

---

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

**Asignatura: Tecnología y Utilización de Gases Combustibles - Fundamentos**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:**

(posgrado, educación permanente o ambas)

**Posgrado**

**Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:** Ing. Gustavo Zabalza (Especialista en Ingeniería de la Energía)

(título, nombre, grado o cargo, instituto o institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:** Dr. Ing. Gabriel Pena, Profesor Adjunto (G3) del IIMPI

(título, nombre, grado, instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** Ing. Marcos Tenconi Viguere, Profesor Adjunto (G3) del IIMPI

(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:** Ing. Alberto Rucks (Jefe de Ingeniería, MONTEVIDEO GAS); Arq. Martín Sales (Depto. de Ingeniería, MONTEVIDEO GAS); Ing. Alberto Devincenzi (Gerente de Ingeniería, CONECTA); Ing. Sergio Musetti (Encargado de Proyectos, GASODUCTO CRUZ DEL SUR); Ing. Javier Martínez (Gerente de Ingeniería, ACODIKE, Uruguay; Tec. IG2 Alejandro Berger (Director, MANUEL BERGER Y CÍA.)

(título, nombre, cargo, institución, país)

<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:** Maestría y Doctorado en Ingeniería de la Energía; Maestría y Doctorado en Ingeniería Mecánica

**Instituto o unidad:** Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial

**Departamento o área:** Departamento de Termodinámica Aplicada

---

**Horas Presenciales: 36**

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**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:** Ingenieros Mecánicos, Industriales, Químicos. Arquitectos e Ingenieros Civiles con experiencia en climatización e instalaciones sanitarias. Técnicos con formación y experiencia específicas en diseño y construcción de sistemas de cañerías para conducción de gases, climatización e instalaciones sanitarias.

**Cupos:** Mínimo 5; Máximo 20

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** Desarrollar los fundamentos físico-químicos para la utilización eficiente y segura de los gases combustibles a nivel industrial, comercial y residencial.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Fundamentos de Termodinámica, Mecánica de los Fluidos y Resistencia de Materiales.

---

**Conocimientos previos recomendados:** Fundamentos de Teoría de la Combustión.

---

**Metodología de enseñanza:** Exposición teórico-práctica organizada en dos clases semanales de tres horas de duración cada una, visitas técnicas guiadas y planteo de ejercicios prácticos. (comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Descripción de la metodología:  
[Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 21
- Horas de clase (práctico): 3
- Horas de clase (laboratorio, visita): 4
- Horas de consulta: 4
- Horas de evaluación: 4
  - o Subtotal de horas presenciales: 36
- Horas de estudio: 15
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 10
- Horas proyecto final/monografía: 10
  - o Total de horas de dedicación del estudiante: 71

---

**Forma de evaluación:** Asistencia obligatoria y registrada al 80% de las clases dictadas en aula. Asistencia obligatoria y registrada al 100% de las visitas guiadas fuera de Facultad. Presentación en tiempo y forma de ejercicios prácticos y trabajos monográficos. Combinación de una o más de las siguientes metodologías: Entrega en tiempo y forma de trabajos prácticos específicos. Presentación y desarrollo en clase de temas monográficos. Examen final oral y/o escrito teórico-práctico.

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

---

**Temario:**

a.- Gases utilizados con fines energéticos: Reseña histórica. Caracterización físico-química de los gases combustibles. Clasificación de los gases combustibles. Gases Manufacturados, Gas Natural, Gases Licuados de Petróleo, Biogás, Syngas, Hidrógeno. Características. Intercambiabilidad entre gases combustibles. Composición y propiedades físicas del GLP y el GN. Caracterización y propiedades de los gases combustibles: toxicidad, inflamabilidad, explosividad. Temperatura de ignición, punto de inflamación y punto de combustión. Combustión, deflagraciones y explosiones.

b.- Producción y tratamiento: Origen y formación del GN. Características de los yacimientos. Extracción. Acondicionamiento del gas. Procesos empleados. Eliminación de partículas sólidas y líquidas, de vapor de agua y de hidrocarburos condensables. Criterios de diseño de los equipos. Extracción de CO<sub>2</sub> y SH<sub>2</sub>. Punto de rocío. Recuperación de hidrocarburos. Producción, Transporte y Almacenamiento de GLP en fase líquida. Características del GLP producido por ANCAP en el Uruguay.

c.- Combustión de gases: Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad de gases combustibles. Quemadores de gas.

d.- Flujo de gas en cañerías y diseño de cañerías: Flujo compresible. Velocidad del sonido. Flujo estacionario adiabático e isentrópico. Flujo isentrópico con cambios de área. Toberas convergentes y divergentes. Flujo compresible en conductos con fricción. Flujo en conductos sin fricción y con adición de calor. Ecuación general para flujos compresibles estacionarios e isotermos en cañerías horizontales. Cálculo mecánico de cañerías. Presión interna y solicitudes externas. Criterios de falla y factores de diseño en cañerías presurizadas.

---

**Bibliografía:**

Tratado General del Gas

Raúl R. Llobera

I.S.B.N. 950-526-071-7

Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires

Material Específico del Curso, desarrollado o seleccionado por los Docentes a cargo del Curso: apuntes, selección de notas y artículos bibliográficos, catálogos e información técnica de proveedores especializados.

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:**

Inicio: mayo

Finalización: mayo

Duración: 3 semanas

Examen: a definir

**Horario y Salón:**

Lunes y miércoles de 18:30 a 21:30

Viernes: a definir

Sábados (visitas): 9 a 13

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscritos en la modalidad posgrado: no corresponde**

**Arancel para estudiantes inscritos en la modalidad educación permanente: 2000 UI**

---