



## INGENIERIA CIVIL PROGRAMA DE ASIGNATURA

### ACTIVIDAD CURRICULAR: **INSTALACIONES TERMOMECAÑICAS**

**Código:** 95-0294                      **Año Académico:** 2016  
**Área:**                                      **Conocimiento de Materiales e Instalaciones**  
**Bloque:** Tecnologías Aplicadas  
**Nivel:** 3°                                      **Tipo:** Obligatoria

#### **Modalidad:** Anual

**Carga Horaria total:**              **Hs Reloj: 64**              **Hs. Cátedra: 64**  
**Carga horaria semanal:**        **Hs Reloj: 2**              **Hs. Cátedra: 2**

#### **Composición del equipo docente**

**Profesores Titulares:**              **Ing. Carlos Roque BENITEZ**  
**Profesores Asociados:**  
**Profesores Adjuntos:**  
**Auxiliares JTP:**                      **Ing. Heriberto Matías BLESS**  
**Auxiliares ATP 1°:**                  **Ing. Francisco Luis CRIGNA**  
**Auxiliares ATP 2°:**

#### **FUNDAMENTACIÓN**

Esta asignatura práctica es integradora con aplicaciones de los conocimientos de otras materias básicas y técnicas. Comprende la enseñanza de las instalaciones de aire acondicionado, calefacción y ventilación en los edificios. Para ello, el curso se basa en las siguientes estrategias:

- Introducir a los alumnos a la problemática e importancia de las Instalaciones Termomecánicas en la Ingeniería Civil a fin de crear en los edificios las condiciones ambientales, que conduzcan al bienestar y a la preservación de la salud humana y en las aplicaciones industriales, satisfacer los requisitos de sus procesos.
- Brindar las herramientas conceptuales y metodológicas a fin de que los alumnos puedan realizar los proyectos, especificaciones técnicas y dirección de las obras en la especialidad sobre una base sólida de conocimientos teórico-prácticos.
- Generar una conciencia del elevado consumo energético que requieren estas instalaciones en los edificios, de modo que se priorice la eficiencia y su ahorro, así como la preservación del medio ambiente y la aplicación de las energías renovables.
- Dotar a los alumnos del concepto del trabajo en equipo en la gestión integral de ingeniería, considerando la interrelación con el proyecto arquitectónico y de las obras civiles, así como las otras instalaciones (eléctricas, sanitarias, gas, controles, acústicas, etc.).

#### **OBJETIVOS**

Conocer los tipos y conceptos básicos de funcionamiento de las instalaciones Termomecánicas en los edificios e instalaciones industriales y desarrollar habilidad para su diseño funcional.

#### **CONTENIDOS**

##### **a) Contenidos mínimos**

- Instalaciones Termomecánicas en edificios e industrias.
- Criterio para la elección de sistemas.



- Proyectos, especificación y construcción.

## **b) Contenidos mínimos**

### -Unidad Temática 1: INTRODUCCIÓN – SUSTENTABILIDAD.

Sustentabilidad, energías limpias y bioconstrucción. ASHRAE. Factores de impacto. Presente y Futuro de combustibles. Diseño bioclimático. Arquitectura sustentable. LEED. Edificios energéticamente eficientes. Medio ambiente. Problemas: CO<sub>2</sub>, acidificación, O<sub>3</sub>, sustancias tóxicas, radiación nuclear, pérdidas de nuestra naturaleza, demanda de Agua y Aire. Cumbre de la tierra, perspectivas. Energías renovables en Argentina. Protocolo de Kioto.

### -Unidad Temática 2: OBJETIVOS DEL AIRE ACONDIC. – REFRIGERACIÓN MECÁNICA.

Objetivos del aire acondicionado. Funciones básicas del aire acondicionado. Ahorro energético. Recuperación de calor. Ciclo de Carnot. COP. Refrigeración mecánica, principios básicos de funcionamiento. Bomba de calor, particularidades, ventajas energéticas. Sustancias refrigerantes. Compresores, tipos y características. Condensadores enfriados por aire o por agua. Torre de enfriamiento, características. Dispositivos de expansión, válvula de expansión, capilar. Evaporadores. Refrigeración por absorción. Clasificación general de los sistemas de aire acondicionado, sistemas de expansión directa e indirecta.

### -Unidad Temática 3: PRESIÓN, TEMPERATURA Y CALOR.

Presión. Calor y temperatura, escalas, cantidad de calor, trabajo mecánico y potencia, unidades. Cambios de estado: Calor sensible y latente. Transmisión de calor: Conducción, Convección y Radiación. Resistencia total (Rt) y Transmitancia térmica (K). Gradiente térmico. Temperatura Sol-Aire. Cálculos.

### -Unidad Temática 4: PSICROMETRÍA.

Psicrometría. Propiedades del aire, contenido de humedad. Psicrómetro. Ábaco psicrométrico, transformaciones. Mezcla de aire. Factor de calor sensible. Factor de by-pass. Temperatura de impulsión. Caudal de aire necesario. Caudal de aire exterior. Calor total a extraer por el equipo. Aplicaciones del ábaco psicrométrico para la resolución de problemas prácticos de aire acondicionado.

### -Unidad Temática 5: CONFORT Y CARGAS DE AIRE ACONDICIONADO DE VERANO

Confort térmico, variables personales y ambientales. Condiciones de diseño externas e internas. Carga de refrigeración de verano, cargas externas, internas y de aire exterior de ventilación. La calidad del aire interior y el síndrome de los edificios enfermos. Ejemplos de cálculo de cargas de verano. Requerimientos para selección del equipo. Representación en el ábaco psicrométrico.

### -Unidad Temática 6: EQUIPOS Y SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Sistemas unitarios con equipos de expansión directa. Autocontenidos exteriores. Individuales de ventana o muro. Roof-top. Autocontenidos interiores Wall Mount, compactos con condensador remoto por aire y por agua. Sistemas todo refrigerante con equipos Separados o Split Systems. Multisplit. Sistemas todo agua con equipos de expansión indirecta, Fan coil individuales, Water Chiller, tipos y características. Nociones básicas de selección de equipamientos. Sistema todo aire con volumen constante y variable. Sistemas aire-agua con fancoil centrales o manejadoras de aire, equipos de inducción, techos o pisos fríos. Sistemas de bomba de calor VRV o volumen de refrigerante variable, o WSHP con equipos de condensación por agua. Aplicaciones y características de cada sistema. Factores de proyecto, zonificación y regulación automática.

### -Unidad Temática 7: ESCURRIMIENTO DE FLUÍDOS.

Presión hidrostática. Caudal y flujo másico. Presión en las canalizaciones: estática y dinámica. Pérdida de presión en tuberías rectas, circulación de un fluido real, gradiente hidráulico (R). Ecuación fundamental de la circulación. Pérdida de presión en accesorios, longitud equivalente. Características de las bombas o ventiladores centrífugos. Contrapresión (H) en circuitos hidráulicos abiertos y



cerrados. Simplificación del cálculo. Leyes de ventiladores o bombas centrífugas. Montajes en serie o paralelo. Contrapresión en función del caudal. Construcción de la curva del sistema. Protección antivibratorias y de ruidos.

-Unidad Temática 8: DISEÑO DE CONDUCTOS Y REJAS.

Proyecto de Conductos, cambios de secciones, curvas, guidores. Cálculo de conductos de distribución de aire, tipos, características. Alta y baja velocidad. Ábaco de cálculo. Planteo de cálculo. Diámetro equivalente. Contrapresión del ventilador (Hv). Conductos de distribución de caudal variable. Ejemplo. Diseño de las compuertas. Persianas de by-pass. Elementos de regulación, persianas regulables y fijas. Difusión de aire en los locales, parámetros de diseño: Rejas de alimentación y Difusores. Rejas de retorno e interconexión. Filtros de aire, tipos, dimensionamiento.

-Unidad Temática 9: DISEÑO DE CAÑERÍAS.

Cañerías de distribución de agua tipos y características. Circuitos abierto, cerrado con retorno directo o compensado. Dilatadores de cañerías y tanque de expansión. Cálculo del volumen del TE. Cálculo de cañerías. Ábaco de cálculo. Planteo de cálculo, determinación del caudal de agua en circulación y del gradiente R, selección de la bomba circuladora, cálculo de la potencia teórica.

Válvulas. Filtros de agua.

Cálculo de cañerías de agua fría, colectores, dimensionamiento. Cálculo de cañerías de agua de condensación (agua torre de enfriamiento). Determinación del caudal. Abaco de cálculo para sistema abierto. Determinación de contrapresión de la bomba. Cálculo de cañerías de calefacción. Ejemplos de aplicación.

Cálculo de cañerías de refrigerante. Esquema del ciclo frigorífico, líneas de refrigerante: gas de succión; de gas de descarga y de líquido. Dimensionamiento. Ejemplo.

-Unidad Temática 10: SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y BALANCE TÉRMICO DE INVIERNO.

Clasificación de las instalaciones de calefacción. Sistemas: centrales, semi-centrales e individuales. Temperaturas exteriores e interiores de diseño. Pérdidas por transmisión de calor y suplementos de mejoramientos por: interrupción de servicio, orientación y pérdidas en cañerías o conductos. Aire exterior desde el mismo sistema o por infiltración en el caso de radiadores o piso radiante. Ejemplos de aplicación.

-Unidad Temática 11: CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE Y HUMECTACIÓN.

Clasificación. Equipos calefactores a gas. Detalles de instalación. Análisis comparativos, ventajas e inconvenientes. Calor de transmisión y de ventilación, ejemplo. Calefactor de conductos. Humectadores, tipos. Separadores de gotas. Cálculo del equipo de aire caliente. Cálculo de la serpentina de agua caliente. Ejemplo de aplicación.

-Unidad Temática 12: CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE.

Clasificación. Radiadores, convectores, caloventores, termozócalos y paneles radiantes (ver UT 13). Sistemas de distribución de agua: superior, inferior. Ejemplo de aplicación.

-Unidad Temática 13: CALEFACCIÓN POR PANELES RADIANTES.

Clasificación y características de funcionamiento. Diversos sistemas: Losas radiantes y Pisos radiantes. Ventajas e inconvenientes. Serpentes, tipos, planificación. Cálculo de las instalaciones, dimensionamiento de serpentines. Ejemplo de aplicación.

-Unidad Temática 14: ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN.

Combustibles. Quemadores, controles de seguridad. Calderas, tipos, instalación, hornallas. Chimeneas. Tanque de combustibles. Unidades terminales de calefacción: Radiadores, Convectores, Caloventiladores y Termozócalos. Proyecto y dimensionamiento. Ejemplos de aplicación.

-Unidad Temática 15: OTROS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y CONTROLES



Calefacción por estufas a gas. Sistemas de rayos infrarrojos, tiro natural o balanceado. Estufas catalíticas. Calefacción por bomba de calor, tipos y aplicaciones, válvula inversora. Resistencias eléctricas. Chimeneas y hogares, proyecto. Estufas de fundición. Intercambiadores de calor, tipos. Baterías. Controles automáticos de funcionamiento y seguridad. Principio básico de regulación automática.

#### -Unidad Temática 16: INSTALACIONES DE VENTILACION MECANICA

Necesidad de la ventilación. Ventiladores: centrífugos y axiales, tipos, criterio de selección. Características generales de los sistemas de ventilación. Formas de montaje de ventiladores. Métodos de cálculo del caudal de aire de ventilación: temperatura límite; máxima concentración de CO<sub>2</sub> y renovaciones horarias. Ventilación localizada. Campanas de extracción. Cortinas de aire caliente. Ventilación natural por conducto. Conceptos de diseño. Ejemplo de aplicación.

#### -Unidad Temática 17: ENERGÍAS NO CONVENCIONALES Y AHORRO ENERGÉTICO

Energía solar aplicada al calentamiento de agua, calefacción y refrigeración. Sistemas pasivos y activos, características básicas. Aplicaciones en instalaciones de agua caliente y calefacción, colectores, tanque de acumulación. Diseño de sistema de agua caliente domiciliar y planta de calefacción solar. Ejemplos de aplicación. Conservación de energía, aislamiento térmico de edificio e instalaciones. Sistemas de aprovechamiento energético en aire acondicionado.

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

#### **a) Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)**

- Clases Teóricas: Se efectúa una exposición oral de cada uno de las partes que componen las unidades temáticas con apoyo de pizarra y/o diapositivas o eventualmente videos de algún tema específico que requiera su percepción visual. Cada explicación teórica va acompañada con un ejemplo práctico de aplicación y en cada tema se especifica la bibliografía correspondiente.

- Clases Prácticas: El desarrollo de las clases prácticas consiste en la explicación de ejemplo típico de guía de trabajos prácticos, donde se indica el nivel de presentación requerido y facilita la realización de los trabajos grupales. Los trabajos se desarrollan con programas informáticos y planillas de cálculos. Se facilita a los alumnos una guía con la descripción temática y características de los trabajos que consisten en el proyecto completo de la instalación termomecánica de un edificio, con sus cálculos, ingeniería de detalle, especificaciones técnicas y cómputo de materiales y equipamientos, de modo que constituya un modelo de instrumento para una compulsa en el mercado, entre diversas empresas, en un pie de igualdad técnica, el que es dividido en las siguientes etapas:

- Trabajo Práctico N° 1 – Cálculo de cargas de aire acondicionado de verano. Aislaciones.
- Trabajo Práctico N° 2 – Diseño de conductos.
- Trabajo Práctico N° 3 – Cálculo del balance térmico de calefacción.
- Trabajo Práctico N° 4 – Diseño de cañerías de agua caliente. Calderas. Piso radiante.
- Trabajo Práctico N° 5 – Documentación completa del proyecto con Especificaciones Técnicas y cómputo de las instalaciones.

#### **b) Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)**

Como complemento del curso se ha confeccionado en INTERNET una página donde se pueden bajar artículos técnicos, manuales, estudios e informes así como las planillas con los programas para el cálculo de las instalaciones, que se utilizan en el curso.

Se complementa el curso con proyecciones, videos y conferencias sobre temas específicos, dictados por empresas fabricantes, especializadas en algunos temas particulares como puede ser:



- Sistemas de calefacción solar
- Equipos de aire acondicionado

## EVALUACIÓN

### Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

- Formación de grupos de trabajos prácticos: de hasta cuatro alumnos durante todas las clases previas a la fecha fijada para su presentación.
- Visado: en la fecha fijada para la presentación de cada trabajo práctico, el grupo de trabajo debe entregar una carpeta conteniendo el original del mismo terminado para su *visado*.
- Parcialito: para *la aprobación individual de cada trabajo práctico*, cada integrante del grupo que haya visado el trabajo práctico grupal, debe rendir un pequeño examen escrito denominado *parcialito* de 20 minutos de duración máxima, que consiste en la resolución de un ejemplo específico comprendido en el desarrollo del trabajo práctico se efectúa en la clase posterior a la del visado.
- Parciales: En las fechas fijadas en el cronograma anual se toman dos exámenes parciales individuales que comprenden en el desarrollo de temas tratados en forma teórica durante el curso.
- Aprobación de trabajos prácticos: El alumno está en condiciones de aprobar la carpeta de trabajos prácticos, en la última fecha de las clases regulares. Para estar en condiciones de ello, debe presentar la *carpeta completa individual* con las copias de los trabajos prácticos visados y *los respectivos parciales y parcialitos aprobados*. Además, debe cumplir con lo establecido por la Facultad o Departamento en cuanto a regularidad u otras normas vigentes.
- Recuperaciones: el visado de cada trabajo práctico por el Grupo o la aprobación del parcialito o parciales, pueden recuperarse en las fechas que se fijan a ese fin, fuera de las clases regulares o en las fechas fijadas de finales de diciembre y marzo. Solo es posible recuperar un solo parcialito o parcial por fecha.
- Evaluación final: el alumno aprueba la evaluación final, si cumple con las condiciones de regularidad y correlativas aprobadas. Debe efectuar la resolución de un ejercicio o problema práctico relacionado con las unidades temáticas y luego una evaluación teórica oral para determinar los conocimientos adquiridos de toda la materia.

### ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

- **Articulación horizontal:** se relaciona con la asignatura Instalaciones Eléctricas y Acústicas.
- **Articulación vertical:** tratándose de una Tecnología Aplicada, en el plan de estudios se consideran los fundamentos de las Ciencias y Tecnologías Básicas que sean de aplicación para proyectar y diseñar sistemas o componentes de las instalaciones, estando relacionada íntimamente con Física II y Tecnología de los Materiales. Además de Instalaciones Sanitarias y de Gas, Diseño Arquitectónico, Planeamiento y Urbanismo, y Proyecto Final.

### CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

#### 1° Cuatrimestre

UNIDAD TEMÁTICA	1	2	3	4	5	6	7	8	Reserva
SEMANAS	1	1	2	2	3	1	2	4	

#### 2° Cuatrimestre

UNIDAD TEMÁTICA	9	10	11, 12	13	14, 15, 16, 17	Reserva
SEMANAS	3	2	1	2	2	

### BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA



La bibliografía obligatoria de la cátedra se basa en los libros que forman parte de los textos generales del programa de la materia, cuya permanente consulta pueden efectuar los alumnos en la biblioteca de la Facultad o directamente en el Centro de Información de la Construcción del Departamento de Ingeniería Civil y comprenden:

- Instalaciones de aire acondicionado y calefacción. Ing. Néstor Quadri. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. 8° Ed. 2007.
- Manual de aire acondicionado y calefacción. Diseño y Cálculo Ing. Néstor Quadri. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. 5° Ed. 2009.
- "Guía de Trabajos Prácticos. Tablas y Gráficos de Instalaciones de Calefacción, Aire acondicionado y Ventilación". Ing. Carlos Benítez, Heriberto Bless, Francisco Crigna. Centro de Estudiantes de Ingeniería Tecnológica. UTN. Facultad Regional Buenos Aires. Código: P4ET1. Año 2014.

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Los 4 manuales con actualización periódica de la sociedad norteamericana de ingenieros en calefacción, refrigeración y aire acondicionado (ASHRAE Handbook – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers – 2007 al 2010). EUA.
- Acondicionamiento de aire y refrigeración. Carlo Pizzeti. Editorial Interciencia. Madrid. España. 2° Edición 1991
- Manual de aire acondicionado. Carrier Air Conditioning Company. Editorial Paraninfo. Madrid. España. Ed. 2009.
- Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning ASHRAE Handbook – Fundamentals, EEUU. Ed. 1997.
- Tratado de calefacción y acondicionamiento de aire. Rietchell-Raiss. Editorial Labor. Barcelona. España. 2° Ed. 1965
- Acondicionamiento térmico en edificios: Ings. Diaz y Barreneche. Librería técnica. Buenos Aires. Argentina. Ed.2005
- Calidad del Ambiente Térmico. Alberto Viti -Documentos técnicos en la edificación DTIE – ATECIR – Madrid –España – Ed. 1996
- Sistemas de Aire Acondicionado – Calidad del aire interior. Ing. Néstor Quadri. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. Ed. 2001.
- Calefacción radiante. R. Shoemaker Editorial Hassa. Buenos Aires – Argentina. Ed. 1964
- Ventilación industrial – E.Carnicer Rojo. Editorial Paraninfo. España. Ed. 1991
- Sistemas de Aire Acondicionado - Calidad del aire interior. Ing. Néstor Quadri. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. Ed. 2001.
- Calefacción y refrescamiento por superficies radiantes. Ortega Rodriguez. Editorial Paraninfo. Madrid. España. 2001.
- Ventilación industrial – E.Carnicer Rojo. Editorial Paraninfo. España. Ed. 1991
- Energía solar. Ing. Néstor Quadri. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. Ed.4° 2005.
- Normas IRAM 11601 y 11603. Coeficientes de transmisión de calor y Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Norma ASHRAE 55/92 – Termal Enviroment conditions for Human Occupancy
- Norma ASHRAE 62/89 – Termal Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality