del cuerpo de presión Métodos de combustión utilizados
Generadores de vapor acuotubulares	2	Definición y funcionamiento Componentes principales del cuerpo de presión Métodos de combustión utilizados
Hogares	2	De mampostería (materiales) Acuotubulares - Parede membranal / Tubos continuos / Tubos separados Cilíndricos - Lisos / Corrugados
Sistema de alimentación de combustible y quemadores	2	Combustibles que pueden ser utilizados y sus características Biomasa: Equipos específicos utilizados en calderas para la quema dependiendo del tipo de combustible Requerimientos para fuel-oil y para gas
Válvulas de seguridad	1	Definición y función en el equipo

		Funcionamiento Regulación de la válvula, validez y agentes habilitados
Enclavamientos	1	Control y enclavamiento por presión Control y enclavamiento por nivel de agua Control y enclavamiento por falta de llama
Sistema de alimentación de agua Tratamiento de agua	2	Química del agua. Problemas asociados al tratamiento del agua Calidad del agua para alimentación Pretratamiento del agua de reposición y tratamiento Interno
Presentación de elementos de diseño	2	Criterios de selección de Generadores de Vapor. Códigos y normas de referencia.

**Reglamento URSEA**

Sección I	1	Sec I - Disposiciones Generales
Sección II		Sec II - Identificación e Información
Sección III		Sec III - Registro de Generador de Vapor
Anexo 1	1	Anexo 1 - Información para Registro
Anexo 5		Anexo 5 - Sala de Generación de Vapor
Sección IV	1	Secc IV - Construcción e Instalación
Sección V		Secc V - Operación
Anexo 4		Anexo 4 - Control, Medición y Enclavamientos
Sección VII	1	Secc VII - Inspecciones y Resolución de Habilitación
Anexo 2		Anexo 2 - Pruebas a Generadores de Vapor
Anexo 3	1	Anexo 3 - Válvulas de Seguridad
Sección VI	1	Secc IV - Reparaciones y Mantenimiento
Anexo 6		Anexo 6 - Reparaciones Mayores
Sección VIII	1	Secc VIII - Estudio de Integridad

**Tema II - National Board Inspection Code (NBIC) y Código ASME Sección I**

**Profesores: Alejandro Domínguez (INTI), Pablo Martínez (INTI), Oliver Kraus (Fing) y Valentina Machín (FING)**

**Carga horaria 20hs**

Contenidos	Horas	Obs.
------------	-------	------

NBIC - ASME I		
NBIC Parte 1 - Instalación	2	NBIC Parte1: Sección 1: Reglas generales Sección 2: Calderas de potencia 2.3 a 2.10
ASME Sección I - Válvulas de seguridad		ASME Sección I: Requisitos de protección contra sobrepresión PG-67 Caldera PG-68 Sobrecalentador y recalentador
	1	Demostración de Mantenimiento y Calibración de Válvulas de Seguridad a realizarse en Taller Industrial.
NBIC Parte 2 - Inspección	6	NBIC Parte 2: Sección 1: Inspección – Requisitos generales para inspección en servicio de componentes retenedores de presión Sección 2: Inspección – Requisitos detallados para inspección en servicio de componentes retenedores de presión Sección 4: Inspección – Exámenes, métodos de prueba, y evaluaciones
NBIC Parte 3 - Reparaciones y Alteraciones	5	NBIC Parte 3: Sección 1: Reparaciones y alteraciones – Requisitos generales y administrativos Sección 2: Reparaciones y alteraciones – Soldadura y tratamiento térmico Sección 3: Reparaciones y alteraciones – Requisitos para reparaciones y alteraciones Sección 4: Reparaciones y alteraciones – Exámenes y pruebas
ASME Sección I - (Construcción y cálculo de PMTA)	4	Parte 1: Parte PG – Requisitos generales para todos los métodos de fabricación Parte 2: Parte PW – Requisitos para calderas fabricadas por soldadura Parte 3: Parte PFT – Requisitos para calderas humotubulares Parte 4: Parte PWT – Requisitos para calderas acuotubulares Parte 5: Parte PMB – Requisitos para calderas miniatura Parte 6: Parte PEB – Requisitos para calderas eléctricas
	2	Ejemplos prácticos de cálculo de PMTA

Tema III - Código ASME Secciones V y IX

Profesores: José Cassina (FING), Mario Gonzalez (FING)

Carga horaria: 15hs

Contenidos	Horas	Obs.
<b>ASME V - ASME IX</b>		
ASME Section V - Teórico	4	Ensayos no destructivos (END) Generalidades Técnicas de END BPVC Sección V, criterios de aceptación para indicaciones
ASME Sección V - Laboratorio	3	Prácticas con equipos de END Líquidos penetrantes, partículas magnéticas, medición de espesores, detector de fallas por ultrasonido. Presentación de equipos de radiografía industrial y visualización de placas radiográficas. Equipos y bloques de calibración. Métodos de calibración.
ASME Section IX - Teórico y Práctico	6	Normas y calificación en soldadura Generalidades sobre Normas y calificación en soldadura Características exigibles a Códigos y Especificaciones Calificación de procedimientos de soldadura y soldadores Sistema de garantía de calidad en soldadura Sección IX del código ASME: Objetivos, Aspectos Generales, Antecedentes, Distribución Principales artículos Práctico de procedimiento de soldadura
ASME Sección IX - Laboratorio	2	Demostración de tipos de soldadura en el Centro de Formación Profesional en Soldadura de Linde, donde se cuenta con los recursos necesarios.

**Bibliografía:**

Steam: Its Generation and Use, Babcock and Wilcox Company, ISBN 978-0963457011, 2005.  
The Steam and The Condensate Loop, Spirax-Sarco Engineering PLC, ISBN 978-0-9550691-5-4, 2011.  
Reglamento de Generadores de Vapor, URSEA, 2021.  
ASME BPVC Section I: Rules for Construction of Power Boilers, ASME, ISBN 978-0791872659, 2019.  
ASME BPVC Section V: Nondestructive Examination, ASME, ISBN 978-0791872840, 2019.  
ASME BPVC Section IX: Welding, Brazing and Fusing Qualifications, ASME, ISBN 978-0791872901, 2019.  
National Board Inspection Code Part 1: Installation, NBBI, , 2019.  
National Board Inspection Code Part 2: Inspection, NBBI, , 2019.  
National Board Inspection Code Part 3: Repairs and Alterations, NBBI, 2019.  
National Board Inspection Code Part 4: Pressure Relief Devices, NBBI, 2019.