



PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Proyecto de Instalaciones de Aire
Acondicionado y Refrigeración

Año Académico: 2026

Área: Térmica y fluidos

Bloque: Tecnologías aplicadas

Nivel: 5

Tipo: Electiva

Modalidad: Anual

Plan: 2023 (Ordenanza 1901)

Cargas horarias totales:

| <i>Horas reloj</i> | <i>Horas cátedra</i> | <i>Horas cátedra semanales</i> |
|--------------------|----------------------|--------------------------------|
| 96 | 128 | 4 |

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:

Profesor Adjunto: Ing. Omar Aníbal Fainberg

ATP 1º: Ing. Matías Maguiña Leston

FUNDAMENTACIÓN

El propósito de la materia es que el alumnado se introduzca en los conceptos y las tecnologías actualmente empleadas en las instalaciones de aire acondicionado y refrigeración industrial, analizando los diferentes sistemas empleados para este tipo de instalaciones, sus ventajas, desventajas y características principales para su aplicación. Teniendo en cuenta la importancia de la industria del aire acondicionado y su tratamiento, la asignatura promueve que el estudiantado se capacite de forma profesional, con miras a que los y las graduadas tengan la posibilidad de incorporarse laboralmente en la industria.



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 |
| CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo | | 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)

- Aplicar los criterios de selección y de cálculo que permiten proyectar, montar y poner en marcha las diferentes instalaciones de aire acondicionado y refrigeración.
- Implementar alternativas de solución a los distintos requerimientos de acondicionamiento de aire y refrigeración, considerando los estándares de higiene y seguridad y los aspectos económico-financieros para cada aplicación.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Conocimientos de las pautas mínimas para la realización de una instalación de aire acondicionado.
- Proyecto de Instalaciones para lugares específicos.
- Proyecto de instalaciones para conservación de alimentos.
- Aplicación de energías alternativas para el funcionamiento de los equipos.



Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: BALANCE TÉRMICO

Concepto de Aire Acondicionado, confort, calidad de aire interior IAQ (Indoor Air Quality). Balance Térmico para ciclos verano e invierno, cargas externas e internas. Calor Sensible y Latente. Psicrometría, Factor de Calor Sensible del Local (FCSL) y Factor de Calor Sensible Total (FCST). Trazado en el diagrama psicrométrico de la evolución del aire en un equipo acondicionador.

UNIDAD TEMÁTICA II: EQUIPOS DE EXPANSIÓN DIRECTA

Sistema de acondicionamiento, mediante equipos compactos con condensación por aire y por agua. Equipos auxiliares: Torres de enfriamiento, bombas, cañerías, esquemas típicos de conexión. Aplicaciones. Dimensionamiento de cañerías, sistema abierto. Cálculo de contrapresión en cañerías y accesorios.

UNIDAD TEMÁTICA III: DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Distribución de aire, conductos, materiales, fabricación y montaje. Normas SMACNA. Accesorios, persianas de regulación, dampers, persianas fijas de toma de aire y expulsión, filtros acústicos. Selección de Rejas y Difusores. Dimensionamiento de conductos, método de igual fricción. Cálculo de pérdida de carga en conductos y accesorios.

UNIDAD TEMÁTICA IV: SISTEMA AGUA-AIRE (FAN-COIL)

Sistema de Acondicionamiento empleando el agua como fluido intermediario, sistema Fan coil centrales y terminales. Sistemas de dos tubos y cuatro tubos, ventajas y desventajas, esquemas de conexión, aplicaciones. Sistema de conexión directa y compensada. Planta generadora de agua fría (Chillers), Máquina Enfriadora de agua con condensación por aire y por agua. Selección de equipos Fan Coils y Máquina Enfriadora. Dimensionamiento de cañerías, sistema cerrado. Cálculo de contrapresión en cañerías y accesorios, selección de bombas. Sistema de control.

UNIDAD TEMÁTICA V: EQUIPOS DE PRECISIÓN

Equipos de Precisión, definición, requerimientos particulares de este tipo de salas, (centro de cómputos, salas de racks, data centers, etc.), características técnicas, distintos tipos de equipos, up-flow, down-flow, aplicaciones. Equipos In-Row. Pasillos fríos y calientes.

UNIDAD TEMÁTICA VI: ÁREAS LIMPIAS

Instalaciones de aire acondicionado para áreas estériles. Filtrado de aire, tipos de filtros, ensayos, normas internacionales, aplicaciones típicas. Requerimientos especiales en áreas críticas, quirófanos, laboratorios farmacológicos, etc. Presiones relativas para evitar contaminación entre áreas distintas.



UNIDAD TEMÁTICA VII: SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Sistemas de calefacción por agua caliente y/o vapor. Calderas, Intercambiadores de Calor, Radiadores, Caloventiladores, calefactores centrales a gas.

Sistema de calefacción por losa radiante y piso radiante.

UNIDAD TEMÁTICA VIII: SISTEMAS DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE

Sistemas de volumen y temperatura variable (VVT), características técnicas, dampers, cajas de volumen variable serie y paralelo, ventajas respecto a un sistema de volumen y temperatura constantes, aplicaciones, sistema de control.

Sistema de volumen de refrigerante variable (VRV), características técnicas, unidades interiores, unidades exteriores, capacidades, distancias máximas de cañerías de refrigerante. Sistemas Heat Pump y Heat Recovery, ventajas, componentes, aplicaciones. Sistemas (VRV) condensador por agua, aplicación de la geotermia.

UNIDAD TEMÁTICA IX: REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

Aplicaciones de la refrigeración, refrigeración doméstica, comercial, industrial y refrigeración para el transporte. Conservación de alimentos, condiciones de almacenamiento. Métodos de congelación. Cálculo de la carga de enfriamiento. Calor vital. Compresores alternativos, scroll, tornillo y centrífugo.

Evaporadores, distintos tipos, dimensionamiento, mantenimiento.

Condensadores enfriados por aire y por agua, distintos tipos, mantenimiento.

Refrigerantes empleados en refrigeración. Cálculo de las cañerías de refrigeración.

Control del flujo de refrigerante, válvulas de expansión termostática compensada, válvulas de expansión electrónica, selección de las mismas. Separador de aceite, filtros deshidratadores, visor de líquido, válvulas solenoide. Métodos de descongelamiento.

Métodos de recuperación de refrigerantes.

Ciclo de refrigeración por absorción.

UNIDAD TEMÁTICA X: SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN SUSTENTABLES

Instalaciones sustentables. Recuperadores de calor, enfriamiento gratuito (free-cooling). Almacenamiento de agua enfriada. Generación simultánea de agua fría y caliente. Sistema de bomba de calor, empleando agua como fuente térmica (Water source heat pump). Empleo de la energía solar para sistemas de calefacción y generación de agua caliente.



DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

| Modalidad organizativa de las clases | Horas Reloj totales presenciales (o sincrónicas) | Horas reloj virtuales asincrónicas totales | Horas totales |
|--------------------------------------|--|--|---------------|
| Teórica | 54 | 0 | 54 |
| Formación práctica | 42 | 0 | 42 |

| Tipo de prácticas | Horas Reloj totales presenciales (o sincrónicas) | Horas reloj asincrónicas totales | Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo) |
|--|--|----------------------------------|--|
| Formación experimental | | | |
| Problemas abiertos de Ingeniería (ABP) | | | |
| Proyecto y diseño | 42 | 0 | Aula |
| Otras: | | | |
| Práctica supervisada | | | |
| Total de horas | 42 | 0 | |

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Dado que se trata de una materia de proyecto, el criterio de las clases teóricas y prácticas es brindarle al alumnado las herramientas necesarias para que luego ellos mismos reúnan la información técnica necesaria para la realización de dichos proyectos, en base a los conocimientos adquiridos en clase y de la misma manera que lo harían en una empresa, es decir, recurriendo a catálogos e información general de empresas del mercado nacional e internacional a través de distintos medios.

Trabajos Prácticos

La mayoría de los temas desarrollados en clase tienen como cierre la realización de un Trabajo Práctico a realizarse en grupos de no más de dos o tres estudiantes. Cada actividad práctica comprende la competencia referida a la evaluación económica de un proyecto de ingeniería.

- **TP1 - Balance Térmico:** de una vivienda, fábrica u oficinas, el cual se desarrollará en forma manual y con la herramienta de software HAP 5.1 Carrier para balances térmicos. Involucra las competencias de cálculos de sistemas térmicos.



- **TP2 - Selección de un Equipo Acondicionador para una vivienda y distribución de aire:** requerido para el proyecto asignado en función al balance térmico realizado en el TP1. Se realiza el dimensionamiento de los conductos, rejas y difusores de aire necesarios, los cuales deberán plasmarse en un plano de proyecto, empleando manuales y catálogos actualmente utilizados en la industria. Involucra las competencias de cálculo e implementación de alternativas de solución en ingeniería.
- **TP3 - Proyecto de una instalación de VRV para una oficina:** diseño de un sistema VRV para un proyecto asignado, selección de equipos, cálculo de cañerías de refrigerante, y planos de proyecto, mediante el empleo de software de fabricantes de los mismos. Comprende el cálculo y diseño de un sistema termo-mecánico.
- **TP4 - Proyecto de un sistema Fan Coil:** selección del equipamiento requerido para un sistema agua-aire (Fan Coil), dimensionamiento de las cañerías de agua fría y caliente, válvulas, cálculo de bombas circuladoras de agua, tanques de expansión, Chillers y Calderas. Comprende el cálculo y diseño de un sistema termo-mecánico.
- **TP5 - Proyecto de una instalación para un área limpia:** selección del equipamiento de filtrado de aire para un proyecto del tipo hospitalario o farmacéutico. Comprende la evaluación de una alternativa de solución en ingeniería.
- **TP6 - Cámara frigorífica:** diseño y cálculo de una cámara frigorífica para conservación de alimentos, selección del equipamiento frigorífico necesario, cañerías, accesorios y planos de proyecto. Se utiliza un software de la empresa Danfoss. Comprende el cálculo y diseño de un sistema termo-mecánico.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

La evaluación del alumnado es a través de sus Trabajos Prácticos, cada uno de los cuales tendrá una nota individual. La aprobación de cada TP es con 6 (seis) puntos mínimos y la nota final de cada cuatrimestre será el promedio de notas de los TP's en ese período. Dichos trabajos prácticos grupales se realizan teniendo el criterio de un proyecto real, es decir los alumnos presentarán cada trabajo práctico una vez realizado y será evaluado por los docentes, pudiendo tener observaciones que deberán ser corregidas por los alumnos de la misma manera que sucede en la vida real. El TP será presentado tantas veces como sea necesario hasta alcanzar su aprobación y en consecuencia su nota final. Los TP's no se recuperan.

Dado que los trabajos prácticos son grupales, como complemento de evaluación los alumnos deberán responder un cuestionario múltiple choice, teórico-práctico, por cada TP.

La condición final de aprobación de los alumnos es tener todos los TP's y sus correspondientes cuestionarios aprobados.

En caso de reprobación algún cuestionario, los alumnos cuentan con dos (2) recuperatorios por cada uno de ellos, el primero en diciembre y el segundo en febrero/marzo.



Para obtener la promoción de la materia, el alumno deberá tener una nota en sus TP's no menor a ocho (8) puntos en cada cuatrimestre y tener todos los cuestionarios aprobados con la opción de hasta uno (1) recuperatorio de los mismos.

En el caso en que el alumno apruebe con una nota menor a ocho (8) en alguno de los cuatrimestres o bien haya tenido que recuperar en segunda instancia alguno de los cuestionarios, deberá rendir examen final.

Requisitos de regularidad

Para alcanzar la condición de regularidad y poder dar un examen final, el alumno debe aprobar la totalidad de los TP's con nota mínima seis (6) en cada uno de ellos, a fin de promediar seis (6) o más en cada cuatrimestre.

Se requiere un 75% de asistencia.

Requisitos de aprobación indirecta por examen final

El alumnado que apruebe la cursada, pero no alcance las condiciones de promoción, deberán rendir un examen final, cuya nota mínima de aprobación es de seis (6).

El examen final consta de un proyecto integrador que la cátedra le asigna al alumno, para que lo desarrolle y se presente a defenderlo en la fecha de examen final.

Requisitos de aprobación directa por promoción

Si el promedio de notas de los trabajos prácticos alcanza ocho (8) o más puntos en cada cuatrimestre y aprueba todos los cuestionarios hasta la primera instancia de recuperación, se alcanza la condición de promoción de la asignatura.

En el caso en no se alcance esa condición con los TP's, o deba aprobar algún cuestionario en segunda instancia de recuperación, se tendrá la opción de rendir un examen final.

Se requiere un 75% de asistencia.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La materia se nutre e interactúa con las siguientes asignaturas de la carrera:

Verticalmente

Con *Termodinámica* (tercer nivel), dado que los procesos de transferencia de calor, ciclos frigoríficos, conceptos como la entalpía y entropía, entre otros, y las diferentes formas de energía son vistos en dicha materia.

Mecánica de los fluidos (cuarto nivel), dado que sus conceptos se aplican en el dimensionamiento de conductos de aire, cañerías de agua y sus accesorios.

Electrotecnia y Máquinas Eléctricas (cuarto nivel) dado que los conceptos de dispositivos de arranque y protección de motores, corriente monofásica y trifásica son necesarios para entender el funcionamiento de los equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración.

Electrónica y Sistemas de Control (cuarto nivel) para entender las lógicas de control de los sistemas de climatización y refrigeración.



Horizontalmente

Instalaciones industriales (quinto nivel): en lo referido a acondicionamiento de espacios.
Proyecto Final (quinto nivel): En proyectos de ingeniería mecánica de aire acondicionado y refrigeración.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

| Clase | Tema | Modalidad |
|-------|--|------------|
| 1 | Introducción –Transmisión del calor- Psicrometría | Presencial |
| 2 | Balance Térmico en verano | Presencial |
| 3 | Balance Térmico en invierno | Presencial |
| 4 | T. Práctico 1: Balance Térmico | Presencial |
| 5 | Equipos de expansión directa | Presencial |
| 6 | Distribución de aire | Presencial |
| 7 | Selección de rejillas, difusores y accesorios | Presencial |
| 8 | T. Práctico 2: Selección de un Equipo Acondicionador para una vivienda y distribución de aire | Presencial |
| 9 | Balance Térmico con software HAP | Presencial |
| 10 | Sistemas VRV | Presencial |
| 11 | T. Práctico 3: Proyecto de una instalación de VRV para una oficina | Presencial |
| 12 | Clase de consultas y revisión TP's | Presencial |
| 13 | Sistemas agua-aire (Fan Coil) Parte I | Presencial |
| 14 | Sistemas agua-aire (Fan Coil) Parte II | Presencial |
| 15 | Sistemas bombeo Primario/secund. | Presencial |
| 16 | T. Práctico 4: Proyecto de un sistema Fan Coil | Presencial |
| 17 | Filtrado de aire | Presencial |
| 18 | Áreas limpias-Cascadas de presiones T. Práctico 5: Proyecto de una instalación para un área limpia | Presencial |
| 19 | Sistemas condensados por agua -Torres de Enfriamiento | Presencial |
| 20 | Sistemas de calefacción | Presencial |
| 21 | Equipos de precisión | Presencial |
| 22 | Cámaras frigoríficas | Presencial |
| 23 | Balance Térmico para cámaras frigoríficas | Presencial |
| 24 | Evaporadores y Condensadores | Presencial |
| 25 | Compresores, tipos y aplicaciones | Presencial |
| 26 | Cañerías refrigeración y accesorios | Presencial |
| 27 | T. Práctico 6: Cámara frigorífica | Presencial |
| 28 | Aplicación de software Danfoss para cálculo de cámaras frigoríficas | Presencial |
| 29 | Clase de consultas y revisión TP's | Presencial |
| 30 | Clase de Laboratorio Desarrollos mecánicos y tecnologías aplicadas | Presencial |



| | | |
|----|----------------------------------|------------|
| 31 | Máquina enfriadora por absorción | Presencial |
| 32 | Revisión final TP's | Presencial |

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- ASHRAE (2024). *ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment (I-P)*. ASHRAE.
- ASHRAE (2024). *ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment (SI)*. ASHRAE
- Althouse, A. D.; Turnquist, C. H.; Bracciano, A. F.; Bracciano, D. C.; Bracciano, G. M. (2023). *Modern Refrigeration and Air Conditioning*. Goodheart-Wilcox.
- ASHRAE (2023). *ASHRAE Handbook—HVAC Applications*. ASHRAE
- ASHRAE (2022). *ASHRAE Handbook—Refrigeration*. ASHRAE
- ASHRAE (2021). *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. ASHRAE
- ASHRAE (s.f). *ASHRAE Journals*. Obtenido de
- <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-journal>
- Quadri, Néstor P. (2008). *Instalaciones de Aire Acondicionado y Calefacción*. Editorial Alsina.
- Rapin-Jacquard (2001). *Formulario del Frío*. Ed. Alfaomega-Marcombo.
- Miranda Barreras, Ángel L. (2000). *Aire Acondicionado*. Editorial CEAC.
- Dossat, Roy (1999). *Principios de Refrigeración*. Editorial CECSA.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Mc Quiston-Parker-Spitler (2005). *Heating, Ventilating and Air Conditioning*. Editorial John Wiley & Sons, Inc.
- Carrier Air Conditioning Company (1970). *Manual de aire acondicionado*. Marcombo.

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES

| PARA CURSAR Y RENDIR | |
|-------------------------|---------------|
| Cursadas | Aprobadas |
| Mecánica de los fluidos | Termodinámica |