

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS**  
**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE MECANICA**

**Ciclo Lectivo 2022**

**Planificación Anual de la Asignatura**  
**REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO**

Ing. Edgar Oscar PALMA – Profesor Asociado

Ing. Orlando Antonio IBARRA – Jefe de Trabajos Prácticos

Ing. Gustavo Ariel GUZMAN – Ayudante Docente de Primera

## 1.- IDENTIFICACIÓN:

- 1.1- Nombre de la Asignatura : REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO
- 1.2- Carrera : INGENIERIA ELECTROMECHANICA
- 1.3- Ubicación de la Asignatura en el Plan de Estudios:
  - 1.3.1- Módulo: 10° - Año: 5°
  - 1.3.2- Correlativas Anteriores: Aprobadas todas las asignaturas del séptimo módulo y regularizadas Instalaciones Eléctricas y Sistemas de control.
  - 1.3.3- Correlativas Posteriores: No tiene por ser asignatura del último modulo de la carrera.
- 1.4- Objetivos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura: El Plan de Estudios de la carrera para Ingeniero Electromecánico no contempla objetivos por asignaturas sino objetivos por áreas. La asignatura Refrigeración y Aire Acondicionado se encuentra en el “Area Térmica y Fluidos”. Se transcribe: *“Comprende (el área) asignaturas que completan el conocimiento: del comportamiento de los fluidos, las condiciones energéticas, la modelización, las transformaciones energéticas, las máquinas motoras y generadoras, realizando la aplicación al campo electromagnético”*.
- 1.5- Contenidos mínimos establecidos en el Plan de Estudios para la Asignatura: Ciclos Termodinámicos de Refrigeración. Refrigeración por compresión de vapor. Unidades Evaporadoras y Unidades Condensadoras. Control de Flujo. Refrigerantes. Psicrometría. Fundamentos higiénicos del aire acondicionado. Carga de enfriamiento y carga de calefacción. Instalaciones para refrigeración, aire acondicionado y calefacción. Refrigeración por absorción.
- 1.6- Carga horaria semanal y total: 6 horas semanales – 90 horas totales
- 1.7- Año académico: 2022

## 2.- PRESENTACIÓN

- 2.1- Ubicación de la Asignatura como tramo de conocimiento de una disciplina.

El estudio de la Refrigeración y el Aire Acondicionado ha progresado constantemente hacia un tratamiento más racional. Este curso pretende que el planteamiento analítico de la refrigeración y el acondicionamiento del aire dé otro paso adelante. También podemos decir que la industria de esta ciencia aplicada cada día se extiende más y encuentra mas aplicaciones por lo que resulta imprescindible en la curricula para la completa formación del estudiante de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

- 2.2- Conocimientos y habilidades previas que permiten encarar el aprendizaje de la Asignatura

Los conocimientos y habilidades previas que se requieren de los alumnos tienen que ver con el adecuado manejo y resolución de cuestiones involucradas con la termodinámica, la transmisión del calor y la mecánica de los fluidos. En este orden debe destacarse la necesidad de que los cursos anteriores de estos tres campos, además de brindar al alumno amplios y profundos conocimientos conceptuales sobre diversas ramas de esas ciencias, resulten formadores de una concepción de procedimientos que permita al futuro ingeniero electromecánico, tanto interpretar como desarrollar los modelos e inferir su comportamiento. También es necesario el conocimiento previo de las instalaciones eléctricas y de los sistemas de control y automatización.

### 3.- OBJETIVOS

3.1- Objetivos Generales: que el alumno adquiriera los conocimientos conceptuales y procedimentales que le permitan abordar todo tipo de exigencias durante su desempeño profesional y que logre resolver mediante un adecuado análisis, todas las cuestiones vinculadas a la refrigeración y al tratamiento del aire para su utilización, ya sea en el plano industrial (todo tipo de establecimientos fabriles), como en edificios de uso público y/o privado.

3.2- Objetivos Específicos; que el alumno logre:

- reconocer y clasificar los sistemas termodinámicos que se utilizan en esta área.
- determinar el estado termodinámico de los fluidos frigoríficos a partir del conocimiento de dos variables.
- modelizar los sistemas de transmisión y/o transformación de energía que se utilizan en esta rama de la ciencia.
- manejar todo tipo de instrumental utilizado en esta industria, incluido los de última generación, a partir de prácticas de laboratorio.
- proyectar instalaciones inteligentes de aire acondicionado en establecimientos industriales, como así también en edificios públicos y privados.
- Proyectar, calcular y mantener en funcionamiento cámaras frigoríficas.
- Proyectar, calcular y mantener en funcionamiento instalaciones que utilicen la refrigeración por absorción.
- desarrollar una conciencia de ahorro energético y respeto ambiental, observando así mismo, las normas de protección del medio ambiente y del hombre, consolidando su sentido del deber, la ética y el amor a la profesión y desarrollando en los estudiantes la capacidad de comunicarse en forma oral y escrita, exponiendo con calidad sus criterios.

### 4.- SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS

4.1- Programa Sintético sobre la base de los contenidos mínimos

Refrigeración y Aire Acondicionado. Conceptos y Definiciones. Historia y Métodos de refrigeración. Unidades de refrigeración. Refrigerantes. Requisitos para su utilización. Clasificación. Tipos. Presiones y Temperaturas de uso.

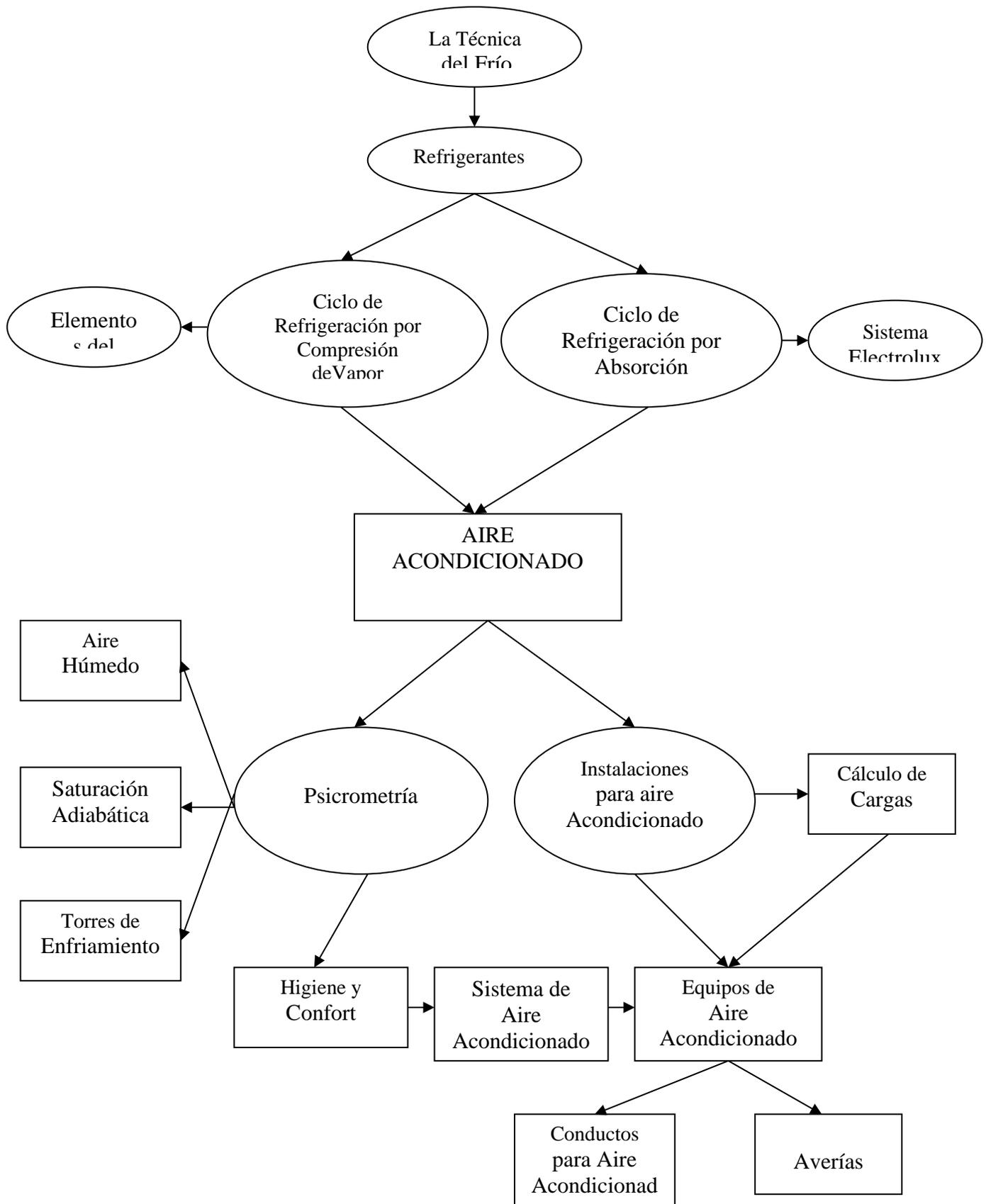
Ciclos Termodinámicos de Refrigeración. Ciclo de Compresión de Vapor. Ciclo Estándar de compresión de vapor. Ciclo real. Sistemas de presiones múltiples. Depósito separador y enfriador. Distintas combinaciones de compresores y evaporadores. Bombas de calor.

Compresores. Distintos tipos de compresores utilizados en la refrigeración. Motocompresores herméticos y semiherméticos. Funcionamiento. Rendimientos. Unidades Condensadoras. Clasificación. Distintos tipos. Funcionamiento. Unidades Evaporadoras. Clasificación. Tipos. Funcionamiento. Dispositivo de Expansión. Clasificación. Tipos. Funcionamiento.

Refrigeración por absorción. Sistema electrolux. Funcionamiento. Refrigerantes utilizados. Comparación económica. Refrigeración solar.

Psicrometría. Estudio del aire húmedo. Procesos y aplicaciones. Higiene y condiciones de confort. Instalaciones para refrigeración y acondicionamiento de aire. Calculo de cargas de enfriamiento y calefacción.

## 4.2- Articulación Temática de la Asignatura



#### 4.3-Programa Analítico

### **Unidad 01: LA TECNICA DEL FRIO**

01.1: Empleo del frío. Historia de la refrigeración. Definiciones. Objetos y Procesos. Procesos de mezclas. La máquina frigorífica. Bomba de calor. Ciclo de inversión de la máquina térmica. Ciclo inverso de Carnot. Eficiencia térmica.

### **Unidad 02: REFRIGERANTES**

02.1: Los Refrigerantes. Condiciones termodinámicas para los refrigerantes. Condiciones generales para los refrigerantes. Clasificación. Identificación. Normas de seguridad. Curvas de Tensión de Vapor. Tablas de refrigerantes. Refrigerantes ecológicos y refrigerantes sustitutos. Influencia de los refrigerantes en el tamaño relativo de los equipos.

### **Unidad 03: EL SISTEMA DE COMPRESION DE VAPOR**

03.1: El Ciclo de compresión de vapor. Ciclo Estándar. Ciclos en régimen húmedo: factibilidad de su realización. Ciclo en régimen seco. Temperaturas medias termodinámicas. Refrigeración por etapas. Diagramas de ciclos. Posibilidades de mejoras. Condiciones reales. Sistemas múltiples. Disposición en cascada.

03.2: El compresor. Distintos tipos de compresores. El compresor alternativo. Compresores herméticos y semi-herméticos. Funcionamiento. Rendimientos volumétrico y adiabático. Potencia necesaria. Capacidad de Refrigeración. Funcionamiento del compresor real. Evaluación de un compresor. Compresores rotativos. Compresores centrífugos. Compresores a tornillo.

03.2: El condensador. Objetivo. Condensadores enfriados por agua. Condensadores enfriados por aire. Transmisión del calor. Relación entre calor transmitido y calor absorbido en el evaporador. Coeficiente de condensación. Incrustaciones. Funcionamiento.

03.3: Dispositivos de Expansión. Función. Tubos capilares. Punto de equilibrio y método de elección de un capilar. Válvula de expansión: a presión constante y termostática. Válvula de flotador. Puntos de equilibrio de las válvulas de expansión.

03.4: El Evaporador. Función. Tipos de evaporadores. Evaporadores con circulación natural. Evaporadores inundados. Evaporadores indirectos y evaporadores de expansión directa. Transmisión de calor. Superficies con y sin aletas.

03.5: El Sistema Total de Compresión de Vapor. Análisis de datos. Equilibrio del conjunto. Método para compresión en dos etapas. Aplicación a las cámaras frigoríficas.

### **Unidad 04: REFRIGERACION POR ABSORCION**

04.1: El Sistema de Absorción. Introducción. Funcionamiento del sistema. Mezclas binarias. Sistemas agua-amoníaco; bromuro de litio-agua. Análisis del sistema. Diagrama i-s. Mejoras en los sistemas. Sistema Electro lux. Comparaciones.

## **Unidad 05: ACONDICIONAMIENTO DE AIRE**

05.1: Psicrometría. Aire húmedo. Contenido de agua, humedad relativa. Grado de saturación. Volumen específico. Peso molecular. Diagrama i-x. Entalpía del vapor húmedo. Construcción del diagrama. Mezcla del aire húmedo, cambio de estado con agregado de calor y de agua. Dirección de la transformación. Evaporación del agua en el aire. Enfriamiento límite. Psicrómetro. Diagramas psicrométricos. Gases y vapores. Punto de rocío. Problemas sobre aire húmedo.

05.2: Intercambios de calor y humedad entre agua y aire. Zonas de intercambio. Cámara de contra corriente. Balances térmicos y de materia. Coeficiente de evaporación. Ley de Lewis. Ley de Merkel. Saturador adiabático. Entalpía potencial. Serpentes de enfriamiento y desecación. Instalaciones de rociado. Tipos. Regla de la línea recta. Lavadores de aire. Torres de enfriamiento. Condensadores evaporativos.

05.3: Aire Acondicionado. Finalidad. Fundamentos higiénicos. Regulación del calor del cuerpo. Confort. La temperatura de la piel como escala de confort. La temperatura efectiva como escala de confort. Comparaciones. Influencia del clima exterior sobre el confort en espacios cerrados. Influencia del vestido. Efecto del choque. Influencia de la actividad y el calor radiante. Temperatura efectiva económica. Estándar de temperatura y humedad para calefacción y acondicionamiento en verano. Estándar de circulación de aire. Estándar de ventilación. Pirámide de pico. Otros factores. Calefacción.

05.4: Sistemas de Acondicionamiento. Sistemas generales. Sistemas todo-aire. Sistemas de volumen constante y temperatura variable. De volumen variable y temperatura constante. Sistemas en paralelo. Sistemas de doble conducto. Sistemas de caudal variable y temperatura constante. Sistemas agua-aire. Unidades de inducción. Unidades ventilador-serpentin (Fan-coil). Sistema todo agua. Sistemas de expansión directa.

## **Unidad 06: INSTALACIONES PARA AIRE ACONDICIONADO**

06.1: Metodología de Cálculo de un Sistema de Acondicionamiento. Esquema de la instalación de aire acondicionado. Cantidad de aire a suministrar. Deshumidificación y enfriamiento, separados y simultáneo. Factor del calor sensible. Factor de by-pass y de contacto. Condiciones interiores y exteriores de diseño. Cálculo de la carga térmica. Calor solar luminoso. Calor solar oscuro. Infiltración de aire caliente; calor sensible y calor latente producidos por las personas. Calor de aparatos y motores. Instalaciones. Problemas: aire de retorno, aire by-paseado. Ejemplos de cálculo instalaciones de acondicionamiento de aire en verano e invierno.

06.2: Cálculo de los Conductos de Aire. Resumen de conceptos fundamentales. Caída de presión. Pérdidas en los conductos. Cálculo según Carrier. Velocidades máximas recomendadas. Distribución del aire. Principio de la distribución. Distribución, dimensionado y ubicación de las grillas. Disposición según los tipos de ambiente. Grillas de retorno.

06.3: Equipos para Control de Temperatura y Humedad. Regulación automática de la temperatura. Control neumático y eléctrico. Termostatos neumáticos, de acción positiva y graduada. Termostatos eléctricos. Humidistatos. Válvulas de diafragma. Dispositivo de accionamiento de los compresores.

06.4: Detección de Averías. Localización y detección de averías. Averías más comunes. Instrumental necesario. Aplicación de las mediciones realizadas en tablas y ábacos de refrigerantes.

#### 4.3.1-Planificación Prevista para el desarrollo del Programa Analítico (2º Cuatrimestre)

M E S	1ª SEMANA	2ª SEMANA	3ª SEMANA	4ª SEMANA	5ª SEMANA
<i>Agosto</i>			La Técnica del Frío Refrigerantes	Ciclo Estándar de Compresión de Vapor	-
<i>Septiembre</i>	Refrigeración por Absorción	Psicrometría Aire Húmedo.	Torres de Enfriamiento	Condiciones de Confort	Sistemas de aire Acondicionado.
<i>Octubre</i>	-	Instalaciones para aire Acondicionad	Cálculo de las cargas térmicas	Conductos de a.acondicionado	Equipos de Control de aire acondicionado
<i>Noviembre</i>	Proyecto de Instalación	Equipos para Control de Temperatura y Humedad	Detección de las Averías en los equipos	-	-

#### 4.4- Programa y cronograma de Trabajos Prácticos

T.P. N°	Temas para la Resolución de Problemas de Ingeniería
1	Ciclos de Refrigeración. Unidades.
2	Refrigerantes.
3	Ciclo Estándar de Compresión de Vapor.
4	Sistemas de presiones múltiples. Compresores.
6	Evaporadores y Condensadores.
7	Válvulas de Expansión.
8	Refrigeración por Absorción.
9	Aire Húmedo. Diagrama Psicrométrico. Torres de enfriamiento
10	Cálculo de las cargas térmicas de enfriamiento y Calefacción.
11	Cálculo de conductos para aire acondicionado
12	Proyecto de acondicionamiento de aire para una instalación.

<i>M E S</i>	<i>1ª SEMANA</i>	<i>2ª SEMANA</i>	<i>3ª SEMANA</i>	<i>4ª SEMANA</i>	<i>5ª SEMANA</i>
<i>Agosto</i>	-	-	-	TP1	TP2
<i>Septiembre</i>	-	TP3	TP4	TP5	TP6
<i>Octubre</i>	-	TP7	TP8	TP9	TP10
<i>Noviembre</i>	-	TP11	TP12		

#### 4.5- Programa y cronograma de Prácticas de Laboratorio

Práctica de Laboratorio N°	DESCRIPCION	DESARROLLO
01	CICLO DE REFRIGERACIÓN	4º Semana de Setiembre
02	CICLO DE ABSORCIÓN	4º Semana de Octubre
03	PSICROMETRIA	2ºSemana de Noviembre

## 5- BIBLIOGRAFÍA

### 5.1- Bibliografía General

- 1.- Stoecker, W.F. – Refrigeración y Acondicionamiento de Aire. - Ed. Mc Graw – Hill. México 1978.
- 2.- Carrier Air Conditioning Company – Manual de Aire Acondicionado – Ed. Marcombo – España 1994.
- 3.- Dossat, Roy – Principio de Refrigeración – Ed. Compañía Editorial S.A. – México 1993.
- 4.- Fischer, Roger; Chernoff, Ken – Aire Acondicionado y Refrigeración – Ed. Mc Graw – Hill - Mexico 1995.
- 5.- Apuntes Cátedra de Refrigeración y Aire Acondicionado.

### 5.2.- Bibliografía Específica

- 1.- Godoy, Francisco – Climatización - Instalaciones Termofrigoríficas – Ed. Paraninfo – Madrid 1994
- 2.- Rapin, P.J. – Instalaciones Frigoríficas – Tomos I y II - Ed. Marcombo – Barcelona 1992
- 3.- Conan, Jean G. – Refrigeración Industrial – Ed. Paraninfo – Madrid 1990.
- 3.- Miranda Barreras, Angel – La Psicrometría – Ed. Ceac – España 1996.
- 4.- Miranda Barreras, A.; Campos Mariano – Cámaras Frigoríficas – Ed. Ceac – España 1996.
- 5.- Miranda Barreras, A.; Martinez, Pedro R. – Torres de Refrigeración – Ed. Ceac – España 1996.

## 6.- ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

### 6.1- Aspectos pedagógicos y didácticos

Para la asignatura, se prevé la conformación de tres tipos de clases: teóricas, de ejercitación práctica (resolución de problemas) y prácticas de Laboratorio. En la primera, lo fundamental será el tratamiento de los contenidos conceptuales que posibiliten la configuración de un marco teórico sobre el que se pueda reflexionar continua y sucesivamente y que permita el abordaje posterior (segundo tipo de clases) de los procedimientos para el análisis y resolución de las cuestiones que son objeto de la disciplina; en cuanto al segundo y tercer tipo de clase, se presentarán situaciones problemáticas típicas cuya solución se resuelva mediante la búsqueda y selección de datos, la adopción de criterios y la utilización de las expresiones adecuadas.

Se utilizará, aparte del método tradicional (enseñanza mediante el pizarrón), como herramienta didáctica, la informática, mediante el proyector de pantalla de PC (cañón), transparencias mediante proyector común, software virtual de simulación de funcionamiento de distintos elementos y máquinas. Así también de programas de PC que comparen datos, variables y resultados, con los obtenidos en las prácticas realizadas tanto en los trabajos prácticos como en las experiencias de laboratorio.

### 6.2- Actividades de los Alumnos y de los Docentes

Las actividades tanto de docentes como alumnos se referirán a la estructuración diseñada para la apropiación de los conocimientos.

El docente:

- presentará, a través de exposiciones teóricas acompañadas de gráficos, transparencias, programa de PC, videos u otro tipo de material didáctico, los núcleos conceptuales de la asignatura.
- guiará a los alumnos en la lectura y comprensión de textos y en los razonamientos durante los momentos de aprendizajes de las técnicas y procedimientos para la resolución de problemas.
- Asignará problemas de cálculo y diseño simples para la resolución personalizada de los alumnos
- Monitoreará la ejecución de las actividades de cálculo y manejo de PC por parte de los alumnos
- Prepararán los experimentos que se desarrollarán en el Laboratorio-Taller

Los alumnos:

- realizarán actividades de comprensión de textos y ejercitarán su capacidad de abstracción, razonamiento utilizando diferentes técnicas para resolver los problemas del área.
- ejecutarán cálculos y diseños simples y realizarán experimentos en el Laboratorio - Taller.
- Realizarán charlas informales frente al grupo de alumnos, de temas inherentes a la asignatura, exponiendo sus criterios sus criterios y valoraciones. Todo ello con el propósito de promover la auto preparación e incrementar la capacidad de comunicarse en forma oral.
- presentarán ante sus docentes los resultados obtenidos y explicarán el modo por el cual arribaron a los mismos.

## 6.3- Cuadro sintético

	<b>Carga Horaria</b>	<b>Asistencia exigida (%)</b>	<b>N° de alumnos estimado</b>	<b>A cargo de</b>	<b>Técnica más usada</b>	<b>Énfasis en</b>	<b>Actividad de los alumnos</b>
<b>Clase Teórico Prácticas</b>	3	80%	4	Prof. Adj. JTP	Exposición y Ejemplos	Núcleos conceptuales	Apropiación y síntesis
<b>Práctica</b>	3	80%	4	JTP	Problemas	Cálculo y diseños sencillos	Modelización y resolución
<b>Laboratorio</b>	3	100%	4	JTP	Experimentos	Núcleos conceptuales	Experiencias Prácticas
<b>Otros (visita técnica)</b>	3	-	4	JTP	Exposición	Núcleos conceptuales	Visualización de función.

## 6.4- Recursos Didácticos

Además de los recursos tradicionales, como ser transparencias, láminas, videos, se dispone de un laboratorio-taller de la cátedra, el que cuenta con diversas clases de aparatos e instrumentos de medición, así como un taller con máquinas herramientas del Departamento Académico de Mecánica, los que serán visitados y utilizados toda vez que sea necesario para desarrollar determinados temas. Se utilizará la PC de la Cátedra para simular situaciones derivadas de la práctica real. También se efectuarán visitas a establecimientos fabriles de la provincia y organismos públicos.

**7.- EVALUACIÓN**

7.1- Evaluación Diagnóstica: se realizarán una evaluación individual acerca del manejo de los distintos sistemas de unidades y los conceptos generales de la mecánica y de la calorimetría, como ser velocidad, aceleración, presión, temperatura, capacidad calorífica, energía y trabajo.

7.2- Evaluación Formativa: se realizará a través de la defensa por parte de los alumnos de las actividades de cálculo asignadas semanalmente; el seguimiento se hará a través de una planilla individual donde constarán los resultados de tales evaluaciones así como las observaciones realizadas, las que posibilitarán la evolución en la apropiación de los contenidos desarrollados.

7.2.1.- Programa y Cronograma de Evaluaciones Formativas: de acuerdo a la tabla de Trabajos Prácticos

7.2.2.- Criterios de Evaluación: a) sobre núcleos conceptuales: comprensión de los contenidos a través de la correcta fundamentación de los modelos utilizados para el cálculo; b) sobre núcleos procedimentales: certeza en la representación simbólica de los problemas, corrección en el planteamiento general y exactitud en los cálculos.

7.2.3.- Escala de Valoración: se adoptará una escala conceptual con Aprobado ó Desaprobado.

7.3- Evaluación Parcial: No se prevé.

7.4- Evaluación Integradora: Por el carácter de la asignatura, los tramos finales son en sentido estricto, integradores del conocimiento por lo que los trabajos numerados con 11, 12, 13, 19 y 20 sintetizan globalmente los conceptos a transmitir durante el ciclo.

7.5- Autoevaluación

A fin de permitir los ajustes necesarios para la consecución de los objetivos, esta Autoevaluación se realizará a mitad del período mediante la asignación de una encuesta que permita establecer entre otras cosas, la dedicación temporal extra-áulica de los alumnos, la insuficiencia o suficiencia de la carga horaria asignada, la validez de los recursos didácticos empleados para la estimulación del aprendizaje.

7.6- Evaluación Sumativa

7.6.1- Condiciones para lograr la Promoción sin Examen Final de la Asignatura: No está previsto

7.6.2- Condiciones para lograr la Regularidad de la Asignatura: Los alumnos cursantes deberán: registrar asistencia del 80% a las clases de Cálculo; presentar para su corrección los Trabajos Prácticos asignados en el término de 15 días; rendir y aprobar el 100% de los Trabajos Prácticos corregidos dentro de los quince días posteriores a su devolución.

7.7- Examen Final: Será de carácter individual, de tipo oral o escrita sin bolillero y versará sobre desarrollos teóricos de los conceptos de la asignatura el que podrá contener también la resolución de problemas prácticos abarcativos permitiéndose el uso de tablas ábacos, gráficos y todo otro soporte que permita la obtención de datos tabulados para encontrar la solución de los mencionados problemas.

7.8.- Examen Libre: El examen libre se desarrollará en dos etapas. La primera consistirá en la resolución durante 5 (cinco) días continuados en jornadas de tres horas de tres exámenes de cálculo y diseño sencillo sobre problemas representativos de núcleos conceptuales en particular y dos exámenes de cálculo y diseño sencillo sobre problemas abarcativos integradores. Se considerará aprobado este examen de cálculo si en cada uno de los mismos se obtiene un puntaje del 70%. Luego el alumno pasará a una segunda instancia, similar a la prevista para el examen final de los alumnos regulares.