



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Tecnología del calor

Año Académico: 2023

Área: Térmica y fluidos

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 4

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
72	96	3

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesores Adjuntos: Ing. Ariel Cristina, Ing. Pablo Sobral

JTP: Ing. Gabriel Pisera

ATP 1°: Ing. Pablo Barral

FUNDAMENTACIÓN

La transformación de energía térmica en energía mecánica implica el desarrollo de tecnologías que el estudiante debe conocer para aplicarlas a la diversidad de condiciones que se le presentarán dentro del campo de su desempeño profesional, en prácticamente todos los ámbitos donde éste se desarrolla.

El profesional egresado será capaz de cumplir funciones en el campo de: diseño, proyecto, planificación, dirección, construcción, montaje, puesta en marcha, operación, mantenimiento e inspección de instalaciones térmicas, incluyendo los sistemas de combustión y generación de vapor.



COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.1.1 Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.2.1 Planificar, dirigir y ejecutar proyectos de ingeniería mecánica, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.3.1 Determinar y certificar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de lo descrito en la AR1 de acuerdo con especificaciones, aplicando el sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
CE5.1. Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas, respetando los criterios y metodologías prescriptos por las Normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.				X



COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería		X	
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería			X
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas		X	
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo		X	
CG7: Comunicarse con efectividad		X	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global		X	
CG9: Aprender en forma continua y autónoma		X	

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Analizar los fenómenos termodinámicos en los procesos industriales de generación de energía.
- Aplicar los conocimientos tecnológicos en los procesos, sistemas, instalaciones termomecánicas y de generación de energía en el diseño de plantas térmicas.
- Propender a la sustentabilidad de los procesos termomecánicos.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Procesos de combustión.
- Teoría de llama.
- Combustibles.
- Tecnologías de combustión.
- Intercambiadores de calor
- Regímenes de intercambio.
- Intercambios energéticos.
- Generación de vapor
- Calderas.
- Sistemas e instalaciones asociadas.
- Sistemas de condensación. Condensadores y Torres de enfriamiento.
- Sustentabilidad en los procesos termomecánicos.



Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: INTRODUCCIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE VAPOR

Influencia de la energía. Incremento anual de la Energía. Recursos Energéticos Nacionales y Mundiales. Energía. Desarrollo. Crecimiento y Calidad de Vida. Evolución histórica de las Máquinas de Vapor. Desarrollo actual. Tendencias futuras.

UNIDAD TEMÁTICA II: CICLOS DE VAPOR APLICADOS

Conceptos básicos de Termodinámica. Ciclos de Rankine. Ciclo Hirn. Ciclo con recalentamiento Intermedio. Ciclos regenerativos. Ciclos Binarios. Ciclos Combinados. Cogeneración. Variación del rendimiento de los ciclos con la presión y temperatura del vapor. Selección del ciclo. Definición de Consumo Específico de Calor y Rendimiento Térmico Total. Factor de Calidad.

UNIDAD TEMÁTICA III: COMBUSTIBLES

Clasificación de Combustibles. Composición Química, Características, Punto de Inflamación. Punto de escurrimiento, viscosidad. Poder Calorífico. Análisis de productos de Combustión. Temperatura de Combustión. Temperatura de las Cámaras de Combustión.

UNIDAD TEMÁTICA IV: COMBUSTIÓN

Clasificación de la Combustión. Ecuaciones Básicas. Combustión Adiabática. Valoración Térmica de la Combustión. Exceso de aire. Diagrama de la Combustión. Principios fundamentales de Dinámica de la Combustión. Llamas de premezcla y de difusión. Alumbramiento, propagación y turbulencia de llama. Equipos asociados a la combustión. Control de la Combustión.

UNIDAD TEMÁTICA V: GENERADORES DE VAPOR

Definiciones y parámetros característicos de los Generadores de Vapor. Clasificación de Calderas. Tipos de Calderas humotubulares, acuotubulares. Características y diseño de los equipos componentes de los circuitos Aire - Gases de Combustión y Agua - Vapor. Detalles constructivos del Hogar, Sobrecalentador, Recalentador, Domo, Economizador, etc. Teoría de la ebullición. Circulación y evaporación en el hogar. Transmisión de calor en el hogar. Intercambio de calor radiante y convectivo. Corrosión por alta y baja temperatura. Métodos de regulación de la temperatura del vapor. Normas de Diseño y Construcción.

UNIDAD TEMÁTICA VI: TRATAMIENTO DEL AGUA

El agua y sus características. Clasificación de Impurezas. Dureza. Clasificación. Inconvenientes producidos por el agua. Incrustación, arrastre y corrosión. Dispositivos correctivos externos e internos. Tratamiento Pre Operacional, y Operacional. Métodos



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

de tratamiento de agua de alimentación y vapor. Métodos de conservación de equipos. Determinaciones Analíticas y Ensayos.

UNIDAD TEMÁTICA VII: CONDENSADORES Y PRECALENTADORES DE AGUA

Función. Tipos y características. Balance térmico. Ecuaciones de transferencia de calor. Criterios de diseño. Características constructivas y operativas. Equipamiento auxiliar. Extracción de no condensables. Sistemas de agua de enfriamiento. Refrigeración por torres de enfriamiento.

UNIDAD TEMÁTICA VIII: SISTEMAS AUXILIARES Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

Sistemas de combustible, características y detalles de la instalación, sistema de bombeo y precalentamiento. Sistema de agua de alimentación, precalentadores, equipos auxiliares, control y regulación. Sistema de aire y gases de combustión, tiraje natural, forzado y balanceado, Ventiladores. Precalentador de Aire. Características y detalles. Sopladores de cenizas. Sistemas de depuración de gases.

UNIDAD TEMÁTICA IX: ENSAYOS

Normas y procedimientos. Métodos de evaluación. Balances térmicos. Criterios de selección. Análisis de resultados.



DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	39		39
Formación práctica	33		33

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental	6		Laboratorios Medrano - Triunvirato
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	6		Aula
Proyecto y diseño	7		Aula
Ejercitación práctica	14		Aula
Práctica supervisada	-		
Total de horas	33		

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Las clases se desarrollan sobre el esquema expositivo participativo.

Se emplea una filosofía de educación dinámica, creativa y participativa por parte del profesor y de los alumnos. Tecnología del Calor es una materia que trata del aprovechamiento energético del calor y sus diversas transformaciones y aplicaciones tecnológicas, por eso se hace necesario un intercambio fluido y de reflexión por parte de los alumnos y profesor en el proceso del aprendizaje. La misma será acompañada con bibliografía adecuada, carpeta de trabajos prácticos e informes de laboratorio. Además, se empleará metodología moderna, utilizando aula virtual, software didáctico y de cálculo, presentaciones, videos, animaciones y modelos tridimensionales para mejor comprensión de los equipos y fenómenos en estudio, cuidando siempre de no perder de vista el diálogo y la reflexión. Las tareas que se lleven a cabo deben tener un enfoque amplio en lo teórico y en la aplicación tecnológica, en lo posible complementada con visitas a plantas térmicas de generación de energía.

Respecto a los trabajos prácticos, se desarrollan 7 en total, siendo 5 de desarrollo en el aula, y 2 en Laboratorio, se enumeran a continuación:



- TP1: Estudio termodinámico de los Ciclos de Vapor.
- TP2: Ejercicio de Aplicación a un Ciclo Combinado.
- TP3: Trazado del Triángulo de Ostwald.
- TP4: Determinación de superficies de intercambio de un Generador de Vapor.
- TP5: Diseño de un Calentador de Aire.
- LAB. TP1: Planta térmica piloto de generación de energía (Laboratorio UTN Triunvirato)
- LAB. TP2: Calorimetría (Laboratorio Máquinas Térmicas UTN Medrano)

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad

A los efectos de la evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje experimentado por el alumno, se tiene como juicio los siguientes elementos:

1. Los trabajos prácticos a desarrollar en el curso teórico, cada uno con su evaluación correspondiente.
2. Los trabajos prácticos desarrollados en Laboratorio, cada uno con su evaluación correspondiente.
3. Dos parciales presenciales, uno en cada cuatrimestre, consistentes en un bloque práctico (resolución de un problema de aplicación) y un bloque teórico (cuestionario escrito). Para poder presentarse a estos parciales el alumno deberá haber aprobado como mínimo el 75% de los Trabajos Prácticos, tanto de teoría como de laboratorio, realizados en dicho cuatrimestre.
4. Un examen final, consistente primero en la evaluación de la resolución escrita de un problema integrador práctico. En caso de superar satisfactoriamente esta primera evaluación, se realiza un interrogatorio escrito teórico acompañado de un coloquio individual con el equipo docente.

Requisitos de regularidad

- Se requiere asistencia como mínimo al 75% de las clases (sobre el total de clases presenciales + virtuales).
- Aprobación de todos los trabajos prácticos (TP) y sus evaluaciones.
- Aprobación de las evaluaciones parciales con nota igual o mayor que 6 (seis) puntos sobre 10 (diez).
- 2 (dos) instancias de recuperación por cada parcial.

Requisitos de aprobación directa

- Inasistencia menor al veinticinco por ciento (25%). Los alumnos reincorporados no pueden promocionar.
- Aprobación de todos los trabajos prácticos (TP) y sus evaluaciones, dentro del plazo estipulado por el docente.



- Aprobación de las evaluaciones parciales con al menos la nota mínima para promoción: 8 (ocho) puntos sobre 10 (diez).
- Una única (1) instancia de recuperación de evaluaciones parciales, en total. Ya sea del primero o del segundo parcial. La nota del recuperatorio sólo reemplaza a la del parcial si la ha superado (es decir, prevalece la nota que sea mayor).

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Por orientación afín y articulación de contenidos, la asignatura Tecnología del Calor requiere de una directa interrelación de continuidad con la asignatura Termodinámica (tercer nivel) y da soporte a la asignatura Máquinas Alternativas y Turbomáquinas (quinto nivel); constituyendo la clásica “Rama Térmica” de la Carrera.

También, en atención a lo ya formulado, la asignatura Tecnología del Calor requiere del soporte de los conocimientos derivados de distintas asignaturas de niveles anteriores: Básicas (*Física, Química General, Análisis Matemático*), Aplicadas: *Materiales Metálicos* (segundo nivel), *Mediciones y Ensayos* (tercer nivel), *Materiales No Metálicos* (segundo nivel), *Diseño Mecánico* (tercer nivel) y *Estabilidad I y II* (segundo y tercer nivel).

La articulación horizontal debe ser estrecha en aquellas asignaturas que son determinantes en el proyecto, cálculo, diseño, operación y mantenimiento de las instalaciones térmicas y sus equipos auxiliares: *Elementos de Máquinas, Mecánica de los Fluidos, Electrotecnia y Máquinas Eléctricas y Electrónica y Sistemas de Control*.



CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado
01	Presentación de la materia y modalidad de cursada. Introducción. Reseña histórica y Teoría de Ciclos Térmicos.	presencial
02	Ciclos térmicos Ideales e introducción a Reales	presencial
03	Ciclos Reales - Factor de Calidad - Índices de Funcionamiento	virtual sincrónica
04	Ciclos Regenerativos TP1 Estudio de los Ciclos de Vapor	presencial
05	Ejercicio de Aplicación. Ganancia. Ciclos Combinados.	presencial
06	LAB. TP1 Ensayo planta térmica piloto	presencial
07	TP2 Ejercicio de Aplicación Ciclo Combinado. Combustibles Parte I.	virtual sincrónica
08	Combustibles Parte II. EVAL. TP1 (Ciclos)	presencial
09	Introducción a Combustión. Combustión Modelo Estático. EVAL. LAB. TP1 (Ensayo Pta Térmica)	virtual sincrónica
10	LAB. TP2 Calorimetría	presencial
11	Combustión Modelo Dinámico. Ejercicios de Aplicación: Combustión. TP3 Triángulo de Ostwald	presencial
12	Generadores de Vapor - Definiciones y Clasificación.	virtual sincrónica
13	Generadores de vapor Humotubulares EVAL. LAB. TP2 (Calorimetría)	virtual sincrónica
14	Generadores Acuotubulares. EVAL. TP3 (Ostwald)	virtual sincrónica
15	Componentes de un G.V. parte I. RECUPERATORIOS DE EVALUACIONES TP (TP1, TP3 y LAB. TP1/2)	presencial
16	1º PARCIAL	presencial
17	Componentes de G.V. parte II.	presencial
18	Ejercicios de Aplicación.	presencial
19	Cogeneración.	presencial
20	RECUPERATORIO DE 1º PARCIAL	presencial
21	Componentes de G.V. parte III.	virtual sincrónica
22	Componentes de G.V. parte IV.	virtual sincrónica



Clase	Tema	Modalidad de dictado
23	Ejercicio de Aplicación. TP4: Diseño de un G.V.	presencial
24	Tratamiento de Agua parte I.	virtual sincrónica
25	Tratamiento de Agua parte II. TP5: Diseño de un Calentador de Aire.	presencial
26	Ejercicios de Aplicación.	presencial
27	Tratamiento de Agua parte III. EVAL. TP4 (Diseño G.V.)	presencial
28	Condensadores parte I.	virtual sincrónica
29	Condensadores parte II. EVAL. TP5 (Diseño Calentador de Aire)	presencial
30	Ejercicio de aplicación. Repaso para el parcial. RECUPERATORIO EVALUACIONES TP (TP4 y TP5)	presencial
31	2º PARCIAL	presencial
32	RECUPERATORIO DE 2º PARCIAL Final de cursada. Firma de libretas.	presencial



BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- Tomei, G. L. (2015). *Steam: its generation and use*. Editorial Babcock & Wilcox. EE.UU.
- Gaffert, G. A. (1980). *Centrales de Vapor*. Editorial Reverté. España.
- Torreguitar; Weiss. (1968). *Combustión y Generación de Vapor*. Editorial Prisma. Argentina.
- Ganapathy, V. (2019). *Steam Plant Calculations Manual*. CRC Press.
- Woodruff, E. B., Lammers, H. B., & Lammers, T. F. (2017). *Steam Plant Operation*. McGraw-Hill.
- Rovel, J.-M. et al. (2007). *Water treatment handbook*. Degrémont.
- Ganapathy, V. (2017). *Steam generators and waste heat boilers: For process and Plant Engineers*. CRC Press, Taylor & Francis Group.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bados y Rossignoli. (1968). *Transmisión de Calor*. Editorial Troquel. Argentina.
- Baehr (1965). *Tratado Moderno de la Termodinámica*. 1ra. Ed. Editorial José Montero. España.
- Betz Laboratories (1991). *Betz Handbook of Industrial Water Conditioning*.
- Cao (2006). *Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos*. Nueva Librería. Argentina.
- Çengel, Y. A.; Boles, M. A. (2020). *Termodinámica*. Editorial McGraw-Hill.
- García, Carlos A. (1997). *Termodinámica técnica*. Editorial Alsina.
- García Garrido, S.; Fraile Arico, D. (2008). *Cogeneración – Diseño, operación y mantenimiento de plantas*. Editorial Díaz de Santos.
- Kern, D. (2001). *Procesos de Transferencia de Calor*. Editorial CECSA. México.
- Kohan, A. (2000). *Manual de Calderas*. Editorial Río de Janeiro. Prentice Hall. España.
- Moran, J. & Shapiro, H. (2004). *Termodinámica Técnica. Tomo 1 y 2*. Editorial Reverté. España.
- ONU (Anual). *Anuario Internacional sobre Recursos Energéticos*. Editorial ONU.
- Orel, R. (1954). *El cálculo de la combustión*. Editorial: Alsina.
- Rufes Martines, P. (2000). *Condensadores. México*. Editorial Reverté.
- Sabugal, S. y Gomez Moñux, F. (2004). *Centrales Térmicas de Ciclo combinado - Teoría y Proyecto*. Editorial Díaz de Santos.
- Salvi, G. (1975). *La Combustión. Teoría y Aplicaciones*. Editorial Dossat. España.
- Sandfort, J. (1965). *Máquinas Térmicas*. Editorial Eudeba. Argentina.



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Shields, C. D. (1965). *Calderas: Tipos, Características y sus funciones*. Editorial Continental.

Wark, K.; Richards, D. (1999). *Termodinámica. 1er. ed.* Editorial McGraw Hill. España.