



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Nacional de San Luis  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias  
Departamento: Ingeniería  
Area: Mecánica

(Programa del año 2023)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Máquinas Hidráulicas	ING.ELECTROMECAÁNICA	OCD N° 25/22	2023	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
SANJURJO, WALDO MANUEL	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
MERCURI, LUIS ROBERTO	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs
SAVARINO, DANTE EZEQUIEL	Auxiliar de Práctico	A.1ra Semi	20 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	3 Hs	3 Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	23/06/2023	15	90

### IV - Fundamentación

La asignatura se ubica en el quinto año del plan de la carrera de Ingeniería Electromecánica, siendo fundamental para su cursado y aprobación, los conocimientos adquiridos en asignaturas tales como Física I, Mecánica de los Fluidos y demás correlativas.

Se busca que los estudiantes desarrollen la capacidad de aplicar la teoría y principios adquiridos en las asignaturas antes mencionadas, llevándolos al campo práctico y concreto de la ingeniería.

La ecuación fundamental de la Hidrodinámica, o ecuación de BERNOULLI, y la ecuación fundamental de las turbomáquinas, o ecuación de EULER, son analizadas detenidamente. Los conceptos de altura manométrica de una bomba y de altura neta de una turbina son aplicados en la resolución de problemas.

No menos importante es el principio del desplazamiento positivo que al contraponerlo a la ecuación de EULER pone en evidencia aspectos del comportamiento diverso de las máquinas hidráulicas que influyen en la selección, instalación y funcionamiento de las mismas. Ante la imposibilidad de estudiar todo con detenimiento se procurará siempre en cada tema desplegar el panorama de conjunto para enfocar, luego, el objetivo en la zona o zonas de mayor interés.

Se incluye en el cursado el estudio de las instalaciones de aire comprimido, ya que las mismas también se comportan como instalaciones hidráulicas. El compresor, si bien es una máquina térmica, en esta asignatura es considerado como una unidad sellada cuya misión es recibir aire atmosférico y entregarlo a una presión y caudal determinados.

La asignatura se encuentra estructurada en tres módulos principales:

- Instalaciones de aire comprimido (cálculo de pérdidas de carga, diseño de instalaciones, redes de distribución, selección de compresores, secadores, unidades FRL, etc.).
- Turbomáquinas hidráulicas: bombas, turbinas y ventiladores (clasificación, cálculo, selección).
- Máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo: bombas de émbolo, rotativas, de paletas y de engranajes (clasificación, cálculo, selección)

Al finalizar el cursado de la asignatura, los estudiantes serán capaces de dimensionar y calcular instalaciones hidráulicas básicas, como así también, conocer, calcular y seleccionar las máquinas hidráulicas adecuadas que forman parte de ellas.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- Analiza las turbomáquinas hidráulicas para comprender la relación existente entre las diversas variables que rigen el funcionamiento de las mismas, asegurando su correcta selección. El análisis se encuentra centrado fundamentalmente, en la ecuación de Euler, que rige el funcionamiento de las turbomáquinas.
- Analiza las máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo para comprender la relación existente entre las diversas variables que rigen el funcionamiento de estas máquinas, asegurando su correcta selección. El análisis se encuentra centrado fundamentalmente, en el principio del desplazamiento positivo, que rige el funcionamiento de las máquinas de desplazamiento positivo.
- Calcula instalaciones hidráulicas para lograr el correcto dimensionamiento y la selección de sus componentes, tomando en cuenta escenarios hipotéticos, bajo diversas condiciones de operación.
- Diseña instalaciones hidráulicas para asegurar la actividad reservada del ejercicio profesional, respetando la normativa específica vigente.

## VI - Contenidos

### **Unidad I: Turbomáquinas hidráulicas, generalidades.**

Definición de maquina hidráulica. Clasificación general de las Turbomáquinas. Ecuación fundamental de las turbomáquinas o ecuación de Euler. Triángulos de velocidades, análisis del mismo e impacto en las características constructivas. Trabajo. Cupla. Potencia de una turbomáquina. Grado de reacción.

### **Unidad II: Bombas rotodinámicas**

Definición y clasificación de las bombas. Elementos constitutivos. Tipos constructivos. El rodete, clasificación de las bombas por el número específico de revoluciones. El sistema difusor. Cebado de la bomba. Instalación de una bomba de superficie y sumergible. Altura útil o efectiva de una bomba. Pérdidas de potencias y rendimientos. Cavitación y golpe de ariete de una bomba. Cupla y potencia para accionar una bomba. Leyes de semejanza de las bombas hidráulicas. Ensayo de una bomba. Curvas de funcionamiento en función de la velocidad y diámetro del rodete. Operación de bombas en serie y en paralelo. Estaciones de bombeo. Estaciones de captación de líquidos. Selección de componente para la conformación del equipo de bombeo. Montaje y acoplamiento de bombas centrífugas.

### **Unidad III: Instalaciones de Aire Comprimido**

Aire libre. Regulación de los compresores. Sala de compresores. Depósitos de aire. Cálculos psicométricos en una instalación de aire comprimido. Secado del aire comprimido. Tratamiento del aire. Tipos de secadores, separadores, reguladores, lubricadores, filtros, y purgadores, su selección y características. Instalaciones de aire comprimido, cuantificación económica de las pérdidas. Estudio de una planta de aire comprimido, determinación de la capacidad y cantidad de compresores, su selección. Redes de distribución de aire comprimido, tipos de circuitos. Tuberías, pérdidas de presión admisible, cálculo de pérdidas de carga, método gráfico y analítico. Medidores de caudal de aire comprimido, válvulas de paso, enchufes rápidos, mangueras. Eficiencia de una instalación tipo. Mejoras en las instalaciones, buenas prácticas.

### **Unidad IV: Ventiladores**

Ventiladores. Sopladores de aire. Ventilador axial, radial, mixto. Triángulos de velocidades. Soplador radial. Turbocompresor. Clasificación según la presión desarrollada. Selección del ventilador. Aplicación e Instalación.

### **Unidad V: Turbinas hidráulicas**

Clasificación según el grado de reacción. Leyes de semejanza. Número específico de revoluciones. Clasificación según el número específico de revoluciones. Turbina de acción Pelton. Turbina de reacción Francis, Hélice y Kaplan. Altura neta. Tubo de aspiración, diseños típicos, cálculo e impacto en el rendimiento. Rendimientos de las instalaciones hidráulicas. Regulación. Instalaciones típicas. Aplicaciones.

#### **Unidad VI: Máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo**

Bombas de émbolo. Comparación con bombas rotativas. Bombas de alta presión. Bomba de paletas. Bomba de lóbulos. Bomba de cavidad progresiva (a tornillo). Bomba de engranajes. Bomba peristáltica. Caudal teórico y real. Potencia útil e indicada. Comparativa entre los diversos tipos de bombas, campo de aplicación y ventajas de cada una.

#### **Unidad VII: Transmisiones hidráulicas y acoplamientos.**

Descripción de los acoplamientos hidráulicos. Clasificación de los cilindros. Generadores de par. Bombas y motores hidráulicos. Clasificación y aplicación de las bombas y motores oleodinámicos. Válvulas, distintos tipos y aplicaciones. Acumuladores hidráulicos, funciones y cálculos. El problema de calentamiento. Simbología. Circuitos oleodinámicos. Convertidores de cupla. Transmisiones hidráulicas. Comparación con transmisiones eléctricas.

#### **Unidad VIII: Materiales usados en la conducción de fluidos**

Tubos/cañerías y campo de aplicación según tipo de instalación, método de selección de cañerías y accesorios. Ensayo de tuberías, vida útil. Normas de aplicación. Métodos de instalación, tipo de uniones. Métodos de montaje y soportado de cañerías. Prueba de estanqueidad, hidráulica o neumática. Determinación del espesor requerido en una cañería según normativas. Accesorios elementales de una instalación: uniones (bridadas, roscadas, tipo danesas, etc); válvulas reguladoras (de presión, de caudal, de aire, criterios de selección); componentes de medición/protección de la instalación (manómetro, presostato, vacuómetro, sensores de temperatura, válvulas de alivio, etc).

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 0: Medidas de seguridad en laboratorios**

El propósito de este práctico es instruir a los estudiantes sobre las medidas de seguridad en laboratorios. Se impartirán un conjunto de medidas preventivas destinadas a proteger la salud de los estudiantes que allí se desempeñen frente a los riesgos propios derivados de la actividad, con la finalidad de evitar accidentes y contaminaciones tanto dentro del ámbito de trabajo, como hacia el exterior. (\*)

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 1: Instalación de aire comprimido**

Cálculo de una instalación de aire comprimido según un plan producción establecido con el uso de máquinas neumáticas. Selección del compresor. Selección del depósito de aire. Cálculo de tuberías, secadores de aire, reguladores de presión y mangueras. Verificación con softwares específicos.

### **TRABAJO PRÁCTICO N°2: Bombas centrífugas**

Bombas. Cálculo de la instalación. Determinación de pérdidas. Selección. Potencia necesaria para su accionamiento. Verificación con softwares de fabricantes. Interpretación de resultados.

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 3: Turbinas hidráulicas.**

Selección de turbinas para una instalación. Determinación del número de turbinas y sus potencias para la instalación más económica y para la más eficiente. Comparaciones. Conclusiones.

### **TRABAJO PRÁCTICO N° 4: Ventiladores**

Determinación de pérdida de carga de una instalación. Cálculo de presiones, rendimientos y potencias. Selección del equipo adecuado para una instalación. Conclusiones.

(\*) El Trabajo Práctico N° 0 se llevará a cabo siempre y cuando exista una visita a una industria o un trabajo de laboratorio.

## **PROYECTOS GRUPALES**

Adicionalmente a los trabajos prácticos desarrollados, se encuentra la resolución de proyectos. Los estudiantes deberán formar grupos, y desarrollar una propuesta para la resolución de un problema de caso real. Cada grupo deberá realizar el diseño y cálculo de una instalación, situación donde deberán investigar e integrar conocimientos, y temáticas relacionadas, efectuando cálculos hidráulicos y energéticos para luego integrar estos a un proceso de selección de componentes que conformarán las instalaciones proyectadas.

#### LABORATORIOS

Se podrán realizar laboratorios a partir de las visitas a complejos externos a las instalaciones de la institución educativa, siempre y cuando sea factible desde el punto de vista económico y sanitario.

Se prevén visitas a plantas industriales del medio, donde se podrán visualizar, ampliar y/o mejorar los conceptos teóricos y prácticos adquiridos.

### VIII - Regimen de Aprobación

#### A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO

El dictado de la materia se realiza por medio de clases teóricas y prácticas, a través de metodologías que permitan la evaluación para el aprendizaje continuo de los alumnos. Las metodologías utilizadas serán del tipo colaborativo y por medio de la resolución de un proyecto final. Las evaluaciones serán del tipo heteroevaluación con un propósito formativo, y realizadas durante todo el proceso y de manera final.

El material de estudio (teoría y práctica) estará disponible en la plataforma Google Drive. Los alumnos podrán acceder una vez que soliciten acceso y se les de la correspondiente autorización para descargarlo.

#### B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

Para lograr la condición de regular en la asignatura los estudiantes deberán cumplir con los requerimientos exigidos por la Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 y su modificatoria (Ordenanza 32 C.S. del 22/12/2014). Para tal efecto, a continuación, se indican los siguientes requisitos:

A. Tener una asistencia del 50 % de las clases teóricas.

B. Tener una asistencia del 80 % a los trabajos prácticos.

C. Haber aprobado 100 % de las evaluaciones parciales (\*) y sus correspondientes recuperaciones que se tomen durante el cuatrimestre con un mínimo del 70 % del puntaje ideal.

D. Haber presentado en tiempo y forma el o los proyectos asignados. (\*\*)

E. El estudiante será evaluado de acuerdo a pautas preestablecidas (\*\*\*)

F. Se tendrá consideración por aquellos estudiantes que trabajen, como así también los que formen parte de algún cuerpo colegiado o sean representantes deportivos. Sus inasistencias serán justificadas y podrán solicitar fechas especiales para rendir parciales y recuperatorios.

G. En el caso de estudiantes embarazadas, se tendrá especial consideración. Se justificarán todas las inasistencias vinculadas con su condición (controles médicos, estudios complementarios, internación, etc)

H. Lo mencionado en los puntos e) y f) será válido siempre y cuando no se comprometa en demasía la adquisición de conocimientos, la presentación de los trabajos prácticos y que el porcentaje de asistencia no sea inferior al 50 %.

I. El estudiante que no cumpla con los puntos a), b), c) o d) será considerado como libre.

(\*) Aprobación de Evaluaciones Parciales:

Durante el cursado de la asignatura se tomarán 2 parciales.

El parcial constará de dos ejercicios prácticos y 5 preguntas teóricas. Se evaluará el nivel de conocimientos, los procedimientos seguidos para la obtención de los resultados y los valores de estos últimos. También será tomada en cuenta la prolijidad, como así también el correcto uso de las unidades de los diferentes parámetros calculados.

No se tomarán en cuenta aquellos ejercicios en los que solo se presenten los resultados, sin los correspondientes cálculos que avalen dichos resultados.

Los ejercicios prácticos serán extraídos de las mismas guías utilizadas durante el cursado de la asignatura, pudiendo ser variantes o combinaciones de los mismos ejercicios.

Las preguntas teóricas, serán de tipo conceptual, sobre conocimientos adquiridos en la teoría y sobre información brindada durante las clases prácticas.

Durante el desarrollo de cada instancia evaluativa, los estudiantes deberán silenciar los dispositivos celulares o, en su defecto, deberán colocarlos en un lugar común, que evite intromisiones y suspicacias.

No será aceptado que un estudiante traiga pre cargadas en su calculadora, las fórmulas que se utilizarán en un parcial. Las fórmulas que se utilizarán en el parcial, estarán disponibles y serán provistas por los docentes a cargo del práctico.

Los puntajes de los distintos ítems que conforman el parcial, están confeccionados de manera tal que, aunque se haya alcanzado el 100 % en los ejercicios prácticos, no es posible aprobar, si al menos no se alcanza el 50 % de efectividad en las preguntas teóricas.

Cada parcial tendrá su correspondiente recuperación que será tomada, como mínimo, 48 horas después de la entrega de los resultados. También existirá una segunda instancia recuperatoria que se efectuará en la semana posterior a la primera instancia, en días y horarios no coincidentes con los correspondientes al de las clases teóricas/prácticas.

Para acceder a esta segunda instancia, será necesario y excluyente, que el alumno haya participado de alguna de las instancias de evaluación previas. Un alumno que no rinda el parcial o su correspondiente recuperatorio en cualquiera de sus dos instancias, será considerado LIBRE, salvo certificado que amerite su inclusión entre los puntos e) o f) del apartado A del presente documento.

La duración del parcial será de 3 horas reloj para todas las instancias.

Es condición para acceder al segundo parcial, haber presentado en tiempo y forma, el o los proyectos oportunamente entregados. Quien no cumpla con esta instancia, no podrá acceder a la realización del segundo parcial y será considerado alumno LIBRE.

#### (\*\*) Presentación de Proyectos:

Los temas a desarrollar serán definidos por los profesores de la asignatura.

Los proyectos serán entregados a mitad del cuatrimestre y serán desarrollados por grupos de no más de 4 estudiantes. Cada proyecto será presentado oralmente frente a la cátedra con el acompañamiento de soporte digital.

El mismo deberá contar con una estructura básica a indicar por los docentes del área, la cual incluirá como mínimo lo siguiente:

- Carátula
- Introducción
- Objetivos
- Alcances y Limitaciones
- Desarrollo
- Conclusión
- Bibliografía
- Anexos/Apéndice

El proyecto tendrá el mismo peso que un parcial, y la no presentación del mismo (aun habiendo aprobado el primer parcial), será motivo para no regularizar la asignatura.

El proyecto tendrá un tiempo de exposición máximo de 25 minutos. Una vez finalizada la exposición, los docentes de la asignatura harán preguntas relacionadas con el proyecto, ya sea para aclarar, o para determinar el grado del dominio del tema expuesto.

Finalmente se hará una devolución tendiente a corregir o mejorar posibles falencias o errores detectados.

Las correcciones deberán ser salvadas en un lapso no mayor a 5 (cinco) días y de ser necesario, podrá solicitarse una nueva exposición.

#### (\*\*\*) Pautas de Evaluación de la asignatura:

Cada estudiante será evaluado de manera general, a lo largo de todo el cuatrimestre, conforme a las siguientes pautas (entre otras):

- Expresión oral y escrita (prolijidad, vocabulario técnico, ortografía, etc.)
- Conocimientos técnicos previos
- Capacidad de interpretación de los resultados (relación teoría/práctica)
- Capacidad de análisis

- Nivel de participación en clase
- Conocimiento y manejo de herramientas digitales (software) en caso de utilizarse.
- Trabajo grupal: Participación e integración de los mismos.

Se buscará el desarrollo integral del alumno, no solamente por medio de una nota obtenida en un parcial, sino a través de la evaluación para el aprendizaje durante todo el proceso de la asignatura.

#### C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

La aprobación de la asignatura MÁQUINAS HIDRÁULICAS se encuadra en lo normado por la Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 para el régimen de promoción CON EXAMEN FINAL.

El examen final se rendirá por el último programa en vigencia al día del examen. La aprobación de la asignatura se realizará mediante un examen oral individual, donde se utilizará la siguiente modalidad:

- Programa analítico con elección de dos bolillas de parte del tribunal y evaluación correspondiente; el alumno deberá desarrollar una de las bolillas a su elección, posteriormente y si el tribunal considera satisfactorio el primer desarrollo, podrá desarrollar la segunda bolilla.

- Si por alguna razón, el tribunal lo considera necesario, podrá efectuar preguntas de relación o integración con las unidades restantes.

#### D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

El curso no contempla régimen de promoción

#### E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

Los estudiantes que se presenten en condición de libres, rendirán según Ordenanza C.S. 013/03 del 12/02/2003 y su modificatoria (Ordenanza 32 C.S. del 22/12/2014):

- El estudiante que se presente a rendir en condición de libre, deberá aprobar, previo al examen oral (correspondiente a un alumno regular), una evaluación de Trabajos Prácticos, de modalidad escrita, que será tomada por el equipo de la asignatura dentro de los 9 (nueve) días previos a la fecha del examen final. Esta evaluación escrita se considerará aprobada si el alumno alcanza, como mínimo, el 70 % del puntaje ideal.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] MATAIX, CLAUDIO: "Turbomáquinas Hidráulicas". Editorial DOSSAT. Tipo: Libro. Formato: Impreso y Digital. Disponibilidad: Biblioteca VM / Disponible en el Área.
- [2] MATAIX, CLAUDIO: "Mecánica de los Fluidos y Máquinas Hidráulicas". 2a Edición. Ediciones del Castillo. Tipo: Libro. Formato: Impreso y Digital. Disponibilidad: Biblioteca VM / Disponible en el Área.
- [3] CARNICER ROYO E.: "Aire comprimido. Teoría y cálculo de instalaciones". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso y Digital. Disponibilidad: Disponible en el Área.
- [4] PEDRO FERNÁNDEZ DIEZ: "Bombas" y "Turbinas Hidráulicas". Tipo: Libro. Formato: Digital. Disponibilidad: Repositorio digital (<https://pfernandezdiez.es/es>) / Disponible en el Área.
- [5] QUANTZ: "Motores hidráulicos". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.
- [6] KSB: "Manual de entrenamiento - Selección y aplicación de Bombas centrífugas". Tipo: Libro. Formato: Impreso y digital. Disponibilidad: Repositorios Digitales / Disponible en el Área.
- [7] THOMA, J.: "Transmisiones hidrostáticas". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] CRANE: "Flujo de fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías". Editorial Mc GRAW HILL. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.
- [2] GREENE, RICHARD: "Válvulas". Editorial Mc GRAW HILL. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.

[3] SPERCH, H. Y BUCCIARELLI, A.: "Oleodinámica". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.

[4] EGEA GIL, PEDRO: "Mecanismos Hidráulicos". Editorial G. GILLI. Tipo: Libro. Formato: Impreso. Disponibilidad: Disponible en el Área.

## **XI - Resumen de Objetivos**

- Analiza las turbomáquinas hidráulicas.
- Analiza las máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo.
- Calcula instalaciones hidráulicas.
- Diseña instalaciones hidráulicas.

## **XII - Resumen del Programa**

Unidad I: Turbomáquinas hidráulicas, generalidades

Unidad II: Bombas rotodinámicas

Unidad III: Instalación de Aire Comprimido

Unidad IV: Ventiladores

Unidad V: Turbinas hidráulicas

Unidad VI: Máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo

Unidad VII: Transmisiones hidráulicas y acoplamientos

Unidad VIII: Materiales usados en la conducción de fluidos

## **XIII - Imprevistos**

El dictado de clases en forma presencial estará supeditado a la posibilidad de algún cambio en las circunstancias epidemiológicas que pudiera causar un rebrote de COVID. De darse estas condiciones, las clases serían dictadas en forma virtual.

En lo que respecta a las visitas técnicas, éstas quedarán supeditadas a la disponibilidad de transporte y cupo de visitas de la instalación elegida.

## **XIV - Otros**

Aprendizajes Previos:

RAP1: Comprende el concepto de movimiento de fluidos

RAP2: Comprende el concepto de flujo en cañerías

RAP3: Interpreta el movimiento relativo de una partícula

RAP4: Comprende el concepto de impulso y cantidad de movimiento

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica.

Cantidad de horas de Teoría: 45

Cantidad de horas de Práctico Aula: 36

Cantidad de horas de Práctico de Aula con software específico: 2

Cantidad de horas de Práctico de Aula sin software específico: 0

Cantidad de horas de Formación Experimental: 3

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería con utilización de software específico: 0

Cantidad de horas de Resolución Problemas Ingeniería sin utilización de software específico: 0

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico: 4

Cantidad de horas de Diseño o Proyecto de Ingeniería sin utilización de software específico: 0

Aportes del curso al perfil de egreso:

- 1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)
- 1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos. (Nivel 2)
- 1.3. Planificar, gestionar, controlar, supervisar, coordinar, ejecutar y evaluar proyectos. (Nivel 2)
- 2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación. (Nivel 2)
- 2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas. (Nivel 2)
- 2.6. Evaluar críticamente ordenes de magnitud y significación de resultados numéricos. (Nivel 2)
- 3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica. (Nivel 3)