

Asignatura: **AERODINÁMICA 1**

Código:	RTF	7
Semestre: Séptimo	Carga Horaria	72 hs.
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Mecánica de los Fluidos
- Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos

Contenido Sintético:

- Nomenclatura aerodinámica, Perfiles Aerodinámicos e Hipersustentadores.
- El ala de envergadura finita. Las superficies sustentadoras.
- Aerodinámica del fuselaje.
- La hélice.
- Características Aerodinámicas de configuraciones.
- Efectos de compresibilidad en régimen subsónico.
- Introducción al análisis de resultados de la aerodinámica experimental.

Competencias Genéricas:

- Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- Competencia para gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1 C Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

La asignatura es una parte fundamental de los ejes formativos del futuro ingeniero, aportando conocimientos a la rama de la Física del Vuelo. La aerodinámica es una rama de la Mecánica de los Fluidos que estudia las acciones que aparecen sobre los cuerpos, cuando existe un movimiento relativo entre estos y el fluido en que está inmerso. Esta materia, del séptimo semestre de la carrera, involucra aspectos generales y específicos en temas que atañen al cálculo aerodinámico de aeronaves en régimen subsónico. Desde este punto de vista la materia consiste en facilitar una familiarización del alumno con los conceptos físicos y formulaciones básicas, entendidas como pilares de la formación del futuro ingeniero, con la inclusión de terminología aerodinámica, aspectos de las configuraciones, cálculo y solución de problemas aerodinámicos.

## Contenidos

### **Capítulo I: NOMENCLATURA AERODINÁMICA. PERFILES AERODINÁMICOS Y ELEMENTOS HIPERSUSTENTADORES**

Introducción. Parámetros y nomenclatura de alas y perfiles. Teoría de los perfiles delgados. Distribución de presiones sobre perfiles alares. Método de los Paneles 2-D. La resistencia aerodinámica: fricción y presión. Aerodinámica de hipersustentadores de borde de fuga y borde de ataque.

### **Capítulo II: EL ALA DE ENVERGADURA FINITA**

Descripción del fenómeno físico, la resistencia inducida. La ecuación de la línea sustentadora de Prandtl, métodos de solución. Método de la superficie sustentadora. El efecto del downwash del ala sobre el empenaje horizontal.

### **Capítulo III: AERODINÁMICA DEL FUSELAJE**

Momento y sustentación del fuselaje. Aerodinámica de la combinación ala-fuselaje.

### **Capítulo IV: LA HÉLICE**

Introducción a la aerodinámica de la hélice. Teoría de la cantidad de movimiento, elemento de pala y teoría vorticosa. Análisis dimensional aplicado a la hélice; parámetros aerodinámicos. Selección e instalación de hélices.

### **Capítulo V: CARACTERÍSTICAS AERODINÁMICAS DE CONFIGURACIONES**

Aerodinámica del avión. Sustentación, momento longitudinal y resistencia de configuraciones completas. Metodologías preliminares de cálculo.

### **Capítulo VI: EFECTOS DE COMPRESIBILIDAD EN RÉGIMEN SUBSÓNICO E INTRODUCCIÓN AL RÉGIMEN TRANSÓNICO**

Aerodinámica de perfiles en régimen de alto subsónico. Planteo general de reglas de similitud. Aspectos físicos y matemáticos del régimen transónico.

### **Capítulo VII: INTRODUCCIÓN A LA AERODINÁMICA EXPERIMENTAL**

Ensayos, calibraciones y mediciones experimentales en túneles aerodinámicos. Correcciones y post procesamiento de datos de mediciones.

## Metodología de enseñanza

El dictado de la materia consiste en exposición directa de los temas descritos en el Programa Analítico por parte de los docentes a cargo, procediendo luego a la aplicación práctica en forma grupal, originando una vía de diálogo fluido entre docentes y educandos,

un incentivo al conocimiento científico y una acción correctiva sobre posibles conceptos distorsionados.

En todos aquellos temas que por su contenido así lo permitan se procurará que se efectúen en equipo, a fin de fomentar el trabajo en grupos y la discusión técnica entre los alumnos, reservando el docente su carácter de árbitro e intérprete de la información técnica cuando se susciten discrepancias de conocimiento entre las partes integrantes de los grupos. Los estudiantes, como evidencia de su tarea durante el curso, elaborarán una carpeta conteniendo los trabajos prácticos realizados.

## Evaluación

La evaluación durante el curso consiste en dos exámenes parciales teórico-prácticos escritos. Cada examen parcial abarca los temas dictados en las clases anteriores a la fecha del mismo. El coloquio final es oral e incluye todos los temas de la materia. Las fechas respectivas de evaluación se darán a conocer al inicio del curso.

El régimen de evaluación del curso comprende:

- a) Dos (2) exámenes parciales escritos.
- b) Presentación y aprobación de los trabajos de aplicación (carpeta).
- c) Coloquio con defensa oral de los trabajos de aplicación y la revisión de los conceptos fundamentales.

Se podrá recuperar un (1) examen parcial no siendo recuperables los trabajos de aplicación ni el coloquio integrador.

La nota final del curso será el promedio entre:

- a) el promedio de los parciales
- b) la calificación del coloquio.

Esta nota final se redondeará a cifras enteras: fracciones inferiores a 0,50 no se computan y fracciones iguales o superiores a 0,50 se computan un punto.

Podrá recuperarse un examen parcial aplazado o no presentado. La fecha para esta recuperación se dará a conocer al inicio del curso. Cuando se recupere un parcial aplazado, el promedio de los mismos se obtendrá reemplazando la nota del parcial aplazado por la nota del parcial recuperado, la cual será sumada a la nota del parcial aprobado y se dividirá este resultado por dos. Cuando se recupere un parcial no realizado por inasistencia se procederá de modo análogo.

La presentación de carpeta y coloquio no son recuperables.

## Condiciones de aprobación

### Condición de promoción

Para acceder a la promoción se requiere:

- a) Calificación de cuatro (4) puntos o más en cada uno de los exámenes parciales.
- b) Asistencia a clase : mínimo 80% de las clases dictadas.
- c) Presentar la carpeta completa en tiempo y forma.
- d) Aprobar el coloquio.

### Condición de regularidad

La condición de REGULAR se obtiene aprobando los dos parciales (excluyendo el

parcial de recuperación) con nota superior o igual a 4 (cuatro), habiendo cumplido el porcentaje mínimo de asistencia ya indicado y presentando la carpeta completa a la finalización del curso. La misma tendrá alcance inclusive hasta el turno de examen inmediato anterior al siguiente cuatrimestre de dictado de la materia.

Para acceder a la regularidad se requiere:

- a) Aprobar cada uno de los dos (2) exámenes parciales.
- b) Aprobar la carpeta completa de trabajos prácticos.

### **Condiciones de aprobación**

Para acceder a la aprobación se requiere:

- a) Aprobar cada uno de los dos (2) exámenes parciales.
- b) Aprobar la carpeta completa de trabajos prácticos.
- c) Aprobar el coloquio.

## **Actividades prácticas y de laboratorio**

- **Perfiles delgados e hipersustentadores.** Obtención y evaluación de las características aerodinámicas de perfiles alares. Aplicación de métodos analíticos y numéricos. Evaluación de los dispositivos hipersustentadores en las características aerodinámicas bidimensionales.
- **Ala finita.** Obtención y evaluación de las características aerodinámicas de un ala de envergadura finita. Obtención de la curva de sustentación y de resistencia inducida. Análisis de la distribución de sustentación. Determinación del downwash producido en la estela.
- **Aerodinámica del fuselaje.** Obtención y evaluación de las características aerodinámicas del fuselaje del avión. Efectos de interferencia de la combinación ala-fuselaje.
- **Hélices.** Obtención y evaluación del empuje generado por hélices. Utilización de diagramas de performance de hélices.
- **Características aerodinámicas de configuraciones.** Obtención de las características aerodinámicas de una aeronave en el plano de simetría: curvas de sustentación, momento y resistencia.
- **Efectos de compresibilidad.** Determinación del Mach crítico inferior en secciones alares.
- **Aerodinámica experimental.** Postprocesamiento y evaluación de datos de mediciones de túneles de viento de configuraciones completas.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

Competencia que se evalúa	Actividad durante la que se evalúa	MUY BUENO	BUENO	INSUFICIENTE	Mínimo esperado	Valoración
CG 1: Ser capaz de identificar, formular y resolver problemas de Aerodinámica .	Parciales y carpeta	Identifica dónde aplicar los conceptos aerodinámicos, puede definir las variables que modelizan el fenómeno en estudio, propone y aplica métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente	Identifica dónde aplicar los conceptos aerodinámicos, puede definir las variables que modelizan el fenómeno en estudio, propone, pero no alcanza a aplicar métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente	Identifica dónde aplicar los conceptos aerodinámicos, pero no puede definir las variables que modelizan el fenómeno en estudio y no alcanza a proponer métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente	BUENO	

<p>CG 2: Ser capaz de concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería dónde interviene la aerodinámica (sistemas, componentes , productos o procesos).</p>	<p>Carpetas</p>	<p>Enfocar en el proyecto los problemas asociados con la aerodinámica y proponer soluciones para los componentes que requieren ventilación, variación de presiones y velocidades sobre el contorno, estimar contribución de componentes a la resistencia aerodinámica</p>	<p>Enfocar en el proyecto los problemas asociados con la aerodinámica y proponer soluciones para los componentes que requieren ventilación, variación de presiones y velocidades sobre el contorno, dificultad para estimar contribución de componentes a la resistencia aerodinámica</p>	<p>No enfocar en el proyecto los problemas asociados con la aerodinámica, no proponer métodos y no poder calcular, para los componentes que requieren ventilación, variación de presiones y velocidades sobre el contorno, no lograr estimar contribución de componentes a la resistencia aerodinámica</p>	<p>BUENO</p>	
--	-----------------	---	---	--	--------------	--

<p>CG 3: Ser capaz de gestionar, planificar, ejecutar y controlar actividades de aerodinámica en proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).</p>	<p>Grado de cumplimiento de fechas de entrega de trabajos prácticos/calidad del trabajo presentado</p>	<p>Interpretar adecuadamente las consignas de los ejercicios prácticos, planificar su ejecución en el plazo asignado, ejecutar con las herramientas aprendidas, controlar que los resultados estén en el orden de magnitud previsto, incluido el tratamiento dimensional correspondiente, y destacar la información que debe integrar a la continuidad del proyecto.</p>	<p>Interpretar adecuadamente las consignas de los ejercicios prácticos, planificar su ejecución en el plazo asignado, ejecutar con las herramientas aprendidas, controlar que los resultados estén en el orden de magnitud previsto, incluido el tratamiento dimensional correspondiente, pero no destaca la información que debe integrar a la continuidad del proyecto.</p>	<p>Interpretar adecuadamente las consignas de los ejercicios prácticos, pero no logra planificar su ejecución en el plazo asignado, no ejecuta con las herramientas aprendidas, no alcanza a controlar que los resultados estén en el orden de magnitud previsto, incluido el tratamiento dimensional correspondiente, y no destaca la información que debe integrar a la continuidad del proyecto.</p>	<p>BUENO</p>	
---	--	--	---	---	--------------	--



<p>CG 7: Ser capaz de comunicarse con efectividad.</p>	<p>carpetas y coloquio</p>	<p>Manejar la nomenclatura aerodinámica y elaborar informes de los trabajos prácticos con la coherencia adecuada</p>	<p>Manejar la nomenclatura aerodinámica y elaborar informes de los trabajos prácticos con dificultades menores de redacción</p>	<p>No manejar la nomenclatura aerodinámica y no elaborar informes de los trabajos prácticos con los requisitos necesarios para evidenciar coherencia en los contenidos</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE1C: Ser capaz de calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpetas</p>	<p>Identificar la diferencia de configuraciones aerodinámicas en flujo incompresible y compresible, interpretar el diseño aerodinámico preliminar y comprender las instancias del vuelo de las aeronaves</p>	<p>Identificar la diferencia de configuraciones aerodinámicas en flujo incompresible y compresible, interpretar el diseño aerodinámico preliminar, pero no comprender las instancias del vuelo de las aeronaves</p>	<p>No identificar la diferencia de configuraciones aerodinámicas en flujo incompresible y compresible, no alcanzar a interpretar el diseño aerodinámico preliminar, y no comprender las instancias del vuelo de las aeronaves</p>	<p>BUENO</p>	

<p>CE1D: Ser capaz de analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpetas</p>	<p>Entender la contribución del cálculo aerodinámico en las performances de una aeronave, calcular el aporte aerodinámico en las distintas etapas del vuelo, ejemplo, despegue, aterrizaje, crucero, etc.</p>	<p>Entender la contribución del cálculo aerodinámico en las performances de una aeronave, calcular con dificultad el aporte aerodinámico en las distintas etapas del vuelo, ejemplo, despegue, aterrizaje, crucero, etc.</p>	<p>No entender la contribución del cálculo aerodinámico en las performances de una aeronave, no lograr calcular el aporte aerodinámico en las distintas etapas del vuelo, ejemplo, despegue, aterrizaje, crucero, etc.</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE 1 E: Ser capaz de contribuir a calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpetas</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de tomas de aire, teniendo en cuenta los efectos de la capa límite. También comprender la operación aerodinámica de la hélice como parte del sistema propulsivo de la aeronave</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de tomas de aire, teniendo en cuenta los efectos de la capa límite. Comprender con dificultad la operación aerodinámica de la hélice como parte del sistema propulsivo de la aeronave</p>	<p>No comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de tomas de aire, teniendo en cuenta los efectos de la capa límite y no comprender la operación aerodinámica de la hélice como parte del sistema propulsivo de la aeronave</p>	<p>BUENO</p>	

<p>CE 1F: Ser capaz de contribuir aerodinámicamente a calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpeta</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de sistemas neumáticos y anemométricos. Analizar influencias aerodinámicas en sistemas de presurización y aire acondicionado. Evaluar el efecto aerodinámico de antenas y excrecencias</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de sistemas neumáticos y anemométricos. Analizar influencias aerodinámicas en sistemas de presurización y aire acondicionado. Evaluar con dificultad el efecto aerodinámico de antenas y excrecencias</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado dimensionamiento de sistemas neumáticos y anemométricos. No analizar influencias aerodinámicas en sistemas de presurización y aire acondicionado. No evaluar el efecto aerodinámico de antenas y excrecencias</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE 1I: Ser capaz de contribuir aerodinámicamente a diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpeta</p>	<p>Comprender la importancia de la resistencia aerodinámica de las configuraciones de las aeronaves, comprender métodos de ensayos en túneles de viento. Interpretar los resultados de ensayos en túneles de viento</p>	<p>Comprender la importancia de la resistencia aerodinámica de las configuraciones de las aeronaves, comprender métodos de ensayos en túneles de viento. Interpretar con dificultad los resultados de ensayos en túneles de viento</p>	<p>Comprender la importancia de la resistencia aerodinámica de las configuraciones de las aeronaves, no comprender métodos de ensayos en túneles de viento. No interpretar los resultados de ensayos en túneles de viento</p>	<p>BUENO</p>	

<p>CE 2A: Ser capaz de contribuir aerodinámica mente a proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpeta</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de aeronaves para que sea eficiente aerodinámica mente. Entender la necesidad de conservar la suavización aerodinámica en los procesos de mantenimiento de aeronaves y en reparaciones estructurales.</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de aeronaves para que sea eficiente aerodinámica mente. Entender parcialmente la necesidad de conservar la suavización aerodinámica en los procesos de mantenimiento de aeronaves y en reparaciones estructurales.</p>	<p>No comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de aeronaves para que sea eficiente aerodinámica mente. No entender la necesidad de conservar la suavización aerodinámica en los procesos de mantenimiento de aeronaves y en reparaciones estructurales.</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE 3A: Ser capaz de contribuir a certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo</p>	<p>Trabajos Prácticos/Carpeta</p>	<p>Entender la necesidad del aporte aerodinámico en el proyecto y certificación. Comprender la necesidad de elaborar adecuados informes para aportar al diseño y certificación de las aeronaves</p>	<p>Entender la necesidad del aporte aerodinámico en el proyecto y certificación. Manifiestar dificultad en la elaboración de informes para aportar al diseño y certificación de las aeronaves</p>	<p>No entender la necesidad del aporte aerodinámico en el proyecto y certificación,</p>	<p>BUENO</p>	
<p>RESULTADO</p>						

## Bibliografía

Abbot I., Von Doenhoff, A. (1959), "Theory of wing sections", Dover.

Anderson, J.D. (1991), "Fundamentals of Aerodynamics", McGraw-Hill.

Drela, M. (2014), "Flight vehicle aerodynamics", MIT Press.

Glauert H. (1946), "Fundamentos de la teoría del ala y de la hélice", INTA Publicaciones Técnicas.

Hoerner, S. F. (1965), "Fluid-dynamic drag: practical information on aerodynamic drag and hydrodynamic resistance", Hoerner.

Rae W, Pope A. (1984), Low-speed wind tunnel testing, John Wiley & Sons.

Roskam, J. and Lan, C. T. (1997), "Airplane aerodynamics & performance", DARCorporation.

Torenbeek E. (1976), "Synthesis of Subsonic Airplane Design", Delft University Press.

Serra, M.A.; Bonvin, E.; y Otros: Manual de la materia. Ed. FCEFyN.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA AERODINAMICA 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 13 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:39:16 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:39:22 -03'00'

Asignatura: **Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos**

Código:	RTF	10
Semestre: 5	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	24

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Termodinámica

Contenido Sintético:

- Seminarios de introducción a la Aeronáutica
- Propiedades de la atmósfera y fundamentos del flujo de aire
- Fuerzas y coeficientes aerodinámicos
- Introducción a la Aerodinámica experimental
- Aspectos generales de la aerodinámica de los perfiles y las superficies sustentadoras
- Componentes principales del avión
- Introducción a las actuaciones del avión
- Generalidades de los aeropuertos y el transporte aéreo

Competencias Genéricas:

- CG2: Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG5: Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG7: Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG8: Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

**Competencias Específicas:**

- CE1: Competencias para diseñar, calcular y proyectar aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo, plantas propulsoras y auxiliares aeronáuticas y espaciales, sistemas de control aeronáuticos, instalaciones aeroportuarias -en aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una aeronave y/o sus equipos-, rutas y líneas de transporte aéreo.
  - CE1B: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
  - CE1C: Competencia para calcular, diseñar y proyectar la aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.
  - CE1D: Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
  - CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
  - CE1H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.
  - CE1I: Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE2A: Competencias para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.
- CE3A: Competencias para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.

## Presentación

Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos es una asignatura obligatoria correspondiente al quinto semestre de la carrera de Ingeniería Aeronáutica, la cual forma parte del bloque de tecnologías aplicadas y se constituye como la puerta de entrada al trayecto de materias específicas de la carrera. Su propósito es el de introducir los conceptos y las definiciones básicas utilizadas en la descripción de los problemas y las aplicaciones aeronáuticas, centrándose en la operación de los aviones convencionales. Para ello, la asignatura se divide en dos partes principales: en la primera de ellas se presentan los principios físicos y tecnológicos que rigen el vuelo del avión, comenzando por los fundamentos generales de la modelación del flujo de aire y la atmósfera terrestre para luego presentar conceptos y definiciones básicas referidos a los aviones convencionales. En la segunda parte estos principios se aplican integralmente al vuelo del avión, la gestión y el



diseño de aeropuertos. Además, las clases teóricas de la primera parte se complementan con una serie de actividades prácticas de laboratorio en las cuales se realizan diferentes ensayos aerodinámicos para fortalecer los conceptos mientras se adquieren los conocimientos básicos para la experimentación en Aerodinámica. Con la aprobación de la materia se espera que las y los estudiantes comprendan los fenómenos físicos involucrados en el vuelo del avión, conozcan la función y el principio de funcionamiento de los principales componentes del mismo, sean capaces de realizar y diseñar ensayos aerodinámicos de baja velocidad y cuenten con nociones elementales de la gestión y el diseño de aeropuertos.

## Objetivos

El objetivo general de esta materia es el de introducir los conceptos y definiciones básicas utilizados en el diseño y la operación de los aviones convencionales para que las y los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para abordar las materias del ciclo superior. Para satisfacer este objetivo deben cumplirse los siguientes objetivos específicos:

- Presentar el modelo de atmósfera terrestre y las ecuaciones que gobiernan el problema.
- Identificar las acciones aerodinámicas que actúan sobre el avión durante el vuelo y describir la función y el principio de funcionamiento de sus componentes principales.
- Presentar los conceptos y las definiciones básicas del análisis experimental en Aerodinámica.
- Describir los principales elementos y características de un aeropuerto

## Contenidos

### **Unidad N° 1: La industria aeronáutica**

1.1 Breve reseña del desarrollo aeronáutico: Etapas previas a la aviación moderna. Ornitópteros. Aeróstatos. El diseño revolucionario de George Cayley. El cambio de enfoque de Otto Lilienthal. El vuelo inaugural de los hermanos Wright. Evolución del avión moderno.  
1.2 Desarrollo de la industria aeronáutica: El transporte aéreo. Hitos del desarrollo aerocomercial. Desregulación del transporte aéreo. Situación actual de la industria aeronáutica.

### **Unidad N° 2: Propiedades del aire y de la atmósfera terrestre**

2.1 El aire como un medio continuo: Propiedades macroscópicas del aire (densidad, presión y temperatura). Ecuación de estado de los gases perfectos. Ecuación de altura con temperatura constante y gradiente térmico constante.  
2.2 La atmósfera terrestre: Capas de la atmósfera. Definición de la Atmósfera Estándar. Conceptos de altitud geométrica, altura, elevación, altitud de presión y de densidad. Principio de funcionamiento del baroaltímetro.

### **Unidad N° 3: Fundamentos del flujo de aire**

3.1 Conceptos iniciales: Sistemas de referencia. Volumen de control. Velocidad de flujo y líneas de corriente. Hipótesis simplificativas (flujo estacionario, flujo bidimensional, flujo no viscoso, flujo incompresible).  
3.2 Flujo ideal estacionario: Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Definición de presión estática, presión dinámica y presión total. Determinación de la velocidad. El tubo

Pitot. Efectos de compresibilidad. Límite práctico de incompresibilidad del flujo de aire.

3.3 Flujo viscoso: Concepto de viscosidad. Número de Reynolds. Flujo laminar y turbulento. Capa límite. Crecimiento, transición y separación de la capa límite.

#### **Unidad Nº 4: Fuerzas y coeficientes aerodinámicos**

4.1 Flujo externo sobre un cuerpo: Distribución de presiones y de tensiones viscosas Resultante aerodinámica. Definición de sustentación, resistencia aerodinámica y momento de cabeceo.

4.2 Introducción al análisis dimensional: Teorema Pi de Buckingham. Determinación de los números Pi en Aerodinámica. Concepto de similitud y semejanza. Ejercicios prácticos.

4.3 Coeficientes aerodinámicos: condiciones de similitud en Aerodinámica: Coeficiente de sustentación, de resistencia y de momento de cabeceo. Coeficiente de presión.

4.4 Generalidades de la fuerza de sustentación y de resistencia aerodinámica: Influencia de las fuerzas de presión y de las fuerzas viscosas. Efecto de la forma del cuerpo. Influencia del número de Reynolds.

#### **Unidad Nº 5: Introducción a la aerodinámica experimental**

5.1 Medición de presiones: Sonda de Pitot. Efectos sobre la medición de presión total. Medición de la presión estática. Tomas estáticas. Sonda Pitot-estáticas (principio de diseño).

5.2 Indicadores de presión: Manómetros de columna de líquido. Propiedades de los líquidos manométricos. Micromanómetros de columna de líquido. Multimanómetros. Transductores de presión.

5.3 Túneles de viento: Clasificación de los túneles de viento. Túneles de viento de baja velocidad. Descripción de componentes en configuraciones de circuito abierto y circuito cerrado. Principio de diseño. Ventajas y desventajas de cada configuración.

5.4 Ensayos aerodinámicos: Cumplimiento de las condiciones de similitud. Efectos de las condiciones experimentales. Instrumental. Balanzas.

#### **Unidad Nº 6: Aspectos generales de la aerodinámica de los perfiles y las superficies sustentadoras**

6.1 Perfiles aerodinámicos en flujo subsónico: Definiciones geométricas. Generación de sustentación en los perfiles. Ángulo de ataque. Características generales de las curvas de sustentación, resistencia y momento. Centro de presión y centro aerodinámico. Efecto de la geometría. Superficies articuladas.

6.2 Superficies sustentadoras: Definiciones geométricas de las alas. Efectos del flujo tridimensional en la aerodinámica del ala. Ángulo de ataque efectivo del ala. Curva de sustentación en las alas finitas. Concepto de resistencia inducida. Curva polar de resistencia.

#### **Unidad Nº 7: Componentes principales del avión**

7.1 El avión: Definición y clasificación. Configuración de los aviones convencionales. Función de sus componentes. Elementos estructurales y principios constructivos del fuselaje, el ala y el empenaje. Tren de aterrizaje. Sistemas propulsivos.

7.2 Dispositivos hipersustentadores: Definición de velocidad de pérdida. Flaps de borde de fuga. Flaps de borde de ataque. Efectos sobre las curvas de sustentación y resistencia. Otros dispositivos hipersustentadores. Frenos aerodinámicos.

7.3 Instrumental básico del avión: Clasificación de los instrumentos. El altímetro. Presiones

de referencia en la operación aeronáutica (QNH, QFE y QNE). Definiciones de altitud indicada y nivel de vuelo. El anemómetro. Principio de funcionamiento. Definición de las velocidades de vuelo (velocidad verdadera, indicada, calibrada y equivalente). Determinación de las velocidades de vuelo. Ejercicios prácticos.

### **Unidad Nº 8: Fundamentos de la estabilidad y el control del avión**

8.1 Acciones aerodinámicas sobre el avión: Sistemas de ejes cuerpo. Ángulo de deslizamiento. Fuerza lateral. Momentos de rolido y guiñada. Transformación de fuerzas y momentos.

8.2 Control del avión: Control aerodinámico de los aviones convencionales. Control longitudinal, control direccional y control lateral. Principio de operación de las superficies de control.

8.3 Estabilidad del avión: Estabilidad estática y estabilidad dinámica. Estabilidad estática longitudinal. Influencia de la posición del centro de gravedad. Estabilidad estática lateral y direccional. Introducción a los modos dinámicos de estabilidad.

### **Unidad Nº 9: Introducción a las actuaciones del avión**

9.1 Ecuaciones de movimiento: Grados de libertad del problema. Sistemas de referencia. Ecuaciones del vuelo simétrico. Concepto de variable de estado y variable de control del problema.

9.2 Vuelo estacionario: Performances estacionarias. Vuelo estacionario, recto y nivelado. Requerimiento de tracción y de potencia. Máximo alcance y máxima autonomía. Vuelo sin potencia.

9.3 Actuaciones de pista: Decolaje. Definiciones en la maniobra de decolaje. Determinación aproximada de la distancia de decolaje. Aterrizaje. Definiciones en la maniobra de aterrizaje. Determinación aproximada de la distancia de aterrizaje. Efecto suelo.

### **Unidad Nº 10: Aeropuertos**

10.1 Infraestructura aeroportuaria: Edificio terminal. Pistas. Plataformas. Calles de rodaje. Luces aeronáuticas. Zona libre de obstáculos. Ayudas visuales. Radioayudas. Clave de referencia del aeródromo. Distancias declaradas de pista.

10.2 Proyecto del aeropuerto: Estudio de factibilidad. Planificación. Normas aplicables al diseño de aeródromos (Anexo 14). Criterios para el diseño y la ampliación de aeropuertos. Estudios meteorológicos. Sitio de emplazamiento. Impacto ambiental.

10.3 Gestión del aeropuerto: Mantenimiento de la infraestructura. Control de la calidad de los servicios aeroportuarios. Gestión de riesgos. Planes frente a emergencias y salvamento.

## **Metodología de enseñanza**

Para esta asignatura se propone una metodología de enseñanza basada en el dictado de clases teórico/prácticas junto con la realización de actividades de laboratorio que se desarrollan a medida que se introducen los conceptos pertinentes necesarios para comprender los objetivos y los fundamentos de los diferentes ensayos.

Teniendo en cuenta el fin introductorio de esta asignatura y los objetivos fijados para la misma, las clases teórico/prácticas son mayormente expositivas, donde se presentan las definiciones y los conceptos desde un punto de vista general, esperando que las y los estudiantes asimilen los mismos de modo de aplicarlos al caso particular del vuelo del

avión y las aplicaciones aeronáuticas más elementales. Para ello, se prevé que la exposición de los contenidos teóricos se complemente con suficientes ejemplos y ejercicios demostrativos, fomentando la participación de las y los estudiantes para llevar la clase a una exposición dialogada.

La realización de las actividades de laboratorio permite un abordaje de tipo taller, en el cual el conocimiento se construye mediante la actividad de las y los estudiantes en el laboratorio. De esta manera, se integran los contenidos teóricos para llevar a cabo los ensayos bajo la supervisión de las y/o los docentes responsables, quienes deben fomentar la participación de todas y todos los estudiantes, siguiendo la metodología correspondiente para cada ensayo y respetando las condiciones adecuadas. Se destaca la importancia fundamental que tiene la presencia física de las y los estudiantes en el laboratorio para la realización de las actividades experimentales a fin de adquirir las habilidades técnicas esperadas.

La estructura de dictado de la asignatura consiste en dos clases semanales: en una de ellas se presentan los contenidos teóricos y, si corresponde, en la otra se desarrollan las actividades de laboratorio. Además, las y los docentes deberán fijar un horario de consulta por fuera del horario de clases formal, el cual deberá tener una extensión adecuada en función de la cantidad de estudiantes que cursan la asignatura. Se prevé que la primera actividad de laboratorio se efectúe una vez que se hayan presentado los contenidos teóricos suficientes para que las y los estudiantes sean capaces de comprender e interpretar los objetivos y la metodología del ensayo.

## Evaluación

Para la evaluación de los contenidos de la asignatura durante el dictado de la misma se escoge el tipo de evaluación sumativa, para la cual se prevé la realización de 2 (dos) ó 3 (tres) exámenes parciales dependiendo de la cantidad de clases disponibles según el calendario académico oficial. Se preferirán los exámenes escritos de múltiples preguntas de respuestas cortas que además pueden incluir pequeños desarrollos y ejercicios prácticos cuando el tema evaluado así lo amerite. Se establece en 60% el porcentaje mínimo de resolución correcta del examen para su aprobación, el cual equivale a una nota de 4 (cuatro). Las fechas de las evaluaciones serán informadas al inicio del ciclo lectivo con el correspondiente cronograma de clases y son de carácter inamovible.

La evaluación de las actividades de laboratorio se hace primeramente considerando los informes técnicos obligatorios que se entregarán regularmente a medida que se desarrollan las diferentes experiencias de laboratorio siguiendo los lineamientos establecidos por la Cátedra y dentro de las fechas informadas.

Para las y los estudiantes en condición de libre, el examen final de la asignatura consta de dos partes: en la primera de ellas se evalúan los contenidos teórico/prácticos por medio de un examen escrito cuya aprobación habilita a la posterior exposición oral donde se deberán responder las preguntas del Tribunal. Una vez aprobadas ambas instancias, se evalúan las habilidades técnicas de laboratorio, para lo cual la o el estudiante deberá realizar una de las actividades de laboratorio designada por el Tribunal con su correspondiente informe técnico en un plazo de 4 (cuatro) a 6 (seis) horas, dependiendo de la duración prevista para la

actividad. Durante este período se podrá hacer uso de la bibliografía y el material autorizado por la cátedra.

### **Criterios de evaluación de la asignatura**

A continuación, se detallan los criterios de evaluación utilizados en la asignatura para establecer la calificación de los exámenes y demás actividades obligatorias:

- Claridad y coherencia de las respuestas a preguntas puntuales.
- Profundidad en el análisis y el desarrollo de conceptos y fundamentos.
- Integración y transferencia de conceptos.
- Vinculación teórica-práctica
- Calidad de presentación y redacción adecuada en exámenes e informes escritos.
- Claridad en la expresión en exámenes orales.
- Participación tanto en las clases teóricas como en las actividades prácticas.

## **Condiciones de aprobación**

La aprobación de la asignatura puede efectuarse por la vía de la promoción (sin examen final) o del examen final, de acuerdo a lo que se detalla a continuación.

### **Régimen de promoción sin examen final**

Los requisitos que deben reunir las y los estudiantes para aprobar la asignatura por promoción sin examen final se encuadran dentro de lo establecido en el Régimen de Alumno y en las resoluciones y ordenanzas vigentes en la Facultad. Los mismos son los siguientes:

- Estar correctamente matriculado para el cursado de la asignatura de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 5º del Régimen de Alumno.
- Alcanzar la condición de alumno regular según lo dispuesto en el artículo 10º del mencionado Régimen, es decir, un mínimo de 80% de asistencia a clases y el cumplimiento de los trabajos programados y las condiciones especiales establecidas por la cátedra (que se detallan más abajo).
- Tener aprobadas o regularizadas la totalidad de las asignaturas correlativas obligatorias.
- Aprobar la totalidad de los exámenes parciales con una nota no inferior a 4 (cuatro).

Además, es requisito obligatorio para alcanzar la condición de regularidad y, por lo tanto, para tener acceso a la promoción sin examen final, haber realizado la totalidad de las actividades de laboratorio y haber aprobado los informes técnicos obligatorios. En caso de ausencia justificada, las y los estudiantes tienen derecho a recuperar hasta 2 (dos) actividades de laboratorio en una fecha definida por la cátedra al comienzo del ciclo lectivo.

La aprobación de la asignatura por promoción sin examen final será alcanzada por las y los estudiantes que cuenten con no menos del 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas, que hayan realizado todas las actividades de laboratorio y tengan aprobados los informes técnicos obligatorios, que hayan aprobado la totalidad de los exámenes parciales con nota de 4 (cuatro) o superior. Además, quienes hayan desaprobado un examen parcial teórico/práctico tienen derecho a un recuperatorio para cada caso, cuya nota reemplazará a la del examen reprobado. La nota final de la asignatura resulta del promedio aritmético de las notas de los exámenes parciales y de la carpeta de informes técnicos. En caso de no

aprobar el recuperatorio, se alcanzará la condición de alumna/o regular en la asignatura según lo establecido en el Régimen de Alumno. Las y los estudiantes que no logren la condición de regularidad quedan en condición de libres.

### **Requerimientos y disposiciones para la presentación de los informes técnicos**

Al comienzo de cada período lectivo, la cátedra informará cuáles de las actividades de laboratorio incluidas en el programa analítico de la asignatura deberán ser entregadas como Informes Técnicos. La presentación de los mismos debe cumplir con los siguientes requisitos antes de poder ser evaluados:

- Ajustarse al formato de presentación establecido por la cátedra y entregarse únicamente en formato digital PDF (portable document format).
- Ser entregados dentro del período establecido sin excepción.
- Realizarse de forma absolutamente individual o junto al grupo de trabajo que fue oportunamente designado, utilizando los resultados obtenidos durante la actividad de laboratorio correspondiente.
- Estructurar el trabajo con resumen, objetivos, fundamentos teóricos, metodología y descripción de la instalación utilizada, resultados (presentados mediante fórmulas, gráficos o tablas debidamente confeccionados según corresponda), conclusiones y referencias.

Los informes técnicos observados deberán corregirse y entregarse dentro de los plazos establecidos por la cátedra. De persistir los errores o frente a faltas graves (errores conceptuales graves, entrega fuera de término, plagio o falencias graves en el formato), el informe técnico será reprobado y deberá ser recuperado teniendo en cuenta que pueden recuperarse hasta un máximo de 2 (dos) informes técnicos. Las y los estudiantes que reprobren más de 2 (dos) informes técnicos o que no asistan a más de 2 (dos) actividades de laboratorio quedarán automáticamente en condición de libre.

### **Régimen de examen**

La aprobación de la asignatura por medio del examen final se logra con la aprobación de todas las instancias de dicho examen y la nota final resulta del promedio aritmético de cada una de las evaluaciones (examen escrito, examen oral y actividad de laboratorio).

En el caso de las y los estudiantes que, bajo condición de regularidad vigente, opten por esta modalidad de evaluación, su examen constará de las mismas instancias que el de las y los estudiantes en condición de libre, pero la actividad de laboratorio y el correspondiente informe técnico será reemplazado por preguntas del Tribunal referidas a la carpeta de informes técnicos que fue realizada durante el cursado de la materia. Debe tenerse en cuenta que la validez de dicha carpeta es igual a la del período de validez de la regularidad, y una vez vencido el mismo la o el estudiante quedará en condición de libre.

### **Reparcialización**

Como lo indican las reglamentaciones de la Facultad, la posibilidad de reparcialización de la asignatura está prevista para quienes se encuentren con la regularidad vigente durante el cuatrimestre de dictado. Quien opte por esta modalidad deberá realizar los exámenes parciales teórico/prácticos que se toman durante el cursado regular, quedando exento de la obligatoriedad de la asistencia a clases y la realización de las actividades e informes de laboratorio ya que, debido a su condición de regularidad vigente, posee la carpeta de

informes técnicos completa. Con la aprobación de todos los exámenes parciales la o el estudiante alcanza la promoción de la materia. Cabe destacar que es responsabilidad de la o el estudiante informar a la Cátedra su deseo de optar por el reparcializado de la asignatura al comienzo del ciclo lectivo.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Durante el cursado de la materia, está prevista la realización de 11 (once) actividades de laboratorio. Algunas de ellas deberán ser descritas por medio de un informe técnico que posteriormente será evaluado por la o el docente responsable. A continuación se detalla el contenido de cada una de estas actividades:

1. Determinación experimental de las propiedades atmosféricas del aire
2. Visualización de flujo
3. Determinación experimental de la velocidad de una corriente de aire
4. Determinación experimental del perfil de velocidades en la capa límite
5. Relevamiento de sondas de presión
6. Calibración de sondas de presión estática y total
7. Relevamiento de túneles de viento
8. Determinación de la cámara de ensayo de un túnel de cámara abierta
9. Medición de presión estática en las paredes de un túnel de cámara cerrada
10. Determinación experimental de la distribución de presión sobre un perfil alar
11. Relevamiento de las características de una aeronave

## Resultados de aprendizaje

Los aportes a las competencias desagregadas CE1B, CE1C, CE1D y CE1G se da a partir de la comprensión de los fundamentos básicos de la aerodinámica de baja velocidad para entender los principios del vuelo del avión utilizando las definiciones y formulaciones correspondientes. Para esto, es necesario que se desarrollen las siguientes capacidades:

- Describir las propiedades del aire, aplicar las ecuaciones que las relacionan entre sí y conocer las definiciones para modelar la atmósfera terrestre.
- Conocer y comprender las ecuaciones de conservación del flujo de aire ideal incompresible reconociendo las limitaciones de las hipótesis simplificativas aplicadas.
- Conocer y explicar la acción de las diferentes fuerzas y momentos aerodinámicos que actúan sobre un cuerpo sumergido en una corriente fluida, particularmente en el caso de los perfiles aerodinámicos y las superficies sustentadoras, utilizando las definiciones y formulaciones correspondientes.

La tributación a la competencia específica desagregada CE1H se logra al conocer las principales características y elementos de un aeropuerto y los servicios que éstos prestan para planificar su desarrollo y gestionar su funcionamiento en conformidad con la normativa vigente.

Los aportes a la competencia desagregada CE1I y a la competencia específica CE2 se obtienen por medio de la comprensión de los fundamentos básicos de la aerodinámica experimental para realizar ensayos de baja velocidad identificando las condiciones de

similitud del experimento y utilizando el instrumental correspondiente. Para incorporar esta competencia se debe poder:

- Comprender y aplicar los principios básicos del análisis dimensional.
- Realizar experiencias de laboratorio relativamente simples en túneles de viento de baja velocidad utilizando correctamente los elementos de medición y el instrumental correspondiente.
- Conocer las condiciones de similitud de los ensayos aerodinámicos y el efecto de las diferentes condiciones experimentales sobre los mismos.
- Confeccionar informes técnicos adecuados para comunicar los resultados y la metodología de las experiencias de laboratorio.

La contribución a la competencia específica CE3 se alcanza por medio de la Identificación de los principales componentes de un avión convencional conociendo su función y principio de funcionamiento para entender los aspectos elementales del diseño y la operación aeronáutica. Esta contribución será posible siempre que se haya alcanzado la capacidad de:

- Reconocer los principales componentes del avión y explicar su principio de funcionamiento y su rol en las diferentes fases del vuelo.
- Describir los elementos de control de un avión convencional y la forma de operación de los mismos.
- Conocer y explicar la aplicación de las definiciones de presiones de referencia y velocidades de vuelo utilizadas durante la operación aeronáutica de acuerdo a la normativa vigente.
- Resolver ejercicios prácticos referidos a la determinación de las diferentes indicaciones de altitud y velocidades de vuelo.

## Bibliografía

1. Krause, G. (2022). *Fundamentos del vuelo del avión*. Universitas Editorial, Córdoba.
2. García, J. y Galeasso, A. (2020). *Aeronáutica General, Guía de Trabajos Prácticos, Apuntes de la Cátedra*. Departamento de Aeronáutica, FCEfN-UNC, Córdoba.
3. Anderson, J. (2012). *Introduction to Flight*, Mc Graw-Hill, 7th edition, New York.
4. Brandt, S.; Stiles, R.; Bertin, J. y Whitford, R. (2004). *Introduction to Aeronautics: A Design Perspective*, AIAA Editorial Series, Reston (VA).
5. J. Carmona , j. (2000). *Aerodinámica y Actuaciones del Avión*, Editorial Paraninfo, 10ma edición, Madrid.
6. Barlow, J.; Rae, W. y Pope, A. (1999). *Low-speed Wind Tunnels Testing*, John Wiley & Sons, 3rd edition, New York.
7. Roskam, J. y Lan, C. (1997). *Airplane Aerodynamics and Performance*, DARcorporation, Lawrence (KA), 1997.
8. Oñate, E. (2007). *Conocimientos del avión*, Editorial Paraninfo, 5ta edición, Madrid.
9. García, J. y Cid, G. (2023): *Seminarios de Aeronáutica y aeropuertos, Apuntes de la Cátedra*. Departamento de Aeronáutica, FCEfN-UNC, Córdoba
10. Doganis, R. (1992): *La Empresa Aeroportuaria*, Editorial Paraninfo, Madrid
11. ANAC (2023): *Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC)*.  
<https://www.argentina.gob.ar/anac/raac-dnar-regulaciones-argentinas-de-aviacion-civil/raac-vigentes>
12. OACI (2016): Anexo 14, Aeródromos, Vol. I: Operación y diseño de los aeródromos.





Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 10 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:24:32 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:24:38 -03'00'

Asignatura: **Cálculo Estructural 1**

Código:	RTF	6
Semestre: 7mo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	15

Departamento: Estructuras

Correlativa:

- Mecánica de las Estructuras
- Computación y Cálculo Numérico

Contenido Sintético:

- Análisis Estructural
- Teoremas energéticos.
- Métodos de las Fuerzas.
- Método de Rigidez.
- Inestabilidad estructural.
- Dinámica de las estructuras.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas para la carrera de Ing. Aeronáutica:

- CE 1B: Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 1E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 1F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 2A: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

Cálculo Estructural I es la continuación de la formación de los estudiantes en el cálculo y diseño de estructuras y se dicta a las carreras de Ingeniería Aeroespacial, Ing. Mecánica e Ing. Mecánica Electricista. Como formación previa el estudiante ha cursado las asignaturas: Estructuras Isostáticas y Mecánica de las Estructuras, que conjuntamente con Cálculo Estructural I constituyen materias comunes para las tres carreras antes citadas (Res. N° 325-HCD-2005).

El desarrollo de la asignatura comprende dos grandes bloques temáticos relacionados principalmente con estructuras de barras bajo cargas estáticas (comprende dos partes: el método de las fuerzas y el método de rigidez) y bajo cargas variables en el tiempo (que se desarrolla en la tercera parte: dinámica estructural). El estudiante se enfrenta desde el primer momento a un cambio en su concepción de las estructuras, debiendo admitir definitivamente la deformabilidad de los cuerpos a fin de poder resolver estructuras hiperestáticas. Aparece así un primer contacto con las ecuaciones cinemáticas y constitutivas necesarias para el planteo de las ecuaciones de compatibilidad. Las mismas conducen inmediatamente al concepto de flexibilidad estableciendo la relación entre las cargas y los desplazamientos de puntos arbitrarios de una estructura. Estos conceptos son fundamentales, a posteriori, para el modelado de problemas dinámicos. La contraparte del concepto de flexibilidad es el de rigidez, que se profundiza y sistematiza en el análisis de estructuras de barras en la segunda parte del curso. El planteo de las matrices que establecen las relaciones entre las cargas y los desplazamientos son obtenidas utilizando los conceptos desarrollados anteriormente, lo que logra establecer un nuevo vínculo entre los dos enfoques.

El método de rigidez permite introducir el concepto de discretización matricial de las estructuras, como preludeo al estudio posterior del Método de Elementos Finitos, cuya introducción se realiza en la asignatura subsiguiente (Cálculo Estructural 2), método este que constituye la herramienta fundamental para el análisis de estructuras de miles de grados de libertad. Sentados los conceptos de flexibilidad, y de rigidez, el estudiante está en condiciones de poder tomar conocimiento de los conceptos de inestabilidad estructural, relacionados con la pérdida de rigidez, conceptos fundamentales en la concepción y diseño de estructuras esbeltas. Posteriormente, los conocimientos alcanzados en el análisis de estructuras, según el enfoque de flexibilidad y rigidez permiten al estudiante enfrentar el próximo paso cual es formular y resolver estructuras de barras bajo cargas variables en el tiempo. Aparecen así los conceptos de grado de libertad dinámicos, que deben ser vinculados a los grados de libertad geométricos, desarrollados anteriormente, mediante la condensación estática. Se pone especial énfasis en destacar la naturaleza dinámica o estática (pseudo estática) de la respuesta de las estructuras sometidas a cargas variables en el tiempo. La solución de las ecuaciones de movimiento se enfoca según distintos métodos, tanto analíticos como numéricos.

A través del cursado de la asignatura el estudiante desarrollará las competencias propuestas y además de haber incorporado los aspectos que son intrínsecos a la propia asignatura, habrá integrado y enriquecido saberes que forman parte de asignaturas previas.

# Contenidos

## Primera Parte: Método de las Fuerzas

### Unidad 1: Análisis Estructural

Objeto de análisis estructural. Tipos de estructuras de barras y modelos de análisis. Los dos grandes métodos de cálculo. Ecuaciones para el análisis de sólidos deformables. Ecuaciones para vigas rectas prismáticas. Generalidades de la estática de sistemas deformables.

### Unidad 2: Teoremas Energéticos

Energía interna de deformación en sólidos elásticos. Aplicaciones de la identidad entre trabajo externo y energía interna de deformación al cálculo de las propiedades de una viga equivalente. Principio de Mínima Energía Potencial Complementaria. Principio de Mínima Energía Potencial Total. Principio de Trabajos Virtuales en estructuras de barras. Teoremas de reciprocidad. Cálculo de desplazamientos en estructuras de barras por aplicación del Principio de Trabajos Virtuales.

### Unidad 3: Método de las Fuerzas

Cálculo de estructuras hiperestáticas reticuladas y de alma llena aplicando el Método de las Fuerzas. Consideración de los efectos térmicos, defectos de montajes y desplazamientos prefijados en las ecuaciones de compatibilidad. Cálculo de desplazamientos en sistemas hiperestáticos. El método de las fuerzas como aplicación del Principio de Mínima Energía Potencial Total.

## Segunda Parte: Método de Rigidez

### Unidad 4: Método de Rigidez en Reticulados

Cinemática de la barra de reticulado plano. Cálculo del alargamiento en función de los desplazamientos. Obtención de la matriz de rigidez del reticulado plano utilizando el Método de las Fuerzas. Obtención de la matriz de rigidez del reticulado plano utilizando la relación alargamiento - desplazamientos. Propiedades de la matriz de rigidez. Sentido físico de la singularidad de la matriz de rigidez. Obtención de la matriz de rigidez de la estructura. Justificación del ensamble. Imposición de las condiciones de apoyo. Determinación de desplazamientos, esfuerzos en barras y reacciones de apoyo. Equilibrio del nudo.

### Unidad 5: Pórticos Planos

Obtención de la matriz de rigidez del pórtico plano en coordenadas locales mediante el Método de las Fuerzas. Obtención de la matriz de rigidez del pórtico plano en coordenadas locales como aplicación del Principio de Mínima Energía Potencial Total. Propiedades de la matriz de rigidez. Obtención de la matriz de rigidez del pórtico plano en coordenadas globales. Matriz de rigidez del conjunto. Determinación de esfuerzos y reacciones de apoyo. Equilibrio del nudo. Carga en el interior de un tramo, efectos térmicos. Desplazamientos prefijados. Defectos de montaje.

### Unidad 6: Estabilidad Estructural

Descripción del problema de estabilidad en barras de pórtico plano. Trayectoria fundamental y secundaria. Sistema perfecto e imperfecto. Teoría de segundo orden para elementos prismáticos: obtención de la matriz de rigidez del pórtico plano. Determinación de cargas críticas, desplazamientos y esfuerzos en barras de pórtico plano.

### Unidad 7: Temas Complementarios

Extensión de los conceptos de rigidez a barras de emparrillado plano. Condensación estática y subestructuración. Condiciones de apoyo para estructuras simétricas.

### Tercera Parte: Dinámica Estructural

#### Unidad 8: Respuesta del Oscilador Simple

Grados de libertad dinámicos. Determinación de la matriz de rigidez dinámica. Importancia de la masa en problemas dinámicos. Fuerzas disipativas. Vibraciones libres. Excitación periódica. Respuesta a cargas variables en el tiempo: problemas dinámicos y pseudo dinámicos. Respuesta bajo cargas impulsivas. Integración numérica.

#### Unidad 9: Vibraciones Libres en Sistemas de Múltiples Grados de Libertad.

Matriz de rigidez dinámica en problemas de múltiples grados de libertad dinámica: por ensamble de las matrices de rigidez, por condensación estática, por definición de rigidez; por definición de flexibilidad. Determinación de los estados unitarios. Vibraciones libres. Vibraciones libres-libres. Modos de vibrar y sus propiedades. Determinación práctica de modos y frecuencias.

#### Unidad 10: Respuesta de Sistemas no homogéneos de Múltiples Grados de Libertad.

Método de descomposición modal: coordenadas generalizadas. Estados modales. Cálculo de desplazamientos y esfuerzos. Cargas armónicas. Cargas impulsivas. Excitación dinámica por movimiento de apoyos: planteo en desplazamientos totales y en desplazamientos relativos.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo de los contenidos se realiza principalmente mediante el dictado de clases que incluyen partes teóricas y prácticas y consisten en exposiciones dialogadas entre los docentes y los alumnos, orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de analizar y calcular estructuras y componentes mecánicos, a fin de establecer desplazamientos y tensiones en estructuras de barras. Los desarrollos teóricos combinan el uso de recursos visuales y pizarra. Durante las clases prácticas se realizan actividades que ayudan al estudiante a desarrollar habilidades y criterios de cálculo en estructuras de barras. En la medida de lo posible se trata de partir de ejemplos de la vida real y pasar a modelos de cálculo a partir de los cuales, y de acuerdo a la parte (método de las fuerzas, método de rigidez o dinámica) que se esté abordando, se utilizan los métodos de cálculo correspondientes. En la clase práctica, el docente propone el enunciado de un problema que debe ser entregado en la próxima clase práctica. Durante la clase, el profesor aborda ejercicios similares al que deberán resolver individualmente los estudiantes. Esta modalidad obliga al estudiante a un estudio continuo de la asignatura y le permite poder comprender los contenidos que se presentan en el avance de la materia. Por otro lado, estos prácticos (unos 10 TP) deben ser presentados según un formato preestablecido y expresar los resultados, el desarrollo y conclusiones utilizando el lenguaje técnico correspondiente. Algunas de las actividades prácticas se complementan con el uso de programas de cálculo para pórticos y emparrillados planos. Durante el período de tiempo (1 semana) que transcurre entre el enunciado y la entrega del problema, el estudiante podrá asistir a los horarios de clase de consulta que ofrece la cátedra para evacuar dudas teóricas o prácticas.

Un rol fundamental, en el desarrollo de las actividades de la asignatura, cumple el aula virtual. Se utiliza no solamente como soporte de bibliografía de estudio y como medio de comunicación de novedades, sino también como alternativa para proponer actividades teórico prácticas a través de planteo de situaciones problema mediante el recurso de cuestionarios. La principal ventaja del cuestionario es que permite establecer fechas de alta y baja de la actividad y personalizar la actividad. El primer día de clases, el estudiante cuenta con un cronograma de actividades en las que se describen las actividades áulicas y las instancias de evaluación.

## Evaluación

La evaluación está relacionada con las siguientes actividades:

- Los estudiantes deben acreditar un porcentaje de asistencia a las clases teóricas y prácticas.
- Los trabajos prácticos asignados en cada clase deben entregarse en la clase práctica siguiente. Cada hoja respetará márgenes y llevará el nombre de la asignatura, el número del trabajo práctico, el nombre del estudiante y la fecha de entrega. Una vez controlado, el trabajo será devuelto al estudiante. Si el práctico no satisface las condiciones mínimas de presentación o se incurren en errores conceptuales groseros, el práctico podrá ser rechazado y no ser tenido en cuenta a los fines de los porcentajes necesarios para regularizar o promocionar la asignatura. Los trabajos son personales. Cada práctico recibe una calificación que depende de la presentación, enfoque y calidad de las respuestas y tiempo de entrega. Los estudiantes deben acreditar un porcentaje de prácticos entregados.
- Completa la evaluación de los conocimientos adquiridos dos (2) parciales prácticos (que pueden incluir preguntas teóricas conceptuales) y un (1) parcial teórico (Coloquio integrador):

- Primer parcial práctico: incluye los temas relacionados con el Método de las Fuerzas y el Método de Rigidez.
- Segundo parcial práctico: incluye los temas relacionados con Dinámica Estructural.

Los parciales prácticos, están fundamentalmente orientados a la resolución de problemas. Para aprobar los exámenes parciales el alumno deberá mostrar conocimientos relativos a los contenidos que se evalúan y en este sentido el profesor podrá desestimar el examen si corrobora la existencia de fallas conceptuales fundamentales. Los exámenes parciales recibirán una calificación de 1 a 10 puntos. Se aprueba con una calificación mínima de 4 puntos que se alcanzan cuando el estudiante acredita un 60 % de los puntos asignados a cada problema de la evaluación.

- Parcial teórico – Coloquio Integrador:

Es una evaluación orientada a la parte teórica de la asignatura e incluye los temas teóricos desarrollados en clase y/o que hubieren sido indicados a los estudiantes para su estudio por el profesor. Se proveerá a los estudiantes de un listado con los temas que serán incluidos en el teórico. Los temas se agrupan según

tres títulos: Método de las Fuerzas, Método de Rigidez y Dinámica Estructural. Se asignará al estudiante tres (3) temas generados en forma aleatoria, uno correspondiente a cada título del listado de temas, que serán desarrollados (a pedido del profesor) en forma escrita por los estudiantes, asignando un tiempo de unos 30 minutos para cada uno de los temas. Posteriormente, el profesor podrá hacer preguntas al estudiante para evaluar la profundidad del conocimiento adquirido. El examen parcial será invalidado, tanto si el estudiante no desarrolla en forma pertinente alguno de los temas, o no demuestra poseer los conocimientos correspondientes al ser evaluado en forma oral.

## Condiciones de aprobación

El estudiante aprueba la asignatura por promoción si satisface los siguientes requisitos:

- Asistencia a las clases teóricas y prácticas: 80%.
- Entrega de trabajos prácticos en tiempo y forma: 60%.
- Aprueba los dos (2) parciales prácticos. De los dos (2) parciales prácticos, se podrá recuperar uno (1); la nota del recuperatorio reemplazará la nota anterior obtenida.
- Aprueba el parcial teórico – Coloquio integrador: se podrá rendir este parcial la última semana de clases o en los turnos de examen correspondientes al semestre de cursado. Si el estudiante fracasa en aprobar el parcial teórico, perderá la condición de alumno promocionado, pasando a la categoría de alumno regular.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en los indicadores establecidos en la rúbrica.

La calificación de la promoción se obtiene a través del siguiente polinomio:

$$\text{Calificación} = 0,6 \times P1 + 0,2 \times P2 + 0,2 \times P3$$

Donde:

P1: es el promedio de las calificaciones de los parciales teórico-prácticos

P2: es el promedio de la calificación de las actividades prácticas.

P3: es la valoración numérica obtenida de la rúbrica.

El estudiante alcanza la condición de alumno regular si satisface los siguientes requisitos:

- Asistencia a las clases teóricas y prácticas: 70%.
- Entrega de trabajos prácticos en tiempo y forma: 40%.
- Aprueba los dos (2) parciales prácticos. De los dos (2) parciales prácticos, se podrá recuperar uno (1); la nota del recuperatorio reemplazará la nota anterior obtenida.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en los indicadores establecidos en la rúbrica.
- Condiciones para aprobar la materia como alumno regular: el estudiante deberá inscribirse en los turnos de exámenes establecidos en el Calendario Académico - Administrativo. El examen consta de una parte práctica y una parte teórica. La parte práctica consistirá en la solución de ejercicios similares a los que se evalúan en los exámenes parciales. La parte teórica tendrá las características del parcial-coloquio integrador, descritas en el apartado de evaluación. De aprobarse las instancias



práctica y teórica, se asigna la calificación que resulta del promedio de la nota obtenida en la parte práctica y teórica.

## Actividades prácticas

El alcance y características de las actividades prácticas se han descrito en la sección de Metodología de enseñanza.

## Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias tecnológicas:

#### **CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

- 1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 1.a.1. Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.
  - 1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
  - 1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
  - 1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- 1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.
  - 1.b.2. Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.
  - 1.b.3. Ser capaz de valorar el impacto sobre el medio ambiente y la sociedad, de las diversas alternativas de solución.
- 1.c. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.
  - 1.c.2. Ser capaz de incorporar al diseño las dimensiones del problema (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico.
  - 1.c.3. Ser capaz de planificar la resolución (identificar el momento oportuno para el abordaje, estimar los tiempos requeridos, prever las ayudas necesarias, etc.).
  - 1.c.4. Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación.
  - 1.c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.
  - 1.c.6. Ser capaz de controlar el proceso de ejecución.
- 1.d. Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 1.d.1. Ser capaz de controlar el propio desempeño y saber cómo encontrar los

- recursos necesarios para superar dificultades.
- 1.d.2. Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.
  - 1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.
  - 1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.

#### **CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.**

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

- 4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 4.a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
  - 4.a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.
  - 4.a.3. Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.
- 4.b. Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas  
Esta capacidad puede implicar, entre otras cosas:
  - 4.b.1. Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc.
  - 4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
  - 4.b.3. Ser capaz de combinarlas y/o producir modificaciones de manera que optimicen su utilización.
  - 4.b.4. Ser capaz de capacitar y entrenar en la utilización de las técnicas y herramientas.
  - 4.b.5. Ser capaz de supervisar la utilización de las técnicas y herramientas y de detectar y corregir desvíos en la utilización de las mismas.

#### **Competencias sociales, políticas y actitudinales:**

##### **CG7: Comunicarse con efectividad.**

Esta competencia requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se pueden detallar:

- 7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
  - 7.a.1. Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.
  - 7.a.2. Ser capaz de comunicar eficazmente problemáticas relacionadas a la profesión, a personas ajenas a ella.
  - 7.a.3. Ser capaz de interpretar otros puntos de vista, teniendo en cuenta las situaciones personales y sociales de los interlocutores.
  - 7.a.4. Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos.
  - 7.a.5. Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación

- 7.b. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.  
Esta capacidad puede implicar, entre otras:
- 7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
  - 7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.
  - 7.b.3. Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.
  - 7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).
  - 7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
  - 7.b.6. Ser capaz de comprender textos técnicos en idioma inglés.
  - 7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.
  - 7.b.8. Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.

### **Competencias Específicas para la carrera de Ing. Aeronáutica:**

- CE 1B: Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 1E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 1F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 2A: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE 3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

### **Resultados de Aprendizaje (IRA)**

Los indicadores de desempeño de los estudiantes, que permiten evaluar el alcance de las competencias generales y específicas son:

- IRA 1: Reconoce las distintas estructuras de barras (reticulados, pórticos planos, emparrillados planos y pórticos espaciales), los grados de libertad que los gobiernan y los esfuerzos que les son propios.
- IRA 2: Identifica los puntos de las estructuras en los que se conocen las cargas y en cuales se conocen los desplazamientos, según se trate de reticulados, pórticos y emparrillados planos o estructuras en 3D.
- IRA 3: Reconoce y aplica correctamente las ecuaciones de equilibrio para determinar reacciones de apoyo en estructuras isostáticas, según se trate de reticulados, pórticos y emparrillados planos o estructuras en 3D.
- IRA 4: Recupera y aplica correctamente las ecuaciones que determinan el estado tensional de elementos sometidos a esfuerzos normales, de corte, torsión y flexión.
- IRA 5: Aplica adecuadamente el Principio de Trabajos Virtuales (PTV) para determinar desplazamientos en estructuras isostáticas sometidas a cargas mecánicas, térmicas y errores de montaje.

- IRA 6: Determina el orden de hiperestaticidad de la estructura de barras, y define adecuadamente la estructura isostática fundamental.
- IRA 7: Plantea las ecuaciones de compatibilidad e identifica la participación de las cargas, errores de montaje, saltos de temperatura y desplazamientos prefijados en la definición de las mismas.
- IRA 8: Comprende el alcance del principio de superposición y lo aplica adecuadamente en el método de las fuerzas (MdF).
- IRA 9: Comprender los sistemas locales y globales de referencia y su participación en la definición de las matrices locales y globales de las barras y la estructura ensamblada, su relación con los desplazamientos y el cálculo de esfuerzos.
- IRA 10: Plantea el sistema de ecuaciones que describen la estructura en el marco del método de rigidez (MdR), e impone las condiciones de apoyo y carga en forma pertinente.
- IRA 11: Modela y resuelve estructuras de barras (reticulados planos, pórticos planos y emparrillados planos) utilizando programas de computadora.
- IRA 12: Aplica adecuadamente los conceptos de condensación estática (CE) y subestructuración.
- IRA 13: Comprende el alcance del principio de superposición y lo aplica adecuadamente en el método de rigidez.
- IRA 14: Comprende la diferencia entre grado de libertad geométrico y grado de libertad dinámico (GLD).
- IRA 15: Aplica los conocimientos previos relacionados con el PTV, la solución de problemas hiperestáticos mediante el MdF, la solución de estructuras mediante el MdR y los alcances de la CE para obtener la matriz de rigidez condensada en los problemas dinámicos.
- IRA 16: Modela y determina la matriz de rigidez condensada de estructuras sometidas a cargas dinámicas, ya sea utilizando el enfoque en rigidez o el enfoque en flexibilidad, mediante programas de computadora.
- IRA 17: Determina la respuesta (desplazamientos y esfuerzos) en sistemas de 1 GLD homogéneos, con carga armónica, con carga impulsiva, en forma analítica y por integración numérica.
- IRA 18: Sabe caracterizar la estructura determinando modos y frecuencias naturales y los esfuerzos relacionados con los mismos.
- IRA 19: Aplica el método de descomposición modal a la solución de problemas de múltiples grados de libertad dinámicos (MGLD) en sistemas homogéneos, con cargas armónicas y cargas impulsivas.
- IRA 20 : Comprende el alcance del principio de superposición y lo aplica adecuadamente en estructuras que experimentan desplazamientos de apoyo.
- IRA 21: Reconoce la simetría, anti simetría y asimetría que está presente en estructuras de barras sometidas a cargas estáticas y dinámicas para construir modelos con menor número de grados de libertad.
- IRA 22: Utiliza adecuadamente las tablas que se ponen a disposición para abordar la solución de problemas tanto en el marco del MdF, el MdR y en problemas dinámicos, interpretando la información que corresponde a cada situación.
- IRA 23: Presenta los resultados escritos en forma clara, siguiendo un orden pertinente, utilizando lenguaje técnico, gráficos y/o tablas en forma apropiada.
- IRA 24: Logra expresar y defender los conceptos teóricos de la asignatura utilizando lenguaje técnico apropiado mostrando convicción en su argumentación.

## Rúbricas

Los IRA anteriormente detallados están relacionados con las competencias genéricas y específicas (en mayor o menor medida) en tanto y en cuanto los descriptores de las competencias concuerden con los alcances que se puedan lograr al desarrollar la asignatura. Y a su vez estos alcances dependerán de las actividades que se propongan. En este sentido, no se han elegido solo algunas de las capacidades propias de cada competencia para flexibilizar futuras propuestas pedagógicas que permitan enriquecer el alcance de las competencias.

La valoración de las competencias se realizará mediante la ponderación de las IRA según las actividades propuestas en la siguiente tabla:

Competencia	Actividad	IRA	Valoración
CG1, CG7	Trabajo Práctico 1	IRA 1 a 4, IRA 21, IRA 23	VTP1
...	Trabajo Práctico 2	...	VTP2
...	...	...	...
...	Trabajo Práctico N	...	VTPN
...	Parcial N° 1	...	VP1
...	Parcial N° 2	...	VP2
...	Parcial N° 3	...	VP3

La tabla anterior muestra la forma que adopta la rúbrica. En ella se distingue:

Columna 1: se identifica la competencia que se valora.

Columna 2: indica la actividad que incluye los Trabajos Prácticos (alrededor de 10), los 2 parciales prácticos y el parcial teórico.

Columna 3: se identifican los indicadores de resultados de aprendizaje (IRA). De acuerdo a la actividad, se establecen los IRA, que a su vez permiten determinar las competencias en la primer columna.

Columna 4: se asigna una valoración que va de 1 a 10. El resultado mínimo esperado es 4.

Para cada actividad, será necesario detallar los alcances y como desagregar la valoración de la rúbrica.

Con las valoraciones se determina el valor de P3, valor al que se refiere la sección Condiciones de Aprobación, utilizando la siguiente fórmula:

$$P3 = (VTP + VP1 + VP2 + VP3) / 4$$

donde VTP es el promedio de las valoraciones de los trabajos prácticos propuestos.

## Bibliografía

Massa, J.C. , Prato, C.A. y Brewer, A. T., *Método de las Fuerzas*, aula Moodle de la asignatura, 2019.

Massa, J.C. , Prato, C.A. y Brewer, A. T., *Método de la Rigidez*, aula Moodle de la asignatura, 2019.

Massa, J.C. , Prato, C.A. y Brewer, A. T., *Dinámica estructural*, Disponible en aula Moodle de la asignatura, 2019.

Hibbeler, Russell. *Structural Analysis*. Prentice-Hall, 1995.

Livesley, R.K., *Métodos matriciales para el cálculo de estructuras*, Madrid, ES: Blume, 1970.

Przemieniecki, J.S., *Theory of matrix structural analysis*, New York, McGraw-Hill, 1968.

Maher N., Bismarck-Nasr, *Structural dynamics in aeronautical engineering*, Reston VA: AIAA education series, 1999.

Lomax, T. L., *Structural loads analysis for commercial transport aircraft; theory and practice*, AIAA education series, 1996.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Cálculo Estructural 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 13 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:33:53 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:33:58 -03'00'

Asignatura: **Cálculo Estructural 2**

Código:	RTF	7
Semestre: Octavo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	15

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Cálculo Estructural I

Contenido Sintético:

- Teoría de la elasticidad
- Criterios de falla
- Componentes estructurales
- Inestabilidad estructural
- Método de elementos finitos
- Concentración de tensiones y fatiga
- Mecánica de fractura
- Vigas de pared delgada
- Estructuras a recubrimiento resistente
- Uniones

Competencias Genéricas:

- **CG 1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- **CG 7.** Competencia para comunicarse con efectividad.



Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

**CE1 B.** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE1 E.** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsores principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CE1 F.** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE1 G.** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE1 I.** Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE2 A.** Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE3 A.** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE4 A.** Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

Esta asignatura es una actividad curricular que pertenece al penúltimo año (octavo semestre) de la carrera de Ingeniería Aeroespacial, que completa el desarrollo de las teorías fundamentales relativas a la Mecánica de Materiales y avanza sobre aspectos del Análisis Estructural.

Las actividades están orientadas a desarrollar aptitud para resolver problemas concernientes al Diseño Estructural empleando los fundamentos de la mecánica de sólidos, la teoría de la elasticidad lineal y los métodos numéricos aproximados (por computadora) para resolver problemas concretos de la ingeniería aeroespacial.

A través del cursado de la asignatura el alumno adquiere las habilidades necesarias para diseñar, desarrollar y analizar partes de máquinas, sistemas auxiliares y estructuras de uso aeronáutico. Al finalizar el curso, el alumno debe mostrar la capacidad de resolver problemas de diseño estructural. Para ello debe conocer: a) los distintos tipos de estructuras, su comportamiento y su modelación adecuada, b) las cargas actuantes, c) los modos de falla y los coeficientes de seguridad, d) los criterios de diseño y e) los métodos de Análisis Estructural y en especial los métodos numéricos utilizando computadora.

## Contenidos

Los contenidos de la asignatura son:

**Unidad 1 – Ecuaciones fundamentales.** Ecuaciones de la elasticidad lineal. Análisis de tensiones y de deformaciones. Ecuaciones constitutivas. Métodos generales de la elasticidad lineal.

**Unidad 2 – Criterios de falla para tensiones combinadas.** Principales criterios de falla para tensiones combinadas. Comparación y evaluación de los distintos criterios. Coeficiente de seguridad para tensiones combinadas.

**Unidad 3 – Componentes estructurales.** Teoría de placas. Soluciones analíticas y empíricas tabuladas.

**Unidad 4 – Inestabilidad estructural.** Cargas críticas en pandeo de placas. Consideraciones para placas ortótropas y placas sándwich. Pandeo de cáscaras delgadas y cilindros. Criterios de diseño. Pandeo local en vigas y columnas de pared delgada.

**Unidad 5 – Método de elementos finitos.** Conceptos generales del método. Desarrollo de un elemento básico de dos dimensiones. Aspectos de la discretización. Aplicaciones a las estructuras en Ingeniería Aeronáutica.

**Unidad 6 – Concentración de tensiones y fatiga.** Concentración de tensiones. Tensiones uniaxiales y combinadas. Daño acumulado. Enfoque probabilístico.

**Unidad 7 – Introducción a la mecánica de fractura.** Factor de intensidad de tensión elástica. Resistencia a la fractura del material. Consideraciones de diseño.

**Unidad 8 – Vigas de pared delgada.** Torsión en vigas de pared delgada. Flexión en vigas de pared delgada. Flujo de corte por torsión y por corte. Efectos del alabeo.

**Unidad 9 – Estructuras de recubrimiento resistente.** Simplificación de la teoría de vigas de pared delgada para vigas compuestas. Cálculo de cuadernas.

**Unidad 10 – Uniones.** Vinculación de elementos estructurales. Uniones permanentes y desmontables.

## Metodología de enseñanza

Las clases son de tipo teórico prácticas y consisten en exposiciones dialogadas entre los docentes y los alumnos, orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de diseñar y analizar estructuras y componentes mecánicos.

Durante las clases prácticas se realizan actividades que ayudan al estudiante a desarrollar habilidades para predimensionar estructuras, analizarlas y finalmente evaluarlas. Las tareas no presenciales que se proponen generalmente tienen un enfoque hacia actividades de proyecto y diseño. El enunciado del problema se bosqueja en clase y luego cada alumno en forma individual debe precisar el enunciado como parte de la solución, buscar datos sobre los materiales a utilizar, dimensionar, verificar y dar conclusiones. Se da especial énfasis a la temática de la comunicación escrita en forma de informes conteniendo enunciado, desarrollo y conclusiones.

Se proponen a los alumnos proyectos de diseño de componentes mecánicos y de estructuras aeronáuticas, los cuales se abordan con software de cálculo estructural para determinar esfuerzos y optimizar sus diseños. En estos proyectos los docentes guían a los alumnos sobre las distintas alternativas en cuanto a selección de materiales y métodos de cálculo.

## Evaluación

La evaluación del cumplimiento de los indicadores de desempeño del estudiante, y consecuentemente de las competencias, se realiza con rúbrica mediante:

- Parciales teórico-prácticos que incluyen: preguntas cortas, elección entre alternativas múltiples, desarrollos teóricos y resolución de casos prácticos.
- Un proyecto de diseño con informe técnico, de acuerdo con pautas preestablecidas.
- Resolución de trabajos prácticos durante el cursado..
- Rúbrica.

## Condiciones de aprobación

### Regularidad

- Asistencia a las clases: mínimo 80%
- Aprobación del 100% de las actividades prácticas: trabajos prácticos y práctico de diseño
- Aprobación de todas menos una de los parciales teórico-prácticos, incluida la instancia de recuperación sobre uno de los parciales indicados.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

## **Promoción**

- Asistencia a clases: mínimo 80%.
- Aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas: trabajos prácticos y proyectos de diseño.
- Aprobación de todos los parciales teórico-prácticos, incluida la instancia de recuperación sobre uno de los parciales indicados.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

## **Criterios de evaluación**

- Calidad de la formulación de la producción
- Escritura académica-profesional, Claridad conceptual.
- Puntualidad
- Vinculación teórico-práctica

## **Calificación**

La calificación se obtiene a través del siguiente polinomio:

$$\text{Calificación} = 0,4 \times P1 + 0,3 \times P2 + 0,3 \times P3$$

donde:

P1: es el promedio de las calificaciones de los parciales teórico-prácticos.

P2: es el promedio de la calificación de las actividades prácticas.

P3: es la valoración numérica obtenida de la rúbrica.

## **Actividades prácticas y de laboratorio**

Las actividades propuestas son trabajos prácticos y proyectos de diseño, de casos de estructuras y componentes mecánicos que estudia la asignatura.

## **Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje**

### **Competencias desagregadas**

Para las siguientes competencias se requiere la articulación entre las siguientes capacidades:

#### **CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

- Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado.
- Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular.

#### **CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.**

- Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.
- Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.

#### **CG 7. Competencia para comunicarse con efectividad.**

- Ser capaz de producir textos técnicos, rigurosos y convincentes.
- Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.

#### **CE1 B. Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de calcular estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, considerando las alternativas más apropiadas para establecer el correcto comportamiento estructural.
- Ser capaz de diseñar estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño.
- Ser capaz de proyectar estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, considerando los objetivos del diseño y los alcances normativos dependiendo de la aplicación de estas estructuras.
- Ser capaz de construir estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, articulando adecuadamente las características de las estructuras calculadas, diseñadas y proyectadas con los métodos constructivos disponibles.

#### **CE1 E. Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas propulsoras principales y auxiliares, motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de calcular componentes de sistemas y elementos propulsivos de vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas más apropiadas para establecer el correcto funcionamiento desde el punto de vista de la mecánica estructural.
- Ser capaz de diseñar componentes de sistemas y elementos propulsivos de vehículos aeroespaciales, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño en la mecánica estructural.

#### **CE1 F. Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de calcular componentes mecánicos y elementos de máquinas para vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.
- Ser capaz de diseñar componentes mecánicos y elementos de máquinas para vehículos aeroespaciales, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño en la mecánica estructural.

**CE1 G. Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de diseñar elementos y componentes mecánicos vinculados a los sistemas de asistencia al vuelo en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CE1 I. Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de diseñar elementos resistentes, sistemas mecánicos y estructuras auxiliares aplicadas a los ensayos en laboratorio y de calibración para vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de proyectar elementos resistentes, sistemas mecánicos y estructuras auxiliares aplicadas a la operación y mantenimiento de vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CE3 A. Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

- Ser capaz de certificar el normal funcionamiento, aptitud de uso y/o estado, condición de operación de las estructuras en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CE4 A. Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.**

- Ser capaz de identificar y desarrollar los procedimientos, operaciones y revisiones asociadas con las estructuras en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas apropiadas para mantener la higiene y seguridad de acuerdo a los estándares normativos del área.

**Resultados de aprendizaje**

Este desagregado de competencias permite la definición de los siguiente indicadores de desempeño:

- Conocer e interpretar las ecuaciones de la elasticidad de la mecánica de sólidos.
- Entender los criterios de falla y coeficientes de seguridad que se aplican en los componentes estructurales aeroespaciales.
- Aprender los conceptos de teoría de placas y cáscaras delgadas.
- Diseñar partes de equipos contemplando las condiciones de inestabilidad estructural.
- Entender y utilizar los conceptos de la mecánica de fractura y fatiga en el diseño estructural.

- Aplicar métodos numéricos para el diseño y verificación de instalaciones aeroespaciales.
- Calcular y verificar estructuras a recubrimiento resistente
- Conocer y verificar los elementos de unión de componentes estructurales

La evaluación del cumplimiento de los indicadores de desempeño se realiza con rúbrica. Este instrumento de evaluación toma como base: a) las siguientes actividades áulicas del estudiante: participación en la resolución conjunta de los trabajos propuestos, talleres, y aulas invertidas y b) las siguientes actividades individuales: coloquio integrador, estudios de casos, resolución de trabajos prácticos y proyectos de diseño.

## Bibliografía

- Compendio de Cálculo Estructural II, Julio C. Massa, Juan F. Giro y Alejandro J. Giudici, 2022.
- Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, Budynas y Nisbett , 10° Ed., McGraw-Hill, 2019.
- Diseño de Elementos de Máquinas, Robert L. Mott, 4ta Ed., Pearson Educación, 2006.
- Diseño de Elementos de Máquinas, Vigil M. Faires, 4ta Ed., Limusa, 1998.
- Diseño de Máquinas, Hall, Holowenko y Lauglin, Series Schaum, McGraw-Hill, 1990.
- Advanced Mechanics of Materials, Arthur P. Boresi and Richard J. Schmidt, John Wiley & Sons, 2006.
- Failure of Materials in Mechanical Design, 2da Edición, Jack A. Collins, John Wiley & Sons., 1993.
- Advanced Mechanics of Materials, Cook and Young, McMillan Publishing Co. 2da Edición, 1998.
- Mechanical behavior of materials, Dowling, Norman E., Pearson Education, 2013.
- Roark's Formulas for Stress and Strain, 8th Edition, Warren Young, Richard Budynas and Ali Sadegh, McGraw Hill Companies, 2012.
- Fundamentals of Machine Component Design, 5° Ed., Juvinall y Marshek, John Wiley, 2011.
- Buckling of Bars, Plates and Shells, Don O. Brush and Bo Almroth, McGraw Hill Companies, 1975.
- Buckling of Bars, Plates and Shells, Robert Millard Jones, Bull Ridge Publishing, 2006.
- Fracture and Fatigue Control in Structures, Third Edition: Applications of Fracture Mechanics - 3rd Edition, John Barsom and Stanley Rolfe, ASTM, 1999.
- Cálculo de Estructuras por el Método de Elementos Finitos. Análisis Estático Lineal, Eugenio Oñate, CIMNE, 1995.
- El método de los elementos finitos, Volumen 1: Formulación Básica, 4ta Edición, Zienkiewicz O., Taylor, R., Zhu J., McGraw-Hill, 2012.
- El método de los elementos finitos, Volumen 2: Mecánica de Sólidos, 4ta Edición, Zienkiewicz O., Taylor, R., McGraw-Hill, 2010.
- Megson, Thomas H. G.. Aircraft Structures for Engineering Students. Elsevier Aerospace Engineering Series, Oxford, fourth edition, 2007.
- Megson, Thomas H. G. Introduction to Aircraft Structural Analysis, Second Edition, Butterworth- Heinemann, 2014, ISBN: 978- 0080982014.
- Donaldson, B. K., Analysis of aircraft structures: an introduction, 2nd Edition, (Cambridge Aerospace Series), Cambridge University Press, 2008, ISBN- 13: 978- 1107668669.





Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Cálculo Estructural 2

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:52:58 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:53:04 -03'00'

Asignatura: **CÁLCULO ESTRUCTURAL 3**

Código:	RTF	7
Semestre: Noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	15

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Cálculo Estructural 2

Contenido Sintético:

- Cargas: diagramas V-N.
- Soluciones constructivas.
- Estructuras tolerantes al daño.
- Análisis de tensiones en estructuras semimonocasco.
- Análisis estructural con herramientas computacionales.
- Problemas de aeroelasticidad.
- Mecánica de los materiales compuestos.
- Diseño utilizando materiales compuestos.

Competencias Genéricas:

- **CG1:** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG4:** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- **CG7:** Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

- **CE1B:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1I:** Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE2A:** Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE3A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE4A:** Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

Cálculo Estructural III es una actividad curricular que pertenece al último año (noveno semestre) de la carrera de Ingeniería Aeronáutica. Esta asignatura completa el desarrollo de las teorías fundamentales relativas a la dinámica estructural, la mecánica de materiales y el análisis estructural. Además, se proporcionan los conceptos y conocimientos necesarios que para que el estudiante pueda: 1) conectar conceptualmente los requerimientos de operación de una aeronave con los esfuerzos actuantes sobre su estructura; 2) plantear y resolver problemas caracterizados por una fuerte acción recíproca entre las propiedades másicas, las fuerzas elásticas y las cargas aerodinámicas no estacionarias originadas por la interacción entre el flujo de aire y la deformación de la estructura expuesta a una corriente de aire; 3) abordar los problemas de estabilidad del equilibrio en estructuras semimonocasco construidas con los elementos de muy pequeño espesor; 4) formular, reconocer metodologías de resolución e implementar técnicas numéricas para calcular y diseñar estructuras aeronáuticas y/o mecánicas construidas con materiales compuestos; 5) plantear y resolver problemas de análisis estructural desde la perspectiva del diseño de estructuras aeronáuticas.

La asignatura está dividida en cuatro bloques fundamentales:

- El primer bloque, titulado Aspectos Generales del Diseño Aeronáutico, presenta los fundamentos básicos del diseño de estructuras aeronáuticas. Se revisan algunos conceptos del análisis estructural ya adquiridos, haciendo especial énfasis en cómo éstos se aplican de manera efectiva en el diseño de estructuras aeronáuticas. Adicionalmente, se proporcionan criterios generales sobre el uso de técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el ámbito del diseño estructural aeronáutico.
- El segundo bloque, titulado Aeroelasticidad, está orientado a cubrir los fundamentos teóricos asociados a los principales fenómenos aeroelásticos estáticos y dinámicos. Se hace especial énfasis en el estudio de las inestabilidades de origen aeroelástico y su influencia en el diseño de estructuras aeronáuticas.
- El tercer bloque, titulado Análisis de Estructuras en Diseño Aeronáutico, tiene por objetivo presentar métodos de diseño y análisis de estructuras semimonocasco. Se discuten los materiales metálicos típicamente usados en estructuras aeronáuticas, su selección, y su comportamiento. Se presentan las metodologías de diseño clásicas de estructuras de pared delgada y se emplean, también, métodos computacionales basados en elementos finitos para analizar con mayor eficiencia estos tipos de estructuras.
- El cuarto bloque, titulado Cálculo de Laminados, está orientado a cubrir los fundamentos teóricos asociados con el cálculo de estructuras construidas con materiales compuestos; en particular, laminados y vigas de sección transversal laminada. Se hace especial énfasis en la descripción de láminas anisótropas, ortótropas y transversalmente isótropas. Además, se introducen los criterios de fallas utilizados generalmente en el contexto de materiales compuestos para el cálculo de la resistencia de diferentes estructuras laminadas.

Mediante el cursado de la asignatura el alumno adquiere las competencias necesarias para calcular y diseñar estructuras y componentes estructurales, alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo, los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

# Contenidos

## Bloque 1: ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO AERONÁUTICO

1. **Sistemas de Referencia.** Sistemas coordenados. Rotaciones. Transformaciones de Orientación.
2. **Maniobras.** Maniobras simétricas. Maniobras asimétricas. Rolado. Guiñada.
3. **Diagrama V-n.** Factor de carga. Carga límite. Carga última. Construcción. Efecto de ráfagas. Regulaciones.
4. **Cargas sobre las alas.** Cargas en maniobras simétricas y asimétricas. Ráfagas.
5. **Cargas sobre el fuselaje.** Condiciones de carga en vuelo. Cargas sobre componentes. Empenajes. Superficies de Control. Hipersustentadores.
6. **Aviones Flexibles.** Introducción. Modelo de vigas. Modos y frecuencias. Cargas críticas. Equilibrio en la posición deformada.
7. **Fatiga.** Distribución estadística de la vida en fatiga. Distribución estadística de tensión y límite de fatiga. Dispersión. Aplicación de la dispersión.
8. **Mecánica de Fracturas.** Análisis tensional. Factores de intensificación. Plastificación localizada. La integral "J".

## Bloque 2: AEROELASTICIDAD

1. **Vibraciones Torsionales y Axiales de Barras Uniformes.** Ecuaciones de movimiento. Fuerzas generalizadas. Condiciones de borde. Cálculo de modos y frecuencias de vibrar. Propiedades de los modos de vibrar.
2. **Vibraciones Flexionales de Vigas (Euler-Bernoulli) Uniformes.** Ecuaciones de movimiento. Fuerzas generalizadas. Condiciones de borde. Cálculo de modos y frecuencias de vibrar. Propiedades de los modos de vibrar.
3. **Técnicas Aproximadas de Solución.** El método de Ritz. Funciones admisibles. Energía cinética. Energía potencial elástica. Trabajo Virtual de las cargas no-conservativas. Matrices de rigidez y de masa. Ecuaciones de movimiento.
4. **Aeroelasticidad Estática y Dinámica.** Divergencia. Inversión de Alerones. Flutter. Definiciones conceptuales.
5. **Divergencia e Inversión de Alerones.** Modelos Aeroelásticos para Túneles de Viento: montado en la pared del túnel de viento "wall-mounted model", montado en voladizo "sting-mounted model", y montado sobre resortes "strut-suported model". Ecuación(es) de equilibrio. Velocidad y presión dinámica de divergencia. Sustentación aeroelástica. Redistribución de sustentación. Cálculo "práctico" de la velocidad de divergencia.
6. **Eficiencia e Inversión de Alerones.** Modelo aeroelástico montado en la pared del túnel de viento. Ecuación de equilibrio. Presión dinámica de inversión de alerones. Eficiencia de los alerones.

**Flutter. Análisis aeroelástico de la sección típica.** Flutter de un grado de libertad. Flutter de dos grados de libertad. Soluciones ingenieriles de Flutter: el método  $k$  y el método  $p-k$ .

## Bloque 3: ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS EN DISEÑO AERONÁUTICO

1. **Comportamiento de los materiales aeronáuticos.** Curvas  $\sigma$  vs  $\epsilon$ . Idealización de las curvas tensión-deformación. Método de Ramberg y Osgood.
2. **Problemas de pandeo en alas y fuselajes.** Pandeo en columnas cortas. Módulo Reducido. Ecuaciones empíricas para columnas cortas.
3. **Análisis de pandeo en el recubrimiento.** Pandeo de placas. Pandeo bajo cargas combinadas y

curvas de interacción. Pandeo inelástico de placas.

4. **Pandeo local en refuerzos estructurales.** Tensión de Crippling. Método de la sección compuesta. Métodos de Needham y Gerard. Aplicación de la parábola de Jhonson.
5. **Comportamiento del conjunto refuerzo-recubrimiento en compresión.** Carga última en un panel. Pandeo de paneles con refuerzos. Crippling en paneles. Resistencia de paneles.
6. **Análisis de vigas de pared delgada.** Flexión, corte y torsión en vigas de pared delgada. Viga de pared delgada con múltiples refuerzos. Efecto del ahusamiento en vigas de pared delgada con refuerzos.
7. **Análisis de tensiones en alas y fuselajes.** Estudio de una viga cajón con múltiples refuerzos. Análisis de alas y fuselajes empleando flujo de corte (Met. Shanley). Efecto Shear-Lag en alas y fuselajes.
8. **Introducción al método de los elementos finitos para cálculo de estructuras.** Barra sometida a fuerzas axiales. Barra de sección constante: discretización en un elemento. Formulación matricial de las ecuaciones del elemento.

#### **Bloque 4: CÁLCULO DE LAMINADOS**

1. **Generalidades sobre materiales compuestos.** Introducción. Clasificación y características de los materiales compuestos. Propiedades mecánicas de los materiales compuestos. Terminología básica para compuestos de fibras. Ventajas y desventajas de los materiales compuestos.
2. **Comportamiento macromecánico de una lámina.** Introducción al álgebra tensorial. Relaciones tensión-deformación para materiales anisótropos. Constantes de ingeniería para materiales ortótropos. Restricciones sobre las constantes elásticas. Tensión plana en materiales ortótropos. Tensión plana en una lámina con orientación arbitraria. Resistencia de una lámina ortótropa. Criterios de falla para láminas ortótropas.
3. **Comportamiento micromecánico de una lámina.** Generalidades sobre micromecánica. Cálculo de rigidez por resistencia de materiales. Cálculo de rigidez por teoría de elasticidad. Fórmulas prácticas para calcular rigideces. Cálculo de resistencia por resistencia de materiales.
4. **Comportamiento de un laminado.** Teoría clásica de laminados. Rigidez en casos especiales de laminados. Comparación de rigideces teóricas y experimentales. Efectos térmicos en los laminados. Resistencia de los laminados.
5. **Teoría de vigas laminadas.** Introducción. descripción de la sección. Rigideces de los segmentos. Propiedades de la sección. Campo de deformación. Deformaciones y esfuerzos en los segmentos. Cálculo de resistencia de vigas laminadas.

## **Metodología de enseñanza**

Se imparten dos clases semanales de carácter teórico-prácticas de 2,25 horas de duración (1,5 módulos de 1,5hs) cada una, las que se llevan a cabo en aula y están orientadas a desarrollar en los alumnos la capacidad de diseñar y analizar estructuras aeronáuticas. Las exposiciones teóricas son dialogadas, con exposición oral del docente a cargo, uso de pizarrón y de presentaciones con proyector, y con participación de los alumnos, fomentando en todo momento el razonamiento crítico.

Durante estas clases se desarrollan los conceptos fundamentales de la asignatura, las ecuaciones de gobierno, y los métodos de resolución de las mismas; se hace especial hincapié en la discusión de las hipótesis introducidas y en la interpretación de los resultados.

Para una mejor comprensión de los temas abordados, se realiza una constante asociación con ejemplos concretos, poniendo especial atención en la correspondencia entre el modelo de cálculo y el sistema real, para evaluar sus diferencias.

El presente curso no requiere de trabajos de campo, gabinete o laboratorio, visitas o viajes de estudio.

## Evaluación

La evaluación del estudiante se realiza a través de las calificaciones de dos exámenes parciales, doce trabajos prácticos no presenciales, y de cuatro proyectos cortos integradores.

La evaluación del cumplimiento de los indicadores de desempeño, y consecuentemente de las competencias, se realiza con rúbrica.

- Dos exámenes parciales de evaluación combinada integrando conceptos teórico-prácticos. Los dos exámenes parciales incluyen: preguntas cortas, elección entre alternativas múltiples, desarrollos matemáticos y resolución de problemas. Cada examen parcial de la asignatura se dividirá en dos partes iguales. El primer examen parcial es administrado a mitad del semestre e incluye temas del Módulo 1 y del Módulo 2. El segundo examen parcial es administrado durante la última semana de clases del semestre e incluye, solamente, temas del Módulo 3 y del Módulo 4.
- Cuatro proyectos cortos integradores de cada uno de los cuatro módulos que componen la asignatura, informe técnico y posterior defensa de acuerdo con pautas pre establecidas (actividad p/rúbrica).
- Informes de resolución de trabajos prácticos durante el cursado (actividad p/rúbrica).

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para la Promoción

- 1) Asistencia: acreditar el 80% de la asistencia.
- 2) Trabajos Prácticos: acreditar el 80% de los prácticos entregados en tiempo y forma.
- 3) Dos exámenes parciales aprobados. Los exámenes parciales se califican en una escala de 1 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo del 60% del contenido del parcial.
- 4) Cuatro proyectos cortos integradores aprobados.

### Requisitos para la Regularidad

- 1) Asistencia: acreditar el 80% de la asistencia.
- 2) Trabajos Prácticos: acreditar el 80% de los prácticos entregados en tiempo y forma.
- 3) Un examen parcial aprobado. Los exámenes parciales se califican en una escala de 1 a 10 puntos. La aprobación exige un mínimo del 60% del contenido del parcial.

La regularidad tiene la vigencia que establece la FCEFyN.

### Criterios de evaluación

- Calidad de la formulación de la producción.
- Escritura académica-profesional, Claridad conceptual.
- Puntualidad.
- Vinculación teórico-práctica.

### Calificación

La calificación se obtiene a través del siguiente polinomio:

$$\text{Calificación} = 0,5 \times P1 + 0,3 \times P2 + 0,2 \times P3$$

donde:

P1: es el promedio de las calificaciones de los parciales teórico-prácticos.

P2: es el promedio de la calificación de las actividades prácticas.



P3: es la valoración numérica obtenida de la rúbrica.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se propone la ejecución, por parte del alumno, de trabajos prácticos en forma continua durante el desarrollo del cuatrimestre que se refieren a ejercicios/problemas prácticos con asociación real a temas de la ingeniería aeronáutica, de alguna manera simplificados o aislados del sistema real complejo, con el fin de posibilitar su interpretación y mejorar la didáctica. Se asignan 12 trabajos prácticos para ser resueltos individualmente de forma no presencial. Éstos están organizados en cuatro conjuntos titulados: a) Aspectos Generales del Diseño Aeronáutico; b) Aeroelasticidad; c) Análisis de Estructuras Aeronáuticas y Métodos Numéricos para Cálculo Estructural; y d) Cálculo de Laminados. Cada uno de estos conjuntos puede considerarse como autocontenido y están compuestos por: ejercicios/problemas, proyectos cortos integradores, y/o informes.

Los trabajos prácticos se consideran no sólo fundamentales para la comprensión del problema y el afianzamiento de los conocimientos teóricos, sino como medio para la incorporación de conocimientos adicionales y para que el estudiante adquiera destreza en el manejo de las herramientas necesarias para la resolución de problemas y llegue a ser un aprendiz autónomo, competente y crítico en su lugar de trabajo. Los trabajos prácticos son realizados directamente en medios digitales (o bien escritos con lápiz y papel y escaneados) y con ayuda de programas informáticos. Se propende al uso de software de cálculo numérico y de matemática simbólica.

Algunas de estas actividades implican la confección de programas de computadoras. Durante el dictado de la materia se proporcionan códigos de computadora a los estudiantes como modelos para la implementación de métodos numéricos en el análisis estructural.

Los códigos están confeccionados en lenguaje Matlab y abarcan los siguientes temas: *i)* integración de ecuaciones de movimiento en el dominio del tiempo; *ii)* solución de sistemas de ecuaciones algebraicas; *iii)* descripción de distribuciones estadísticas.

Asimismo, se utiliza el software Ansys Mechanical para el desarrollo de un proyecto de análisis estructural orientado al modelado de estructuras aeronáuticas a través elementos finitos. Este proceso incluye: *i)* acondicionamiento de geometría; *ii)* mallado y análisis de mallas; *iii)* análisis estático, análisis modal, análisis de pandeo lineal; *iv)* interpretación de resultados; y *v)* confección de un informe de resultados. Una vez finalizado, el proyecto deberá servir como base para el modelado de materiales compuestos con el software antes mencionado.

Las tareas no presenciales que se proponen generalmente tienen un enfoque hacia actividades de cálculo y diseño. Cada alumno deberá confeccionar cuatro carpetas: una asociada con cada conjunto de tareas no presenciales. Se da especial énfasis a la temática de la comunicación escrita en forma de informes conteniendo enunciado, desarrollo y conclusiones.

## **Resultados de aprendizaje**

### **Competencias Genéricas**

#### **Competencias tecnológicas:**

#### **CG1: COMPETENCIA PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

##### **1.a. Capacidad para identificar y formular problemas.**

Esta capacidad implica:

1.a.1. Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.

- 1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
- 1.a.3. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.

#### **1.b. Capacidad para buscar soluciones y seleccionar alternativas.**

Esta capacidad implica:

- 1.b.1. Ser capaz de valorar el impacto sobre el medio ambiente y la sociedad, de las diversas alternativas de solución.

#### **1.c. Capacidad para implementar tecnológicamente una solución.**

Esta capacidad implica:

- 1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.
- 1.c.2. Ser capaz de incorporar al diseño las dimensiones del problema (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico.
- 1.c.3. Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación.
- 1.c.4. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.

### **CG4: COMPETENCIA PARA UTILIZAR DE MANERA EFECTIVA LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

#### **4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.**

Esta capacidad implica:

- 4.a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- 4.a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.
- 4.a.3. Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.

#### **4.b. Capacidad para utilizar y supervisar técnicas y herramientas**

Esta capacidad implica:

- 4.b.1. Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad y seguridad.
- 4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
- 4.b.3. Ser capaz de combinarlas y/o modificar las técnicas y herramientas de manera que optimicen su utilización.

### **Competencias sociales, políticas y actitudinales**

#### **CG7: COMPETENCIA PARA COMUNICARSE CON EFECTIVIDAD**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

#### **7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio.**

Esta capacidad implica:

- 7.a.1. Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.

7.a.2. Ser capaz de comunicar eficazmente problemáticas relacionadas a la profesión, a personas ajenas a ella.

7.a.3. Ser capaz de interpretar otros puntos de vista, teniendo en cuenta las situaciones personales y sociales de los interlocutores.

7.a.4. Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos.

7.a.5. Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación

### **7.b. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.**

Esta capacidad implica:

7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.

7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.

7.b.3. Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.

7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).

7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

7.b.6. Ser capaz de comprender textos técnicos en idioma inglés.

7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.

7.b.8. Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.

## **Competencias Específicas**

**CE1B: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

**1B.a Ser capaz de calcular estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, considerando las alternativas más apropiadas para establecer el correcto comportamiento estructural.**

Esta capacidad implica:

1B.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1B.a.2. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1B.a.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1B.a.4. Ser capaz de identificar las solicitaciones mecánicas que actúan sobre un componente estructural asociadas a las cargas aerodinámicas que actúan sobre una aeronave.

1B.a.5. Ser capaz de interpretar el concepto de factor de carga y cómo este afecta el modelado de solicitaciones mecánicas sobre componentes estructurales de una aeronave.

1B.a.6. Ser capaz de seleccionar y modelar los materiales utilizados para construir elementos estructurales y vehículos aeroespaciales.

1B.a.7. Ser capaz de aplicar técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el diseño estructural aeronáutico.

**1B.b Ser capaz de diseñar estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño.**

Esta capacidad implica:

1B.b.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1B.b.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1B.b.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1B.b.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1B.b.5. Ser capaz de fijar criterios de diseño adecuados para componentes estructurales con base en los requerimientos dados por la envolvente de operación de una aeronave.

1B.b.6. Ser capaz de incorporar adecuadamente los conceptos de falla por fatiga y mecánica de fracturas al diseño de componentes estructurales aeronáuticos.

1B.b.7. Ser capaz de comprender y emplear la normativa aplicable en el diseño de estructuras y componentes estructurales.

1B.b.8. Ser capaz de fijar objetivos de diseño adecuados para el proyecto de estructuras y componentes estructurales de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte, teniendo en cuenta los alcances de la normativa aplicable.

1B.b.9. Ser capaz de utilizar software de simulación computacional.

**1B.c. Ser capaz de proyectar estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, considerando los objetivos del diseño y los alcances normativos dependiendo de la aplicación de estas estructuras.**

Esta capacidad implica:

1B.c.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1B.c.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1B.c.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1B.c.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1B.c.5. Ser capaz de proyectar estructuras y componentes estructurales de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte, considerando los objetivos del diseño y los alcances normativos dependiendo de la aplicación de estas estructuras.

**1B.d. Ser capaz de construir estructuras de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte operativo y/o constructivo, articulando adecuadamente las características de las estructuras calculadas, diseñadas y proyectadas con los métodos constructivos disponibles.**

Esta capacidad implica:

1B.d.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

1B.d.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1B.d.3. Ser capaz de comprender y emplear la normativa aplicable en la construcción de estructuras y componentes estructurales.

**CE1E: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

**1E.a. Ser capaz de calcular componentes de sistemas y elementos propulsivos de vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas más apropiadas para establecer el correcto funcionamiento desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1E.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1E.a.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1E.a.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1E.a.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1E.a.5. Ser capaz de interpretar el concepto de factor de carga y cómo este afecta el modelado de solicitaciones mecánicas sobre componentes estructurales de una aeronave.

1E.a.6. Ser capaz de interpretar la posición espacial de un componente estructural y definir sistemas de referencia adecuados para su análisis.

1E.a.7. Ser capaz de identificar las solicitaciones mecánicas que actúan sobre un componente estructural asociadas a las cargas aerodinámicas.

1E.a.8. Ser capaz de elegir el enfoque más adecuado para resolver problemas de mecánica de materiales compuestos asociados a diferentes tipos de estructuras de vehículos aeroespaciales.

1E.a.9. Ser capaz de aplicar técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el diseño estructural aeronáutico.

**1E.b. Ser capaz de diseñar componentes de sistemas y elementos propulsivos de vehículos aeroespaciales, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño en la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1E.b.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1E.b.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1E.b.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1E.b.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1E.b.5. Ser capaz de modelar componentes estructurales como cuerpos flexibles y comprender cómo esto afecta al análisis estructural de los mismos.

1E.b.6. Ser capaz de fijar criterios de diseño adecuados para componentes estructurales con base en los requerimientos dados por la envolvente de operación de una aeronave.

1E.a.9. Ser capaz de aplicar técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el diseño estructural aeronáutico.

**CE1F: Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula las siguientes capacidades:

**1F.a. Ser capaz de calcular componentes mecánicos y elementos de máquinas para vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1F.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

1F.a.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1F.a.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1F.a.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1F.a.5. Ser capaz de fijar criterios de cálculo adecuados para componentes estructurales con base en los requerimientos dados por la envolvente de operación de una aeronave.

1F.a.6. Ser capaz de aplicar técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el diseño estructural aeronáutico.

**1F.b. Ser capaz de diseñar componentes mecánicos y elementos de máquinas para vehículos aeroespaciales, comprendiendo las limitaciones y alcances establecidos por las metodologías típicas de diseño en la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1F.b.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1F.b.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1F.b.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1F.b.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1F.b.5. Ser capaz de fijar objetivos de diseño adecuados para el proyecto de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras de soporte para plantas propulsoras, teniendo en cuenta los alcances de la normativa aplicable.

1F.b.6. Ser capaz de identificar las alternativas más apropiadas para el diseño de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras de soporte para plantas propulsoras que aseguren el correcto funcionamiento desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula la siguiente capacidad:

**1G.a. Ser capaz de diseñar elementos y componentes mecánicos vinculados a los sistemas de asistencia al vuelo en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1G.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1G.a.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1G.a.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1G.a.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1G.a.5. Ser capaz de aplicar técnicas numéricas y herramientas de simulación computacional en el diseño estructural aeronáutico.

1G.a.6. Ser capaz de interpretar la relación cinemática entre las distintas partes de un sistema mecánico y cómo esta afecta al diseño estructural de cada componente.

1G.a.7. Ser capaz de fijar objetivos de diseño adecuados para el proyecto de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras de soporte para sistemas auxiliares vinculados a los sistemas de asistencia al vuelo, teniendo en cuenta los alcances de la normativa aplicable.

1G.a.8. Ser capaz de identificar las alternativas más apropiadas para el diseño de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras de soporte para sistemas auxiliares vinculados a los sistemas de asistencia al vuelo que aseguren el correcto funcionamiento desde el punto de vista de la mecánica estructural.

**CEII: Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula la siguiente capacidad:

**1I.a. Ser capaz de diseñar elementos resistentes, sistemas mecánicos y estructuras auxiliares aplicadas a los ensayos en laboratorio y de calibración para vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

1I.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

1I.a.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

1I.a.3. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la teoría de aeroelasticidad, desde el punto de vista estático (problemas de divergencia torsional y de inversión de alerones) y dinámico (problemas de flutter).

1I.a.4. Ser capaz de comprender, sintetizar, y aplicar a la ingeniería la mecánica de sólidos, la mecánica de materiales compuestos, la teoría de vibraciones, y la teoría de estabilidad estructural.

1I.a.5. Ser capaz de interpretar informes de resultados y reportes técnicos identificando recomendaciones de diseño.

1I.a.6. Ser capaz de confeccionar informes de resultados y reportes técnicos basados en análisis estructurales de componentes y realizar recomendaciones de diseño.

1I.a.7. Ser capaz diseñar componentes mecánicos, estructuras resistentes y elementos auxiliares adecuados para el proyecto de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras de soporte que aseguren el correcto funcionamiento de sistemas de ensayo y calibración.

### **CE2A: Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula la siguiente capacidad:

**2A.a. Ser capaz de proyectar elementos resistentes, sistemas mecánicos y estructuras auxiliares aplicadas a la operación y mantenimiento de vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

2A.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

2A.a.2. Ser capaz de utilizar razonamiento crítico y capacidad de asociación.

2A.a.3. Ser capaz de interpretar la influencia de las maniobras de una aeronave en el modelado de sollicitaciones mecánicas sobre sus componentes estructurales.

2A.a.4. Ser capaz de fijar criterios de diseño adecuados para componentes estructurales con base en los requerimientos dados por la envolvente de operación de una aeronave.

2A.a.5. Ser capaz de interpretar el concepto de factor de carga y cómo este afecta el modelado de sollicitaciones mecánicas sobre componentes estructurales de una aeronave.

2A.a.6. Ser capaz de evaluar el comportamiento, resistencia, deformaciones y tipos de fallas en estructuras y/o componentes estructurales de vehículos aeroespaciales.

2A.a.7. Ser capaz de diseñar estructuras resistentes, componentes mecánicos y herramientas aplicadas a la construcción y mantenimiento de aeronaves, teniendo en cuenta los alcances de la normativa aplicable.

### **CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.**

Esta competencia articula la siguiente capacidad:

**3A.a. Ser capaz de certificar el normal funcionamiento, aptitud de uso y/o estado, condición de operación de las estructuras en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas y métodos más apropiados para establecer el correcto análisis desde el punto de vista de la mecánica estructural.**

Esta capacidad implica:

3A.a.1. Ser capaz de evaluar el comportamiento, resistencia, deformaciones y tipos de fallas en estructuras y/o componentes estructurales de vehículos aeroespaciales.

3A.a.2. Ser capaz de identificar posibles fallas en el diseño estructural de componentes estructurales, componentes mecánicos y estructuras auxiliares, que puedan comprometer su correcto funcionamiento o su aptitud para la operación.

### **CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.**

Esta competencia articula la siguiente capacidad:



**4A.a Ser capaz de identificar y desarrollar los procedimientos, operaciones y revisiones asociadas con las estructuras en vehículos aeroespaciales, considerando las alternativas apropiadas para mantener la higiene y seguridad de acuerdo a los estándares normativos del área.**

Esta capacidad implica:

4A.a.1. Ser capaz de identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

4A.a.2. Ser capaz de comprender y emplear la normativa aplicable a los procesos de construcción de estructuras y componentes estructurales de vehículos aeroespaciales y estructuras de soporte.

4A.a.3. Ser capaz de aplicar su conocimiento y comprensión para resolver problemas, y diseñar dispositivos o procesos del ámbito de la ingeniería aeroespacial de acuerdo con criterios de costo, calidad, seguridad, eficiencia y respeto por el medioambiente.

### **Indicadores de resultados de aprendizaje**

**Resultado 1.** Que los estudiantes puedan formular sistemáticamente problemas físicos que puedan modelarse matemáticamente.

**Resultado 2.** Que los estudiantes sean capaces de resolver problemas de cálculo y diseño estructural, aplicando métodos numéricos de análisis estructural, empleando computadoras.

**Resultado 3.** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

**Actividad 1:** Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**Actividad 2:** Resolver problemas de diseño estructural, aplicando métodos numéricos de análisis estructural, empleando computadoras.

**Actividad 3:** Identificar y aplicar parámetros y criterios de diseño en la ejecución de un proyecto de ingeniería para el desarrollo de soluciones funcionales de acuerdo a la especialidad.

### **RÚBRICAS**

Competencias evaluadas	Actividad durante la que se evalúa	Resultado del aprendizaje	Mínimo esperado
<b>CG1</b>	<b>Actividad 1</b>	<b>Resultado 1</b>	<b>6</b>
<b>CG4</b>	<b>Actividad 2</b>	<b>Resultado 2</b>	<b>6</b>
<b>CG7</b>	<b>Actividad 3</b>	<b>Resultado 3</b>	<b>6</b>

**Evaluación de la Actividad 1:** Contenido de los cuatro proyectos cortos integradores de cada módulo.

**Evaluación de la Actividad 2:** Redacción y contenido de los informes de trabajos prácticos.

**Evaluación de la Actividad 3:** Redacción y defensa oral de los cuatro proyectos cortos integradores.

**CG1:** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

**CG4:** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

**CG7:** Competencia para comunicarse con efectividad.

## Bibliografía

### Notas de Clase:

1. Pérez Segura, Martín E. “Notas de Clase: Aspectos Generales de Diseño Aeronáutico,” Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2022.
2. Preidikman Sergio. “Notas de Clase: Aeroelasticidad,” Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2023.
3. Castello, Walter B. “Notas de Clase: Análisis de Estructuras Aeronáuticas,” Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2022
4. Rocchia, Bruno A. “Notas de Clase: Cálculo de Laminados,” Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2021.
5. Massa, Julio C. “Notas de Clase: Introducción a la Mecánica de los Materiales Compuestos,” Departamento de Estructuras, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 2006.

### Bibliografía Complementaria

#### Libros en formato pdf distribuidos a través de Moodle:

1. Hodges, Dewey H. and Pierce. Alvin G., *Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity*, Second Edition, Cambridge Aerospace Series, 2011, ISBN-13: 978-1107617094.
2. Dowell, E. H. *A modern course in aeroelasticity*, Sixth Edition, (Solid mechanics and its applications), Springer Nature, 2022, ISBN: 978-3030742362.
3. Rao, Singiresu S. *Vibration of continuous systems*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2019, ISBN: 978-1119424253.
4. Barbero, Ever J. *Introduction to Composite Materials Design*, Third Edition, CRC Press, 2017, ISBN: 978-1138196803.
5. Barbero, Ever J. *Finite element analysis of composite materials*, CRC Press, 2008, ISBN: 978-1420054330.
6. Baker, A., Dutton, S., and Kelly, D. *Composite Materials for Aircraft Structures*, Second Edition, (AIAA Education Series), American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004, ISBN: 978-1563475405.
7. Megson, Thomas H. G. *Introduction to Aircraft Structural Analysis*, Third Edition, Elsevier Ltd., 2018, ISBN: 978-0081020760.
8. Lomax, Ted L. *Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft Theory and Practice*, (AIAA Education Series), American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996, ISBN: 1-56347-114-0.

#### Libros disponibles en la Biblioteca:

1. Megson, Thomas H. G. *Introduction to Aircraft Structural Analysis*, Second Edition, Butterworth-Heinemann, 2014, ISBN: 978-0080982014.
2. Naman Recho. *Fracture Mechanics and Crack Growth*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, 479 p. ISBN: 978-1848213067.
3. Shuh-Jing Yin, *Advanced Dynamics*, (AIAA education series), American Institute of Aeronautics

and Astronautics, 1997, 370 p. ISBN: 1563472244.

4. T. S. Srivatsan and M. Ashraf Imam. *Fatigue of Materials: Advances and Emergences in Understanding*, John Wiley & Sons, Inc., 2010, 434 p. ISBN: 978-0470943182.
5. Raymond L. Bisplinghoff, and Holt Ashley. *Principles of Aeroelasticity*, Dover Publications, Inc., 1975, 527 p. ISBN: 0486613496
6. Jan R. Wright and Jonathan E. Cooper. *Introduction to aircraft aeroelasticity and loads*, (Aerospace Series), John Wiley & Sons, Inc., 2008, 499 p. ISBN: 978-0470858400.
7. Ever J. Barbero. *Introduction to composite materials design*, Taylor Francis, 1999, 336 p. ISBN: 1560327014
8. O. O. Ochoa and J. N. Reddy. *Finite Element Analysis of Composite Laminates*, Kluwer Academic, 1992, 206 p. ISBN: 0792311256.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Cálculo Estructural 3

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 18 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:55:48 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:55:54 -03'00'

Asignatura: **CIENCIA DE LOS MATERIALES**

Código:	RTF	7
Semestre:( IA 2do)( IM-IEM 5to )	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	48

Departamento: Materiales y Tecnología

Correlativas:

- Química (Ingeniería Aeroespacial-Ingeniería Mecánica- Ingeniería Electromecánica)
- Física 1 (Ingeniería Mecánica- Ingeniería Electromecánica)

Contenido Sintético:

1. Introducción a los Materiales
2. Estructuras Cristalinas y Sólidos no Cristalinos
3. Imperfecciones Cristalinas y Fenómenos Asociados
4. Propiedades de los Materiales
5. Fases y Diagramas de Fases
6. Aleaciones Metálicas Ferrosas y No-Ferrosas
7. Materiales No Metálicos: Polímeros, Cerámicos, Compuestos
8. Deterioro de Materiales

Competencias Genéricas:

Carrera de Ingeniería Aeroespacial, de Ingeniería Mecánica y de Ingeniería Electromecánica

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG 5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas
- CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.
- CG 8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- CG 9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

#### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Aeroespacial

- CE1 B: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1 E: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1 F: Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.
- CE1 I: Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE2A: Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

#### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Mecánica:

- CE 1.10 Emplear los métodos de transformación y modificación de las propiedades de los materiales metálicos y no metálicos.
- CE 1.11 Seleccionar los materiales metálicos disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características.
- CE 1.12 Seleccionar los materiales no metálicos (cerámicos, polímeros y compuestos) disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características.

#### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Electromecánica

- CE 1.1.15 Emplear los métodos de transformación y modificación de las propiedades de los materiales metálicos y no metálicos.
- CE 1.1.16 Seleccionar los materiales metálicos disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características.
- CE 1.1.17 Seleccionar los materiales no metálicos (cerámicos, polímeros y compuestos) disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características.

# Presentación

Ciencia de Materiales es una actividad curricular que pertenece al primer año (segundo semestre) de la carrera de Ingeniería Aeroespacial, y en el tercer año (quinto semestre) de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Electromecánica

Esta asignatura representa el primer contacto del estudiante con una serie de asignaturas dedicadas a conocer los diversos tipos de materiales aplicados en la construcción de máquinas y sistemas mecánicos, su selección para un determinado diseño y las técnicas de procesamiento requeridas para los mismos.

En concordancia con el perfil del futuro profesional, se pretende capacitar a los alumnos en la comprensión de los conceptos básicos de las leyes que gobiernan la conducta de los materiales, para su aplicación profesional integrada con el contenido del plan de estudios de la carrera. La asignatura está centrada en el estudio, interpretación y comprensión de los fundamentos de la ciencia de materiales. Es por ello que se analiza la interrelación entre la estructura interna y las propiedades en los distintos grupos de materiales, haciendo hincapié en las propiedades mecánicas y su evaluación. En la materia se presentan los diversos grupos de materiales metálicos usados para la fabricación de dispositivos mecánicos y de herramientas. De la misma manera se presentan los principales grupos de materiales no-metálicos y las bases de su procesamiento, relacionando sus propiedades con su estructura a nivel macroscópico y microscópico y ejemplificando con las aplicaciones más importantes de cada uno.

Esto permite aportar conocimientos para la selección de un determinado material y su procesamiento para conseguir las propiedades buscadas y requeridas para una aplicación mecánica, además aporta herramientas de análisis para la interpretación de los resultados de diferentes ensayos utilizados para medir sus propiedades mecánicas.

Objetivos: Que el estudiante adquiera el conocimiento de los principales conceptos de las estructuras de los diversos grupos de materiales, y las herramientas para el control de sus propiedades, que le sirvan en el diseño y selección de materiales, para un proyecto o mantenimiento mecánico. Desarrolle capacidades y competencias, en la selección de materiales para aplicaciones mecánicas, con criterios técnicos y económicos. Conozca los límites de aplicación y posibilidades de modificación de las propiedades, con la finalidad de que pueda reconocer calidades, características y márgenes de utilización de esos materiales. Interprete resultados de ensayos mecánicos. Aplique el uso de normas y manuales de aplicación para la realización de ensayos mecánicos.

## Contenidos

### **UNIDAD TEMÁTICA 1: Introducción a los materiales metálicos**

- 1.1. Perspectiva histórica
- 1.2. Ciencia e Ingeniería de materiales
- 1.3. Materiales de ingeniería: la importancia de los metales
- 1.4. Relaciones estructura – propiedades
- 1.5. Competencia entre materiales metálicos
- 1.6. Futuras tendencias en el uso de materiales metálicos

## **UNIDAD TEMÁTICA 2: Estructuras cristalinas y sólidos no cristalinos**

- 2.1. Estructura atómica. Enlaces primarios, secundarios y mixtos
- 2.2. Redes espaciales y sistemas cristalinos
- 2.3. Caracterización de las estructuras cristalinas. Densidad. Índices de Miller
- 2.4. Principales estructuras cristalinas metálicas
- 2.5. Propiedades de las diferentes estructuras cristalinas metálicas
- 2.6. Polimorfismo y alotropía

## **UNIDAD TEMÁTICA 3: Imperfecciones cristalinas y fenómenos asociados**

- 3.1. Solidificación. Nucleación y crecimiento de cristales sólidos
- 3.2. Defectos puntuales, lineales, planares y volumétricos
- 3.3. Difusión. Mecanismos de difusión atómica. Aplicaciones
- 3.4. Esfuerzo-deformación. Deformación elástica y deformación plástica
- 3.5. Mecanismos de endurecimiento de los metales. Recristalización.
- 3.6. Fractura. Tenacidad a la fractura

## **UNIDAD TEMÁTICA 4: Propiedades de los Materiales**

- 4.1. Propiedades mecánicas
- 4.2. Ensayos mecánicos: tracción, compresión, dureza, flexión/torsión, choque, creep, fatiga
- 4.3. Análisis metalográfico: macroscopía y microscopía
- 4.4. Propiedades eléctricas y magnéticas
- 4.5. Propiedades ópticas y térmicas
- 4.6. Ensayos no-destructivos

## **UNIDAD TEMÁTICA 5: Fases y Diagramas de Fase**

- 5.1. Fases en los sistemas de aleaciones. Regla de las fases
- 5.2. Sistemas de aleaciones binarias. Solubilidad total e insolubilidad total. Solubilidad parcial. Compuestos intermedios.
- 5.3. Diagramas de equilibrio.
- 5.4. Reacciones invariantes: eutéctico, eutectoide, peritético
- 5.5. Diagramas de fases complejos. Diagramas ternarios
- 5.6. Diagrama Fe-CFe<sub>3</sub>

## **UNIDAD TEMÁTICA 6: Transformaciones de fases**

- 6.1. Definición.
- 6.2. Nucleación y Crecimiento
- 6.3. Transformaciones activadas térmicamente
- 6.4. Cinética.
- 6.5. Estados de equilibrio y metaestables
- 6.6. Transformación martensítica.

## **UNIDAD TEMÁTICA 7: Aleaciones Ferrosas**

- 7.1. Producción del hierro y el acero. Clasificación de los aceros
- 7.2. Curvas de transformación isotérmicas (TTT) y de enfriamiento continuo (CCT)
- 7.3. Tratamientos térmicos de aceros. Templabilidad
- 7.4. Tratamientos de endurecimiento superficial
- 7.5. Aceros de alta aleación para herramientas y aceros inoxidable
- 7.6. Fundiciones de hierro

## **UNIDAD TEMÁTICA 8: Aleaciones No-Ferrosas**

- 8.1. Aluminio y aleaciones de aluminio. Aplicaciones



- 8.2. Tratamientos térmicos de las aleaciones de aluminio.
- 8.3. Cobre y aleaciones de cobre. Aplicaciones
- 8.4. Tratamientos térmicos de las aleaciones de cobre
- 8.5. Aleaciones de magnesio y níquel. Aplicaciones
- 8.6. Titanio y aleaciones de titanio. Aplicaciones

#### **UNIDAD TEMÁTICA 9: Materiales Poliméricos**

- 9.1. Química de los polímeros, peso molecular, forma y estructura molecular
- 9.2. Reacciones de polimerización
- 9.3. Relación estructura-propiedades. Cristalinidad
- 9.4. Comportamiento mecánico, fractura, mecanismo de deformación
- 9.5. Clasificación: polímeros termoplásticos y termoestables, elastómeros. Aplicaciones
- 9.6. Termoplásticos de uso general en aplicaciones mecánicas

#### **UNIDAD TEMÁTICA 10: Materiales Cerámicos**

- 10.1. Relación estructura-propiedades
- 10.2. Propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y ópticas
- 10.3. Cerámicos tradicionales
- 10.4. Cerámicos de uso ingenieril
- 10.5. Vidrios
- 10.6. Vitrocerámica

#### **UNIDAD TEMÁTICA 11: Materiales Compuestos**

- 11.1. Concepto. Clasificación. Refuerzos: partículas, fibras y compuestos estructurales.
- 11.2. Fibras y matrices para materiales compuestos
- 11.3. Efecto de la concentración, forma, tamaño y orientación de la fase dispersa.
- 11.4. Anisotropía en materiales compuestos. Propiedades mecánicas
- 11.5. Compuestos de matriz metálica, cerámica y polimérica. Compuestos estructurales
- 11.6. Aplicaciones tecnológicas

#### **UNIDAD TEMÁTICA 12: Deterioro de Materiales Metálicos**

- 12.1. Fundamentos de la corrosión de metales
- 12.2. Mecanismos de corrosión. Lucha contra la corrosión.
- 12.3. Desgaste: Definición y tipos de desgaste. Abrasión. Adhesión. Erosión.
- 12.4. Medios de prevención y/o mitigación. Lubricación
- 12.5. Degradación de materiales cerámicos- Deterioro de polímeros

## **Metodología de enseñanza**

Se desarrollarán clases teóricas-prácticas mediante la exposición dialogada empleando diversas herramientas didácticas: proyección de videos, fotos, archivos, presentaciones, pizarrón; manuales; normas y otras que resulten útiles para alcanzar eficazmente los objetivos propuestos. Con estas clases se pretende transmitir al alumno los conceptos de estructura, propiedades y su mutua relación, la importancia de los ensayos en la caracterización de los materiales y sobre el uso de los resultados planteando ejemplos de aplicación.

Las actividades de laboratorio le permitirán al alumno unir los conocimientos de los temas tratados en las clases teóricas-prácticas ayudando a su mejor comprensión. La realización de ensayos con los equipos disponibles en la Facultad posibilita aplicar su capacidad de evaluación estrechando la distancia entre la teoría estudiada y la futura actividad profesional. Se buscará que el alumno adquiera experiencia en el manejo de normativas de ensayos, especificaciones de materiales y requerimientos de diseño y cómo se relacionan entre sí.

Luego de completar la primera área de enseñanza-aprendizaje correspondiente a las relaciones estructura-propiedades de los materiales, los alumnos deberán realizar un trabajo grupal de selección de materiales para aplicaciones mecánicas, sobre temas propuestos por los docentes de la Cátedra. El proyecto será planteado desde la resolución de problemas, que relacionen los contenidos disciplinares y procedimentales de la asignatura con su aplicación en el ámbito de la ingeniería, con situaciones que tal vez disten del ejercicio profesional, pero pongan en juego competencia que se quiere desarrollar.

Se destaca la importancia del protagonismo de los alumnos, evitando el papel pasivo y trabajando desde su participación activa y crítica, para alcanzar los aspectos claves definidos en los proyectos, acorde con los objetivos de la Asignatura.

La estructura de dictado de la Asignatura consistirá en dos (2) clases semanales, donde se presentarán los contenidos teóricos y las actividades prácticas. Algunos temas serán abordados desde la virtualidad a través de videos, clases grabadas, etc. Además, los docentes fijarán un horario de consulta por fuera de los horarios formales de clases, el cuál deberá tener una duración adecuada según la cantidad de alumnos inscriptos en el dictado. Las actividades de laboratorio se realizan luego de haberse completado el desarrollo de los contenidos teóricos-prácticos necesarios para que los alumnos puedan ser capaces de interpretar los temas tratados en las actividades de laboratorio.

## Evaluación

Las metodologías y estrategias de evaluación que se emplearán, considerando los resultados de aprendizaje y los diferentes temas de las unidades desarrolladas en clases y laboratorio, se indican a continuación:

Se tomarán exámenes parciales escritos sobre conocimiento conceptual de los temas teóricos mediante la modalidad de opción múltiple y respuestas cortas. También podrá incluirse la resolución de ejercicios prácticos relacionados. El alumno tendrá derecho a un parcial recuperatorio. En él podrá recuperar sólo 1 (un) parcial de los dos parciales. La nota del parcial de recuperación reemplaza a la del parcial recuperado para todo sentido. El objetivo de estos parciales es evaluar el conocimiento y la comprensión de los temas.

Además se evaluará el desempeño y desarrollo de competencias mediante la presentación de una Carpeta de Informes de actividades Prácticas: En ella el alumno elaborará informes de los ensayos realizados en el laboratorio, informes técnicos con la resolución de los problemas sencillos seleccionados por el docente y finalmente un informe correspondiente al Proyecto de Selección de Materiales, desarrollado durante el cursado de la materia. Los informes se calificarán contra entrega de los mismos. Esta carpeta se constituirá en una tercera nota que se evaluará con indicadores de aprendizaje. Ver apartado Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje.

# Condiciones de aprobación

## PROMOCIÓN

- 80% de asistencia.
- Aprobación de las evaluaciones parciales, incluida la instancia de recuperación con nota superior o igual a 60%.
- Presentación y aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo satisfactorio en todos los indicadores establecidos en una rúbrica.

Calificación:

La calificación se obtendrá a través del siguiente polinomio:

$$\text{CALIFICACIÓN} = 0,6 \times P1 + 0,2 \times P2 + 0,2 \times P3$$

Donde:

P1: Es el promedio de las calificaciones de los exámenes parciales

P2: Es el promedio de la calificación de las actividades prácticas.

P3: Es la valoración numérica obtenida de la rúbrica.

## REGULARIDAD

- 80% de asistencia.
- Aprobación de las evaluaciones parciales, incluida instancia de recuperación con nota superior o igual a 50%.
- Presentación y Aprobación de más del 50% de las actividades prácticas propuestas.
- Alcanzar un nivel de desarrollo satisfactorio en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.”

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizarán actividades prácticas de resolución de problemas sobre ensayos mecánicos de tracción, dureza, torsión, compresión, flexión, choque, creep y fatiga, usando los datos de propiedades mecánicas.

Se llevará a cabo la resolución de problemas de diagramas de equilibrio binarios y ternarios. Se resolverán problemas sobre tratamiento térmico de aceros utilizando normas y manuales y sobre cálculos estructurales con materiales no metálicos.

Se efectuarán trabajos de laboratorio consistentes en la realización de ensayos mecánicos, tratamientos térmicos, ensayo de templabilidad, identificación de microestructuras de aceros y aleaciones no ferrosas. Prácticos de endurecimiento de aluminio por deformación plástica. Laboratorios de corrosión y desgaste.

Se realizará un trabajo grupal sobre selección de materiales para distintas aplicaciones mecánicas, con el seguimiento de los docentes de la Cátedra

## Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias genéricas

**Carrera de: Ingeniería Aeroespacial - Ingeniería Mecánica - Ingeniería Electromecánica**

- **CG1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.  
**RA1.-** Aplica criterios profesionales para la evaluación de alternativas en la elección de distintos materiales, en un contexto particular
- **CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.  
**RA2.-** Selecciona de manera efectiva las técnicas y herramientas a aplicar en los distintos ensayos que se realizan en el laboratorio.  
**RA3.-** Utiliza adecuadamente estándares y normas aplicables, en la ejecución de ensayos mecánicos
- **CG 5.** Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas  
**RA4.-** Realizar una búsqueda apropiada de información para conocer el estado del arte en un problema determinado.  
**RA5.-** Resolver problemas en la utilización de materiales, mediante la implementación de soluciones tecnológicas, proponiendo soluciones nuevas o innovadoras.
- **CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad.  
**RA6.-** Comunicar eficazmente al cuerpo docente las ideas propuestas, la interpretación de parámetros y/o soluciones adoptadas, en los prácticos de laboratorio. Expresar de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita los resultados.  
**RA7.-** Producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes de los problemas de selección de materiales propuestos por el docente.  
**RA8.-** Gestionar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones
- **CG 8.** Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.  
**RA9.-** Emplea los distintos materiales, ajustándose a los estándares de calidad y el medio ambiente, con honestidad intelectual, rigor científico, con pensamiento reflexivo sobre la responsabilidad individual y colectiva del uso en el ámbito académico y profesional
- **CG 9.** Competencia para aprender en forma continua y autónoma.  
**RA10.-** Detecta aquellas áreas del conocimiento de la ciencia de ingeniería en las que se requiera actualizar o profundizar los conocimientos para una mejora continua.

### Competencias Específicas

**Carrera de Ingeniería Aeroespacial**

- **CE1 B:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de

aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- **CE1 E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- **CE1 F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- **CE1 G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1 H:** Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.
- **CE1 I:** Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE2A:** Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE3A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE4A:** Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

Los resultados de aprendizaje que se indican a continuación, se aplican a las competencias específicas de las carreras de Ing. Aeroespacial

**RA1.-** Interpretar las normas de materiales, especificaciones técnicas de productos, planos constructivos y los manuales de aplicación en lo referido a requisitos de materiales.

**RA2.-** Utilizar la relación estructura/propiedades para la resolución de problemas sencillos buscando optimizar el diseño

**RA3.-** Explicar la relación existente entre los diferentes modos de procesamiento de los materiales con las propiedades finales resultantes.

**RA4.-** Diferenciar el comportamiento elástico de la plasticidad para aplicar a los diferentes requisitos de diseño

**RA5.-** Implementar el uso de los diagramas de equilibrio y las curvas de transformaciones para predecir estructuras internas y propiedades.

**RA6.-** Interpretar textos técnicos para aplicar en ensayos y analizar e interpretar los resultados de los principales parámetros de ensayo de materiales.

**RA7.-** Explicar cómo se clasifican los aceros, las aleaciones de aluminio, cobre y titanio, los materiales poliméricos, cerámicos y los compuestos. Conocer sus características más relevantes y poder establecer los límites de aplicabilidad en cada caso.

**RA8.-** Seleccionar con criterio técnico y económico un material metálico o no metálico basado en sus características más relevantes de acuerdo con una especificación o requerimientos de producto en el contexto de la construcción de estructuras y componentes estructurales de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**RA9.-** Interpretar textos técnicos para aplicar en ensayos y analizar e interpretar los resultados de los principales parámetros obtenidos en ensayos de materiales.

## **Carrera de: Ingeniería Mecánica - Ingeniería Electromecánica**

- **CE1.10 IM- CE1.1.15 IEM:** Emplear los métodos de transformación y modificación de las propiedades de los materiales metálicos y no metálicos.  
**RA1.-** Interpretar textos técnicos para aplicar en ensayos y proyectos  
**RA2.-** Utilizar la relación estructura/propiedades para la resolución de problemas sencillos buscando optimizar el diseño.  
**RA3.-** Explicar la relación existente entre los diferentes modos de procesamiento de los materiales con las propiedades finales resultantes.  
**RA4.-** Diferenciar el comportamiento elástico de la plasticidad para aplicar a los diferentes requisitos de diseño  
**RA5.-** Implementar el uso de los diagramas de equilibrio y las curvas de transformaciones para predecir estructuras internas y propiedades.  
**RA6.-** Diseñar un tratamiento térmico para modificar las propiedades de un material y alcanzar requisitos de diseño.
  
- **CE1.11 IM - CE1.1.16 IEM.** Seleccionar los materiales metálicos disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características  
**RA7.-** Interpretar los resultados de los principales parámetros de ensayo de materiales.  
**RA8.-** Interpretar las normas de materiales, especificaciones técnicas de productos, planos constructivos y los manuales de aplicación en lo referido al uso de materiales.  
**RA9.-** Explicar cómo se clasifican los aceros, las aleaciones de aluminio, cobre y titanio de acuerdo a sus características más relevantes y así poder establecer los límites de aplicabilidad en cada caso.  
**RA10.-** Seleccionar con criterio técnico y económico un material metálico basado en sus propiedades estructurales para la construcción de máquinas y sistemas mecánicos basados en alguna especificación de producto.
  
- **CE1.12 IM- CE1.1.17 IEM:** Seleccionar los materiales no metálicos (cerámicos, polímeros y compuestos) disponibles para la fabricación de productos a partir de sus características  
**RA11.-** Interpretar los resultados de los principales parámetros de ensayo de materiales.  
**RA12.-** Capacidad para interpretar textos técnicos como las normas de materiales, especificaciones de productos, planos constructivos y manuales de aplicación en lo referido al uso de materiales.  
**RA13.-** Explicar cómo se clasifican los polímeros y los materiales compuestos. Conocer sus características más relevantes como así también los límites de aplicabilidad en cada caso.  
**RA14.-** Seleccionar con criterio técnico y económico un material no metálico basado en sus características más relevantes de acuerdo con una especificación o requerimientos de producto en el contexto de la construcción de máquinas y sistemas mecánicos.

## Bibliografía

### **Textos de lectura obligatoria** (Cualquiera de ellos indistintamente)

- D. ASKELAND: "Ciencia e ingeniería de los materiales" - Int.Thomson Ed. (2001)  
W. SMITH: "Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales" - McGraw Hill Book Co. (2014)  
J. SHACKELFORD: "Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros" - Mac-Millan Pub.Co (2005)  
W.CALLISTER: "Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales" - John Wiley & Sons, Inc. (2016)

### **Textos de Consulta**

- GONZALEZ-ARIAS: "Ensayos industriales"  
W.G. MOFFATT, G.W. PEARSALL, J. WULFF: "Estructura" (1968)  
ASHBY, M: "Materiales para ingeniería". (2008)  
R. FLINN, P. TROJAN: "Materiales de ingeniería y sus aplicaciones" (1990)  
G. DIETER: "Metalurgia mecánica" (1967)  
S.N. AVNER: "Introducción a la metalurgia física" (1988)



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA CIENCIA DE LOS MATERIALES

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 11 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:04:02 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:04:07 -03'00'



Asignatura: **Dibujo Técnico**

Código:	RTF	7
Semestre: 2	Carga Horaria	96
Bloque: Ciencias Básicas	Horas de Práctica	80

Departamento: Diseño

**Correlativas:**

- Correlativa: Sistemas de Representación

**Contenido Sintético:**

- Representación de cuerpos, vistas, acotación, tolerancias dimensionales y geométricas.
- Recursos a utilizar en la confección de planos.
- El croquis como herramienta de diseño, modelizado mediante CAD.
- Dimensionamiento de piezas por construcción y función.
- Símbolos de terminaciones y rugosidad, especificación de los materiales en el plano.
- Piezas conjugadas, montaje y ensamble de piezas.
- Modelizado y simulación de ensambles mediante CAD.
- Representación convencional de elementos de unión permanente y desmontable.
- Ingeniería inversa aplicada al diseño de piezas.

**Competencias Genéricas:**

- **CG1** - Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG2** - Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG4** - Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- **CG7** – Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

### **Competencias Específicas:**

### **Presentación**

Dibujo Técnico es una asignatura que pertenece al segundo semestre (primer año) de la carrera de Ingeniería Aeroespacial.

La Asignatura está orientada a la Ingeniería del Producto, es decir, a relacionar el lenguaje de los Sistemas de Representación con los distintos procesos constructivos de las piezas y dispositivos reales mediante la elaboración de croquis de manera de conceptualizar el diseño y de esta manera, una vez definido el mismo pasar a confeccionar los planos utilizando herramientas de diseño asistido (software, CAD), que especifiquen la forma, funciones, material, procesos de obtención, terminación superficial, tolerancias geométricas y dimensionales, concluyendo con la elaboración de la correspondiente documentación técnica, para inducir en el alumno/a el criterio de cómo se sustancia la fabricación de las piezas mecánicas.

Dibujo Técnico permite al alumno/a familiarizarse, mediante el dibujo de planos con contenidos básicos, de una herramienta para abordar las materias tecnológicas de años superiores.

El cursado de la asignatura permite al alumno/a desarrollar competencias con aplicación directa en la industria aeronáutica y el mantenimiento de aeronaves, siendo parte importante del perfil profesional del ingeniero y ofrecer al alumno/a una base de conocimientos para insertarse en el mundo laboral del área específica y de otras ramas de la ingeniería.

El curso permitirá al alumno/a adquirir las competencias mediante la concreción de actividades prácticas, cuya complejidad creciente le permitirá lograr la

confección de planos con la información necesaria y según los procesos de manufactura típicos, de manera tal que se pueda realizar la fabricación de piezas y dispositivos con los mismos.

Contenidos

### **Unidad 1 - Representación de cuerpos, vistas, acotación, tolerancias dimensionales y geométricas.**

Objetivo: Brindar los conocimientos y el lenguaje básico que permitan al alumno comprender la representación técnica y la metodología del cursado.

Temas:

Determinación del sistema de proyección utilizado (ISO-A o ISO-E).

Técnicas de representación de cuerpos sin aristas definidas. Aristas ficticias, su uso en la representación de bordes y empalmes redondeados.

Tolerancias dimensionales, geométricas y determinación superficial.

Cantidad de horas: 12

### **Unidad 2 - Recursos a utilizar en la confección de planos**

Objetivo: Destacar la utilidad e importancia de las normas nacionales e internacionales en la ingeniería conforme a las necesidades específicas de cada proceso productivo. Ejemplos de aplicación.

Temas:

Definiciones de los contenidos de un plano de fabricación.

Definición de la configuración general y de detalle.

Elementos representados convencionalmente. Elementos no representados y/o solicitados mediante notación normalizada.

Información complementaria: firma responsable, emisión y revisiones.

Cantidad de horas: 10

### **Unidad 3 - El croquis como herramienta de diseño, modelizado mediante CAD.**

Objetivo: Conocer y comprender cómo mejorar la calidad de la información plasmada en un plano. Presentación y utilización de herramientas que complementan el trazado básico.

Temas:

Proporcionalidad entre las formas de la pieza a representar y las dibujadas a mano alzada. Justificación.

Técnicas para la realización de croquis a mano alzada. Trazado preliminar, repaso definitivo. Espesores de trazos.

Criterios para modelizado en CAD.

Cantidad de horas: 10

#### **Unidad 4 - Dimensionamiento de piezas por construcción y función.**

Objetivo: Conocer y comprender de que manera se completa la información desarrollada desde el punto de vista dimensional, su importancia y características para los distintos tipos de documentos técnicos.

Temas:

Estudio previo de la forma, bosquejo preliminar general para definición de las vistas, secciones y cortes principales, necesarios para una correcta definición de la pieza. Complemento de la información, secciones parciales, detalles. Criterios y forma correcta de utilización.

Cantidad de horas: 12

#### **Unidad 5 - Símbolos de terminaciones y rugosidad, especificación de los materiales en el plano.**

Objetivo: Brindar los conocimientos básicos de los diferentes tipos de procesos usados en manufactura, por ejemplo: por remoción de viruta, moldeo, impresión 3D y otros. Destacar la selección de los materiales y las restricciones geométricas apropiados a la función de las piezas.

Temas:

Tolerancias geométricas, simbología utilizada, su interpretación.  
Terminación superficial. Simbología y valores normalizados, ejemplos de aplicación.  
Notas generales. Detalles. Notas aclaratorias de forma, de ubicación, de referencia.

Cantidad de horas: 10

#### **Unidad 6 - Piezas conjugadas, montaje y ensamble de piezas.**

Objetivo: Conocer y comprender de que manera se complementan las piezas en un montaje y cómo se interrelacionan dimensionalmente.

Temas:

Técnicas de representación de conjuntos y mecanismos. Determinación de condiciones de montaje. Necesidad de dimensionamiento por razones funcionales y/o tecnológicas. Su uso en la definición de lista de partes. Método ISO.

Cantidad de horas: 10

#### **Unidad 7 - Modelizado y simulación de ensambles mediante CAD.**

Objetivo: Aplicar la herramienta CAD para representar ensambles de piezas de dispositivos y simular interferencias en la cinemática de los mismos.

Temas:

Determinación de las cotas funcionales, principales y su ubicación en el plano atendiendo a criterios de fabricación y/o de su verificación. Ubicación racional de las cotas generales. Acotación de las formas representadas con aristas ficticias. Acotación por notas. Casos especiales.

Cantidad de horas: 10

### **Unidad 8 - Representación convencional de elementos de unión permanente y desmontable.**

Objetivo: Reforzar los conocimientos básicos mediante una aplicación concreta, inherente directamente a la especialidad, con el aporte de conceptos de uso común en aeronáutica.

Temas:

Representación convencional de pernos y agujeros roscados en vista y en corte. Códigos de identificación de los distintos tipos y sistemas de roscas normalizados. Uniones roscadas, chaflanes, redondeos, acuerdos, gargantas y ranuras de descarga. Su representación y notación. Acanalados, ranurados y estriados. Su representación e identificación normalizada.

Cantidad de horas: 10

### **Unidad 9 - Ingeniería inversa aplicada al diseño de piezas.**

Objetivo: Brindar los conocimientos básicos de los criterios de diseño para realizar un análisis crítico de las formas constructivas y procesos de manufactura de piezas físicas con la finalidad de reproducir las mismas en los aspectos geométricos, dimensionales, cualidades de resistencia estructural y material con el que está construida.

Temas:

Evaluación de una pieza real, análisis morfológico, proceso de manufactura, material utilizado, detalles constructivos. Ajustes y tolerancias dimensionales, tolerancias generales y particulares.

Relación funcional con componentes estándar o comerciales, criterios de selección. Confección de planos a partir del relevamiento realizado. Determinación de las especificaciones necesarias a consignar en la documentación técnica.

Cantidad de horas: 12

### **Metodología de enseñanza**

Las clases y actividades son presenciales. En esta materia las actividades fundamentales la constituyen las clases prácticas de aplicación que son orientadas previamente por clases teórico-prácticas de apoyo para la formación tecnológica a nivel inicial en la que el alumno recibe los conocimientos necesarios para interpretar las nuevas consignas, a los fines de poder elaborar la tarea requerida.

Los estudiantes disponen de una guía didáctica elaborada por la Cátedra para su

consulta, además de las normas y estándares específicos para cada caso.

A cada clase teórica le corresponde un ejercicio de aplicación, incorporando los conocimientos desarrollados de manera gradual, y en complejidad creciente.

El estudiante recibe seguimiento por parte de los docentes, de manera permanente a los fines de asistirlo, ya sea durante la elaboración de los croquis a mano alzada o en la confección de los planos con soporte CAD. Esto permite la evaluación continua del alumno/a y un análisis de los progresos o dificultades que se le presentan en el proceso aprendizaje, de manera de permitir incorporar nuevas consignas que allanen las dificultades, como una acción de respuesta inmediata.

La Cátedra dispone de un inventario de piezas físicas para las actividades de análisis y relevamiento por parte de los alumnos. Esto permite orientar el trabajo del estudiante, potenciando su autonomía, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones, desarrollando en el estudiante la capacidad para coordinar y trabajar en equipo en actividades grupales, que posibiliten la comunicación, el intercambio, la argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración.

De igual manera también se fomenta así, el uso de herramientas tecnológicas, que permitan alcanzar las competencias adecuadas, para ser aplicadas en otras asignaturas de la carrera.

## **Evaluación**

La metodología de cursado es realizar una actividad por clase, la cual es evaluada por el docente. El resultado del aprendizaje se tiene en cuenta para la calificación definitiva de la actividad:

- Evaluación de láminas a mano alzada y posterior desarrollo en CAD, calificado con escala del 1 al 10.
- Evaluación de seguimiento del proceso de aprendizaje por la realización de trabajos prácticos periódicos, calificado con escala del 1 al 10.
- Dos (2) evaluaciones parciales integradoras con calificación, con una instancia de recuperación para cada parcial, calificado con escala del 1 al 10.

### Condiciones de aprobación

Para alcanzar la promoción total de la materia el alumno debe cumplir con:

- 80% de asistencia.
- todas las láminas a mano alzada y desarrolladas en CAD aprobadas en tiempo y forma.
- aprobar el 80% de los trabajos prácticos.
- aprobar las dos instancias de evaluación (parciales o su correspondiente instancia de recuperación) con 6 (seis) o más puntos.

Para alcanzar la regularidad el alumno debe cumplir con:

- 80% de asistencia.

- todas las láminas a mano alzada y desarrolladas en CAD aprobadas en tiempo y forma.
- aprobar el 50% de los trabajos prácticos.
- aprobar las dos instancias de evaluación (parciales o su correspondiente instancia de recuperación) con 4 (cuatro) o más puntos.

### Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas se desarrollan individualmente y se evalúan en forma individual. Cada lámina se desarrolla primeramente en clase en borrador por parte del alumno, con la guía de los profesores y una vez lograda la resolución del tema, se comienza a realizar la lámina en forma definitiva en CAD con el seguimiento de los docentes.

Respecto a los relevamientos de piezas, se confeccionan a mano alzada sobre papel cuadrulado y una vez completado se pasa en limpio en un plano normalizado en software CAD.

### Actividades Prácticas

- Lámina 1 - Pieza de geometría de baja complejidad
- Lámina 2 - Pieza de geometría de mediana complejidad
- Lámina 3 - Ensamble de piezas. Portaherramientas
- Lámina 4 - Conexión / Eje
- Lámina 5 - Carcasa fundida
- Lámina 6 - Tapa de cojinete
- Lámina 7 - Palanca forjada
- Lámina 8 - Conjunto rueda fundida
- Lámina 9 - Relevamiento Pieza I
- Lámina 10 - Relevamiento Pieza II
- Lámina 11 - Relevamiento Pieza III
- Lámina 12 - Relevamiento Pieza IV

### Competencias y resultados de aprendizaje

Dentro de las pautas de ordenamiento y calidad en la tarea de la representación, el alumno/a debe elaborar una serie de láminas tipo de manera manual, donde se encuentran representados todos los detalles, modos de acotamiento, consignación de tolerancias, materiales y terminaciones para su familiarización y que incorpore de manera disciplinada la disposición o presentación y valore la calidad de la tarea.

Un segundo proceso a incorporar por parte del alumno es la del relevamiento de la información brindada por distintas piezas a elección de la Cátedra, de complejidad creciente, a los efectos del croquizado a mano alzada, con el objeto de habituar a detectar lo relevante de lo accesorio, tales como ejes y planos de referencia, superficies de contacto, relación con las superficies libres, características de las superficies, etc.

Como resultado del aprendizaje se pretende que el alumno/a adquiera la capacidad para diseñar, evaluar y confeccionar planos de conjuntos y piezas mecánicas de mediana complejidad.

## Bibliografía

- Ibañez Carabantes, Pedro; Ubieto Artur, Pedro; Auria Apilluelo, Jose Manuel. (2005). Dibujo industrial. Conjuntos y despieces. (Editorial Paraninfo, 2da. Ed.)
- Giesecke, F., Mitchell, A., & Cecil Spencer, H. (2013). Dibujo técnico con gráficas de ingeniería (14a. ed.). Pearson Educación.
- IRAM. (2017). Manual de normas IRAM de dibujo tecnológico 2017 (33 ed.). (IRAM, Ed.) Buenos Aires.
- Jensen, C., Helsel, J., & Short, D. (1 de 2003). Dibujo y diseño en ingeniería. Mc Graw Hill.
- SolidWorks Corporation, SolidWorks (2006) Conceptos Básicos de SolidWorks, Piezas y Ensamblajes.
- Bethune, James D., (2019). Engineering Design and Graphics with Solid Works 2019.
- Sorby, Sheryl; Lieu, Dennis (2010). Dibujo para Diseño de Ingeniería. CENGAGE Learning.
- Spencer, H., & Dygdon, J. (2012). Dibujo técnico básico.
- Herandis Ortuno, B., & Iribarren Navarro, E. (2000). Diseño de nuevos productos: una perspectiva sistémica. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.





Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE DIBUJO TECNICO

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:08:17 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:08:23 -03'00'

Asignatura: **Dinámica de los Gases 1**

Código:	RTF	7
Semestre: 7	Carga Horaria	72 hs
Bloque: Tec. Básicas	Horas de Práctica	4 hs

Departamento: Ingeniería Aeronáutica

Correlativas:

- Mecánica de los Fluidos

Contenido Sintético:

- Conceptos básicos y ecuaciones fundamentales de los fluidos compresibles.
- Onda de choque recta y tratamiento unidimensional de la dinámica de los gases
- Flujo compresible con simple cambio de área. Efusores y difusores.
- Flujo adiabático con fricción en conducto de área constante.
- Flujo en conductos con únicamente cambios en la temperatura de estancamiento
- Análisis unidimensional de flujos más complejos.
- Elementos de la teoría de características
- Flujo unidimensional inestacionario.
- Soluciones del movimiento supersónico bidimensional estacionario.

Competencias Genéricas:

- CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1 C: Calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D: Analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsión principales y auxiliares, motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 I: Diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3 A: Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

Dinámica de los Gases 1 es una asignatura que pertenece al cuarto año (séptimo cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Aeronáutica y forma parte del bloque de Tecnologías Básicas. Esta es la última materia obligatoria que incluye temas requeridos relacionados con el estudio de la Mecánica de Fluidos. Para inscribirse, el estudiante debe haber aprobado previamente el curso de Mecánica de Fluidos, y también se recomienda haber cursado Análisis Matemático III.

El curso se compone de dos partes. La primera presenta los fundamentos físicos para el flujo de gases compresibles estacionarios unidimensionales y estacionarios, es decir, las ecuaciones resultantes dependen solo de una variable independiente. En esta etapa se consideran los efectos de la variación de área en la longitud de los conductos, la fricción y la inyección o extracción de calor. En la segunda parte, se desarrollan los conceptos para flujos compresibles más complejos, como el flujo unidimensional no estacionario y el flujo bidimensional estacionario. En estos flujos, las ecuaciones tienen dos variables independientes.

Ambas partes de este curso presentan aplicaciones a casos característicos como flujos de gas en conductos, túneles de viento, toberas, difusores y perfiles alares. También se lleva a cabo una actividad de laboratorio en el túnel de viento supersónico, que permite reforzar los conceptos teóricos aprendidos.

El objetivo de este curso es presentar los conceptos físicos fundamentales, la estructura teórica matemática y los métodos analíticos necesarios para describir el comportamiento de los gases en aplicaciones de flujo compresible interno y externo. El objetivo es capacitar a los estudiantes para resolver problemas prácticos en los que la compresibilidad del gas es decisiva para encontrar la solución. Por otro lado, se desea proporcionar al estudiante un nivel de formación que facilite su incorporación en grupos de trabajo dedicados a la investigación y aplicación industrial en áreas especializadas como el diseño de toberas, difusores, perfiles alares supersónicos, flujo en conductos, etc.

## Contenidos

### Unidad 1: CONCEPTOS BÁSICOS Y ECUACIONES DEL FLUIDO COMPRESIBLE.

Revisión de conceptos termodinámicos. Efectos de la compresibilidad del fluido. Naturaleza diferente del movimiento subsónico y supersónico. Cono de Mach. Ecuaciones Fundamentales. Consideraciones energéticas. Campo de movimiento isoentrópico. Relaciones entre condiciones estáticas y de estancamiento. Valores críticos. Ley de las áreas. Fórmulas del caudal másico. Aplicación al caudalímetro. Velocidades reducidas y diferentes conceptos del número de Mach.

### Unidad 2: ONDA DE CHOQUE RECTA.

Formación de ondas de choque. Relaciones entre los parámetros físicos a través del choque recto. Representación de la onda de choque en el diagrama (h,s). Curvas de Fanno y Rayleigh. Choques débiles y fuertes. La onda de choque con cambios de la temperatura de estancamiento.

### Unidad 3: FLUJO COMPRESIBLE CON SIMPLE CAMBIO DE ÁREA.

Funcionamiento de toberas convergentes y Laval ideales. Representación en el diagrama (h,s). Cálculo del empuje. Funcionamiento de toberas expandidas incorrectamente. Efecto sobre el empuje. Coeficientes de corrección aplicables al flujo de un fluido real. Flujo en difusores, Representación en el plano (h,s). Arranque de un difusor supersónico. Concepto de segunda garganta. Entrada de aire a los aerorreactores. Regímenes crítico, subcrítico y supercrítico.

### Unidad 4: FLUJO ADIABÁTICO CON FRICCIÓN EN CONDUCTO DE ÁREA CONSTANTE.

Ecuaciones y definiciones aplicables al movimiento de un gas perfecto en un conducto adiabático. Representación en el diagrama (h,s). Fórmulas de utilización práctica. El efecto de la fricción sobre los parámetros del fluido. Longitudes límites. Regímenes de funcionamiento en función de las condiciones de entrada al conducto y la presión de descarga.

### Unidad 5: FLUJO EN CONDUCTOS CON ÚNICAMENTE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA DE ESTANCAMIENTO.

Ecuaciones y definiciones aplicables al movimiento de un gas perfecto. Representación en el diagrama (h,s). Fórmulas de utilización práctica. El efecto del cambio de la temperatura de estancamiento sobre las propiedades del fluido. Valores límites de calentamiento (o enfriamiento) de la corriente gaseosa. Factor de recuperación.

### Unidad 6: ANÁLISIS UNIDIMENSIONAL DE FLUJOS MÁS COMPLEJOS.

Expresiones logarítmicas diferenciales de las leyes de conservación. Selección de variables independientes y dependientes. Solución formal del sistema de ecuaciones resultante. Determinación de los coeficientes de influencia. Simplificaciones derivadas de la suposición de calores específicos y peso molecular constantes. Aplicación de los coeficientes de influencia a la solución de flujos con efectos combinados.

### Unidad 7: ELEMENTOS DE LA TEORÍA DE LAS CARACTERÍSTICAS.

Definición y obtención de las ecuaciones características en sistemas de ecuaciones diferenciales a derivadas parciales. Ejemplos de aplicación. Propiedades de las curvas características: región determinada, de dependencia y de influencia. Correspondencia entre el plano físico y el de las funciones. Método numérico para la solución del movimiento de fluidos aplicando características.

### Unidad 8: SOLUCIONES DEL MOVIMIENTO SUPERSÓNICO BIDIMENSIONAL.

Diseño de difusores supersónicos. Choque oblicuo. Reflexión e interacción de ondas. Análisis de perfiles alares supersónicos. La descarga de un chorro supersónico. Descripción de los diversos regímenes.

### Unidad 9: FLUJO UNIDIMENSIONAL INESTACIONARIO.

Ecuaciones de conservación. Características y ondas continuas en el plano físico y su correspondencia en el plano de las funciones. Ondas continuas. Operaciones unitarias: intersección de ondas, reflexión desde un extremo cerrado o móvil de un conducto y desde un extremo abierto. Discontinuidades de contacto. Ondas de choque móviles. Reflexión del

choque desde un extremo cerrado y desde un ambiente de presión constante. Intersección de ondas de choque móviles. Interacción de discontinuidades con ondas continuas.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se basa en clases teórico-prácticas. Por ello las estrategias de enseñanza que hemos seleccionado para llevar adelante nuestra propuesta son: exposición dialogada, resolución de problemas y estudio de casos.

Cada unidad se desarrollará a partir de un material bibliográfico que incluye los tres libros de la cátedra y artículos científicos producidos por los docentes en los últimos años. A su vez se ofrecerán trabajos prácticos que favorezcan el proceso de lectura y análisis del contenido. En la etapa final del curso se realizará una actividad de formación práctica en el Laboratorio de Aeronáutica de la FCEFyN orientado a analizar la performance y la operación en distintas condiciones de flujo de un túnel de viento supersónico.

## Evaluación

El sistema de evaluación está diseñado de tal manera que el estudiante demuestre haber adquirido los conocimientos básicos necesarios sobre todos los temas fundamentales de la asignatura. Este sistema consta de dos exámenes teórico-prácticos escritos a lo largo del semestre, una actividad práctica y un coloquio oral final.

Las evaluaciones teórico-prácticas escritas deben resolverse de forma individual. Cada una de ellas incluye al menos tres ejercicios prácticos y un conjunto de preguntas conceptuales. Para llevar a cabo la evaluación de la parte práctica, los estudiantes pueden utilizar libros, manuales, apuntes y el material didáctico de la asignatura. Solo se puede volver a realizar una de estas evaluaciones como examen sustitutorio.

Al final del semestre, se realizará un examen integrador sobre el contenido general del curso para aquellos estudiantes que no hayan tenido un desempeño sobresaliente en las dos evaluaciones escritas y la actividad práctica.

## Condiciones de aprobación

Requisitos para aprobar la materia por promoción:

- 80% de asistencia.
- Aprobación del 100% de las evaluaciones parciales, incluida la instancia de recuperación sobre una de ellas.
- Aprobación de la actividad práctica propuesta.
- Aprobación del examen integrador.

La calificación final se obtendrá a través del siguiente polinomio:

$$\text{CALIFICACIÓN} = (P1 + P2 + AP)/3 + EI$$

Donde:

P1: Es la calificación del primer parcial; P2: es la calificación del segundo parcial; AP: es la calificación de la actividad práctica; EI: es la calificación del examen integrador.

Requisitos para alcanzar la regularidad.

- 80% de asistencia.
- Aprobación del 100% de las evaluaciones parciales, incluida instancia de recuperación sobre una de ellas.
- Aprobación del 100% de las actividades prácticas propuestas.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Ensayo de visualización de flujo supersónico en túnel de viento. El Laboratorio de Ingeniería Aeronáutica Teobaldo Luis Aguirre de la FCEFyN (UNC) cuenta con un túnel supersónico con sistema de visualización Schlieren. Este es un túnel de uso educativo que fue diseñado y construido por profesores y estudiantes del Departamento de Aeronáutica de la UNC. En este túnel es posible llevar a cabo visualizaciones de flujo supersónico, ya que cuenta con una cámara de prueba de 15 mm x 45 mm x 55 mm, pudiéndose alcanzar hasta Mach 1.9. Los estudiantes, luego de la visita al Laboratorio, presentarán un informe escrito sobre los experimentos desarrollados.

En caso de no poderse realizar el ensayo de túnel, la Cátedra dispondrá como alternativa de actividad práctica una presentación oral sobre un tema de interés en ingeniería aeroespacial. Esta será una actividad grupal donde cada grupo de trabajo, compuesto por un máximo de tres estudiantes, deberá realizar una presentación de 15 minutos ante sus compañeros y los docentes de la cátedra sobre un tema de su elección. El tema podrá ser basado en un paper publicado en revista científica o de divulgación, libros, vídeos o cualquier fuente de información que los estudiantes consideren pertinentes. Los docentes podrán ser consultados durante la preparación de la presentación oral.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

La tendencia actual en la educación superior es brindar a los estudiantes habilidades que les permitan desarrollar la aplicación del conocimiento adquirido. El estudio de la dinámica de gases permite al estudiante calcular, diseñar, proyectar y analizar el rendimiento y la operación en diferentes condiciones de aeronaves y vehículos espaciales, así como plantas de propulsión a chorro, cámaras de combustión, compresores, motores de combustión interna, turbinas de gas y hélices en general.

### 1. COMPETENCIA PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA

- Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema de dinámica de gases e incluirlo en el análisis.
- Ser capaz de delimitar el problema de dinámica de fluidos compresibles y formularlo de manera clara y precisa.
- Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en el contexto particular de la mecánica de fluidos compresibles.
- Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles en un problema de flujo compresible.
- Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.
- Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.



## 2. COMPETENCIA PARA CONCEBIR, DISEÑAR Y DESARROLLAR PROYECTOS DE INGENIERÍA (SISTEMAS, COMPONENTES, PRODUCTOS O PROCESOS)

- Ser capaz de relevar las necesidades de un proyecto de dinámica de fluidos compresibles y traducirlas a entes mensurables.
- Ser capaz de seleccionar, especificar y usar los enfoques, técnicas, herramientas y procesos de diseño adecuados al proyecto que incluye la mecánica de fluidos, sus metas, requerimientos y restricciones.

## 3. COMPETENCIA PARA GESTIONAR -PLANIFICAR, EJECUTAR Y CONTROLAR- PROYECTOS DE INGENIERÍA (SISTEMAS, COMPONENTES, PRODUCTOS O PROCESOS)

- Ser capaz de operar, inspeccionar y evaluar la marcha de proyectos de ingeniería aeronáutica verificando el cumplimiento de objetivos y metas.

## 7. COMPETENCIA PARA COMUNICARSE CON EFECTIVIDAD

- Ser capaz de comunicar eficazmente problemáticas relacionadas al manejo de fluidos compresibles, a personas ajenas a la Ingeniería Aeronáutica.
- Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

## Bibliografía

### Libros:

J. Tamagno, W. Schulz, S. Elaskar (2008), "Dinámica de los Gases. Flujo Unidimensional Estacionario." Topics in Applied and Computational Mechanics, Asociación Argentina de Mecánica Computacional (AMCA). Ed. Universitas, Córdoba.

J. Tamagno, G. Cid, S. Elaskar, W. Schulz (2013), "Aplicaciones de la Dinámica de los Gases a Flujos Inestacionarios y Supersónicos." Ed. Universitas, Córdoba.

G. Cid, W. Schulz, S. Elaskar (2022), "Libro de ejercicios prácticos de Dinámica de los Gases I" Serie Aeronáutica. Ed. Universitas, Córdoba.

### Papers:

D. Lorenzón, S. Elaskar (2015), "Simulación de flujos supersónicos bidimensionales y axialmente simétricos con OpenFOAM". Revista de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, vol. 2, no. 2, pp. 65-76.

L. Gutiérrez Marcantoni, J. Tamagno, S. Elaskar (2015), "Assessment of openFOAMsolvers in aerospace applications". First Pan American Congresses on Computational Mechanics - PANACM 2015, Buenos Aires, 27-29 April, 2015.

C. Paccioletti, A. Nasca, J. García, L. Gutiérrez Marcantoni (2017), "Diseño y construcción de un túnel de viento supersónico para aplicaciones didácticas". In Proceedings of the CATE - IX Congreso Argentino de Tecnología Espacial, Córdoba.

M. Dagaró, D. Lorenzón, J. García (2018), "Diseño y Construcción de un Túnel de Viento Supersónico Bidimensional". V Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica (CAIA 2018),

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC, Córdoba.

M. Dagaro, L. Peralta, G. Ludueña, D. Lorenzon, J. García, Á. Galeasso, J. Bustamante (2019), "Diseño y Construcción de un Túnel de Viento Supersónico Bidimensional con Sistema de Visualización Schlieren". Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 6, No. 2. pp. 35-40.

D. Lorenzón, S. Elaskar (2019) "Open FOAM simulations of the supersonic flow around cones at angles of attack". Journal of Mechanical and Civil Engineering. Vol 16, No. 5, pp. 66-80.

L. Gutiérrez Marcantoni, S. Elaskar, J. Tamagno, J. Saldía, D. Lorenzón (2020), "Estudio numérico de la generación, propagación e interacción con paredes de ondas explosivas". 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2020, Resistencia, Septiembre 2020. Publicado en IEEE Xplore.

L. Monaldi, S. Elaskar (2020), "Análisis del flujo alrededor de un perfil diamante en régimen supersónico mediante ANSYS Fluent". 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina, ARGENCON 2020, 2020, Resistencia, Septiembre 2020. Publicado en IEEE Xplore.

M. Frías, S. Elaskar (2021), "Estudio sobre explosiones fuertes". Mecánica Computacional. Vol 38, pp. 83-92.

L. Marcantoni, S. Elaskar, J. Tamagno (2022), "Simulación mediante OpenFOAM de la reflexión de ondas de choque en superficies sólidas curvas". 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), San Juan, Septiembre 2022. Publicado en IEEE Xplore.

J. Tamagno, L. Monaldi, S. Elaskar, L. Marcantoni (2022), "Consideraciones sobre la variación de la entalpía en la dinámica de los gases estacionaria e inestacionaria." 2022 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), San Juan, Septiembre 2022. Publicado en IEEE Xplore.

L. Monaldi, L. Gutiérrez, S. Elaskar (2022), "Shock wave reflection in unsteady flow". Symmetry, Vol. 14(10), 2048; <https://doi.org/10.3390/sym14102048>.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Dinámica. de los Gases 1

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:37:02 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:37:08 -03'00'

Asignatura: **ELECTROTECNIA Y ELECTRICIDAD**

Código:	RTF	6
Semestre: Quinto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas (TB)	Horas de Práctica	24

Departamento: Electrotecnia

Correlativas:

- Correlativa 1: Física 2

Contenido Sintético:

- 1. Transformadores.
- 2. Motores de CC y CA., servomotores, Actuadores Eléctricos
- 3. Semiconductores y Rectificadores
- 4. Amplificadores, Servoamplificadores
- 5. Filtros pasivos y Osciladores
- 6. Presentación Electrónica, tubos de rayos catódicos.
- 7. Ondas electromagnéticas, propagación.
- 8. Modulación de Amplitud de frecuencia
- 9. Espectro de Radio frecuencias, VLF , LF y subsiguientes, su uso, propagación
- 10. Antenas y Transmisores y Receptores

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1 A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

# Presentación

Electrotecnia y Electricidad es una actividad curricular que pertenece al tercer año (Quinto cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Aeroespacial. A través del cursado de la asignatura, el alumno recibe el conocimiento básico de la Electrotecnia y Electricidad, sus leyes fundamentales, la influencia de los parámetros eléctricos en los distintos circuitos de Corriente Continua y Corriente Alternada así mismo como las máquinas eléctricas sus aplicaciones reales; elementos de electrónica, semiconductores, rectificadores, equipos de control estáticos inversores, sistemas de transmisión y recepción de ondas.

Todo este programa se complementa con ejercitación sobre los distintos capítulos y trabajos de Laboratorio sobre los temas más importantes.

El posicionamiento pedagógico desde donde se enseña la asignatura, corresponde al aprendizaje centrado en el estudiante y en la formación por competencias, propendiendo a que el estudiante adquiera condiciones que le permitan identificar fenómenos físicos para interpretar consignas y resolver ejercicios y problemas, aplicando procedimientos compatibles con las prácticas de la ingeniería.

## Contenidos

### **Unidad 1-Transformadores**

Corriente alternada sinusoidal. Generación. Circuitos. Magnitudes características. Valor medio y eficaz. Representación de tensiones y corrientes. Método Vectorial. Ejercicios de aplicación. Cargas ideales y reales en circuitos de corriente alternada. Circuito serie. Impedancia. Característica de frecuencia. Conexión paralela. Admitancia. Circuito resonante serie y paralelo. Ejercicios de aplicación.

Potencia en circuitos de corriente alternada. Potencia Aparente. Potencia Activa. Potencia reactiva. Factor de potencia. Explicación Compensación del factor de potencia. Circuitos trifásicos. Generación polifásica, bifásica y trifásica. Conexiones estrella y triángulo. Régimen simétrico y asimétrico en circuitos trifásicos. Potencia trifásica. Medición de potencia por el método de los dos (2) vatímetros Trabajo de laboratorio y ejercicios de aplicación.

Circuitos magnéticos Solenoide con núcleo de hierro. Pérdidas por histéresis y Foucault. Forma de onda de la corriente. Circuito equivalente. Ejercicios de aplicación Transformadores. Principio de funcionamiento. Transformador ideal y real. Diagrama vectorial. Ecuaciones básicas. Circuito equivalente. Ensayo en vacío y en cortocircuito. Autotransformador. Trabajo de laboratorio y ejercicios de aplicación.

### **Unidad 2. Motores de corriente continua y alterna. Servomotores.**

Principio de funcionamiento de las máquinas de corriente continua y alterna. Teoría y práctica de la producción del campo magnético rotante bifásico y trifásico. Aplicaciones. Generadores o dínamos. Motores de corriente continua. Par motor, velocidad y cupla. Potencia. Características de acuerdo a su excitación. Arranque y regulación de velocidad .Ejercicio de aplicación .Alternadores .Motores de corriente alternada. Motor asincrónico y sincrónico. Diferencias Arranque y regulación de velocidad de los motores de corriente alterna. Nociones básicas de motores especiales (histéresis, paso a paso etc.) Ejercicios de aplicación.

### **Unidad 3. Semiconductores y rectificadores.**

Semiconductores. Teoría y práctica. Diodos. Principio de funcionamiento Aplicaciones. Rectificador de media onda y onda completa. Rectificador trifásico. Rectificadores controlados. Conexión. Forma de onda de salida. Transformadores para rectificación. Aplicaciones en los inversores. Transistor. Principio de funcionamiento. Tipo PNP y NPN. Ejercicios de aplicación.

#### **Unidad 4. Amplificadores y servo amplificadores.**

Amplificadores lineales. Circuitos básicos y aplicaciones. Servoamplificadores, esquemas aplicativos en sistemas de regulación de tensión y potencia en los generadores sin escobillas. Censado de señales y amplificación de las mismas para su visualización o registro.

#### **Unidad 5. Filtros pasivos y Osciladores.**

Filtros pasivos. Distintos tipos de filtros simples. Filtros de baja y alta frecuencia. Filtros de banda y bloqueo. Osciladores. Distintos tipos, LC, RC, etc. Aplicaciones en los sistemas de transmisión y recepción. Ejercicios y esquemas característicos.

#### **Unidad 6. Presentación electrónica. Tubo de rayos catódicos.**

Sistemas electrónicos de presentación. Forma alfanumérica y simbólica. Mensajes de aviso y fallas. Sistemas analógicos y digitales. Tubo de rayos catódicos. Principio de funcionamiento. Aplicaciones y esquemas. Procedimiento y aplicación del sistema de supervisión del funcionamiento de equipos. Trabajo de laboratorio con osciloscopio.

#### **Unidad 7. Ondas electromagnéticas Propagación**

Ondas electromagnéticas. Su generación y propagación en distintos medios. Propagación de ondas planas. Ondas electromagnéticas transversales. Propagación. Equipos productores de ondas. Ecuaciones básicas. Ejercicios de aplicación.

#### **Unidad 8. Modulación de amplitud y Frecuencia.**

Modulación de amplitud. Principio. Esquema básico y circuito tipo. Aplicaciones a los sistemas de Ondas electromagnéticas. Transmisión y recepción. Modulación de frecuencia. Principios.

Esquemas básicos y aplicativos. Ejercicios de aplicación.

#### **Unidad 9. Espectro de Radio Frecuencias. VLF, LF y subsiguientes. Propagación**

Producción de ondas de radio frecuencia, espectro de las mismas, zona de trabajo. Unidades de frecuencia de las señales. VLF, LF. HF. UF. etc. Aplicación en transmisores y receptores. Utilización del amplificador y oscilador en la generación y recepción de ondas Ejercicios y trabajo de laboratorio.

#### **Unidad 10. Antenas. Transmisores y Receptores.**

Principios básicos de las antenas y sus aplicaciones. Sistemas fijos y móviles. Ganancia del sistema. Interconexiones a los sistemas de transmisión y recepción .Esquemas generales de equipos de transmisión y recepción de señales. Aplicaciones y ejercicios prácticos.

## Metodología de enseñanza

La asignatura se dicta en un semestre, desarrollándose en forma teórico práctica, con enfoque constructivista, secuenciando contenidos que posibiliten enseñar a partir de lo que el estudiante ya conoce y es capaz de aplicar, a través de formulaciones matemáticas acorde con los conocimientos de análisis matemático, álgebra y física que el alumno ya posee o está adquiriendo simultáneamente en el cursado de esa asignatura, con una estrategia de enseñanza que contempla exposiciones dialogadas y participativas, aprendizaje en grupo y aula invertida.

En este sentido, se integran los conocimientos adquiridos, mediante el análisis de preguntas y la resolución de ejercicios y problemas, para permitir una mejor comprensión, sobre todo en aquellos conceptos más complejos, conectándolos con saberes previos y relacionándolos en cada caso con la ingeniería, dando ejemplos concretos de su aplicación en este campo. Así mismo en el transcurso del semestre se desarrollan experiencias de trabajos prácticos de laboratorio que constituyen un objetivo primordial que enlaza los conceptos teóricos con el manejo de armado de circuitos eléctricos y el proceso de medición de los parámetros eléctricos mediante el uso de equipos de medición, por lo que el estudiante debe dar explicación a los fenómenos físicos a través de prácticas experimentales.

Dichas prácticas se realizarán utilizando equipamiento didáctico disponible y el docente a cargo de la clase oficiará de motivador y guía de las actividades previamente definidas y explicadas.

Además de las clases presenciales, se utilizará como recurso el aula virtual de la cátedra para desarrollar alguna de las actividades previstas en el cuatrimestre de dictado, tales como clases teóricas y de resolución de problemas y/o cuestionarios.

## Evaluación

La evaluación se llevará a cabo mediante dos (2) exámenes parciales durante el cuatrimestre de cursado, con la posibilidad de recuperar uno (1) de ellos (por ausencia o aplazo, tanto para regularizar la materia como para alcanzar la promoción), y la realización de trabajos prácticos de laboratorios, según la programación de la cátedra.

Dependiendo de la condición académica alcanzada por el estudiante, deberá rendir un examen regular o un coloquio para acceder a la aprobación de la materia. En todas las instancias, el docente a cargo de la evaluación evaluará el desempeño y desarrollo de las competencias de acuerdo a la rúbrica que se detalla más abajo. En todos los casos la instancia de evaluación se aprueba cumplimentando el 60% de la exigencia de cada caso.

Indicadores	Nivel			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
CG1 Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	RA1 Relaciona el texto entregado con los contenidos teóricos estudiados y la actividad a desarrollar. RA1 Compara las ideas y conceptos del	RA1 Relaciona parcialmente el texto entregado con los contenidos teóricos estudiados y la actividad a desarrollar.	RA1 Relaciona escasamente el texto entregado con los contenidos teóricos estudiados y la actividad a desarrollar.	RA1 No relaciona el texto entregado con los contenidos teóricos estudiados y la actividad a desarrollar RA1 No compara las



	<p>texto. RA2 Reconoce toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas. RA2 Determina los elementos faltantes para la realización de una actividad. RA3 Comunica los resultados en un lenguaje comprensible y usando la notación que corresponde.</p>	<p>RA1 Compara parcialmente las ideas y conceptos del texto. Reconoce casi toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas. RA2 Determina los elementos faltantes para la realización de una actividad. RA3 Comunica los resultados en un lenguaje comprensible y usando la notación que corresponde.</p>	<p>RA1 Compara escasamente las ideas y conceptos del texto. Escasamente reconoce toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas. RA2 No determina los elementos faltantes para la realización de una actividad. RA3 Comunica los resultados sin la notación ni las unidades que corresponden.</p>	<p>ideas y conceptos del texto. RA2 No reconoce la información explícita y no infiere las principales informaciones implícitas. RA2 No determina los elementos faltantes para la realización de una actividad. RA3 Comunica los resultados sin coherencia en el valor y las unidades pertinentes.</p>
<p>CG2 Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería</p>	<p>RA1 Planifica e implementa estrategias de trabajo. RA1 Identifica los elementos comunes pertinentes. RA1 Realiza un borrador del texto, utilizando listados, esquemas y cuadros. RA2 Explicita un adecuado marco conceptual. RA2 Utiliza infografía y representaciones adecuadas. RA3 Fundamenta el resultado en forma verbal, oral o escrita. RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones. RA3 En caso de obtener incoherencia, rechaza el resultado y revisa todo el procedimiento.</p>	<p>RA1 Implementa estrategias de trabajo. RA1 Identifica algunos elementos comunes pertinentes. RA1 Realiza un borrador del texto, utilizando esquemas y cuadros. RA2 Explicita un marco conceptual. RA2 Utiliza infografía y representaciones adecuadas. RA3 Fundamenta el resultado en forma escrita. RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones. RA3 En caso de obtener incoherencia, justifica el resultado y revisa parte del procedimiento.</p>	<p>RA1 Implementa estrategias de trabajo. RA1 Reconoce algún elemento común. RA1 Realiza un borrador, utilizando cálculos. RA2 Explicita un escaso marco conceptual. RA2 No utiliza infografía y representaciones adecuadas. RA3 No se fundamenta el resultado. RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones, pero no determina, ni revisa el procedimiento.</p>	<p>RA1 Copia estrategias de trabajo. RA1 No hay elementos comunes pertinentes. RA1 No realiza borrador de esquemas o cálculos. RA2 Nulo marco conceptual. RA2 No utiliza y representaciones RA3 No justifica los resultados. RA3 No verifica si la solución coincide con las predicciones. RA3 No determina incoherencias</p>
<p>CG4 Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.</p>	<p>RA1 Relaciona situaciones de aprendizaje nuevas con experiencias anteriores y saberes previos. RA2 Reconoce fenómenos o</p>	<p>RA1 Relaciona situaciones de aprendizaje nuevas con y saberes previos. RA2 Reconoce en parte fenómenos o situaciones</p>	<p>RA1 Relaciona algunas situaciones de aprendizaje nuevas con experiencias anteriores y saberes previos, pero no los conecta desde la</p>	<p>RA1 No relaciona situaciones de aprendizaje nuevas con experiencias anteriores ni tampoco con saberes previos. RA1 Los fenómenos</p>

	<p>situaciones comparables o análogas.  RA2 Extrae conclusiones válidas de la comparación.  RA3 Fundamenta el resultado en forma verbal, oral o escrita, reconoce y acepta posibles errores y analiza, reevalúa y modifica los resultados.</p>	<p>comparables o análogas.  RA2 Extrae conclusiones de la comparación.  RA3 Fundamenta el resultado en forma escrita, reconoce y acepta posibles errores y analiza, reevalúa y modifica los resultados.</p>	<p>teoría.  RA2 Le resulta familiar algún fenómeno o situación comparable o análoga.  RA3 No se fundamenta el resultado, reconoce algunos errores basados en los instrumentos de medición y en base a ello modifica los resultados.</p>	<p>son independientes y sin relación.  RA2 No expresa conclusiones válidas.  RA3 No justifica los resultados y los errores se deben a aspectos no atribuibles a su trabajo por lo que no se modifican los resultados.</p>
<p>CE1 A:  Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>RA1 Planifica e implementar estrategias de trabajo.  RA1 Identifica los elementos comunes pertinentes.  RA1 Realiza un borrador del texto, utilizando listados, esquemas y cuadros.  RA2 Explicita un adecuado marco conceptual.  RA3 Fundamenta el resultado en forma verbal, oral o escrita.  RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones.  RA3 En caso de obtener incoherencia, rechaza el resultado y revisa todo el procedimiento.</p>	<p>RA1 Implementa estrategias de trabajo.  RA1 Identifica algunos elementos comunes pertinentes.  RA1 Realiza un borrador del texto, utilizando esquemas y cuadros.  RA2 Explicita un marco conceptual.  RA3 Fundamenta el resultado en forma escrita.  RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones.  RA3 En caso de obtener incoherencia, justifica el resultado y revisa parte del procedimiento.</p>	<p>RA1 Implementa estrategias de trabajo.  RA1 Reconoce algún elemento común.  RA1 Realiza un borrador, utilizando cálculos.  RA2 Explicita un escaso marco conceptual.  RA3 No se fundamenta el resultado.  RA3 Verifica que la solución coincide con las predicciones, pero no determina, ni revisa el procedimiento.</p>	<p>RA1 Copia estrategias de trabajo.  RA1 No hay elementos comunes pertinentes.  RA1 No realiza borrador de esquemas o cálculos.  RA2 Nulo marco conceptual.  RA3 No justifica los resultados.  RA3 No verifica si la solución coincide con las predicciones.  RA3 No determina incoherencias</p>

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para alcanzar la regularidad.

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar el 50% de los parciales indicados más arriba, con los recuperatorios incluidos.
- Aprobar el 100% de los informes de laboratorios.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

En caso de no haber alcanzado la promoción, aprobar un examen regular compuesto de una parte práctica escrita y una teórica oral, instancia en la que se tendrá en cuenta,

además del nivel alcanzado en aspectos conceptuales, el desarrollo de todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

### **Requisitos para alcanzar la promoción.**

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar el 100% de los parciales indicados más arriba, con los recuperatorios incluidos.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.
- Aprobar un coloquio integrador final. En dicha instancia se tendrá en cuenta, además del nivel alcanzado en aspectos conceptuales, el desarrollo de todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

## **Actividades prácticas y de laboratorio**

- 1.- Ejercitación escrita sobre resolución de circuitos eléctricos de corriente alterna y continua.
- 2.- Trabajos prácticos sobre resonancia, transformadores, motores y cargas en general.
- 3.- Trabajo de laboratorio sobre compensación del factor de potencia.
- 4.- Ejercitación sobre la aplicación de diodos en los distintos tipos de rectificadores.
- 5.- Ejemplo de aplicación de transistores a la amplificación y control.
- 6.- Ejercitación sobre la generación, propagación de ondas y su recepción
- 7.- Trabajo en laboratorio sobre osciloscopio –Análisis de ondas.

## **Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje**

CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- RA1: Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema/ejercicio a resolver
- RA2: Reconoce las magnitudes intervinientes ya sea como datos o como incógnitas
- RA3: Establece adecuadamente el sistema de unidades a utilizar

CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.

- RA1: Organiza su trabajo siguiendo metodologías claras y objetivas, compatibles con las buenas prácticas de la ingeniería.
- RA2: Describe con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas del ejercicio/problema planteado y resuelto, y los resultados de mediciones experimentales cuando corresponde.
- RA3: Interpreta las razones por las cuales los resultados obtenidos guardan coherencia con el conjunto de datos y el fenómeno físico analizado

CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

- RA1: Desarrolla una estrategia personal de formación, aplicable desde las asignaturas básicas en adelante
- RA2: Realiza búsquedas bibliográficas por diferentes medios para seleccionar material de estudio.
- RA3: Realiza una autoevaluación del proceso enseñanza-aprendizaje, identifica sus dificultades y busca los recursos necesarios para mejorarlos

CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- RA1: Desarrolla una estrategia personal de formación, aplicable desde las asignaturas de tecnología básica en adelante.
- RA2: Realiza búsquedas bibliográficas por diferentes medios para seleccionar material de estudio.
- RA3: Realiza una autoevaluación del proceso enseñanza-aprendizaje, identifica sus dificultades y busca los recursos necesarios para mejorarlos

## Bibliografía

CIRCUITOS ELECTRICOS: SISKIND

CIRCUITOS ELECTRICOS: Serie SCHAUM –J. EDMINISTER



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Electrotecnia y Electricidad

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:27:35 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:27:40 -03'00'

Asignatura: **Estructuras Isostáticas**

Código:	RTF	6
Semestre: 3ro	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Física I

Contenido Sintético:

1. Conceptos y principios fundamentales de las Estructuras Isostáticas.
2. Sistemas de fuerzas concurrentes.
3. Sistemas de fuerzas paralelas.
4. Sistemas generales de fuerzas.
5. Equilibrio de estructuras.
6. Esfuerzos internos en estructuras isostáticas.

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 7. Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

#### Competencias Específicas para la carrera de Ing. Aeroespacial

- **CE1B:** Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1E:** Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas propulsoras principales y auxiliares, motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1F:** Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE1G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- **CE3A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

#### Competencias Específicas para la carrera de Ing. Mecánica:

- **CE1.15:** Determinar las condiciones de equilibrio de cuerpos rígidos y de estructuras formadas por vinculación de cuerpos rígidos (sistemas hipostáticos, isostáticos, hiperestáticos o impropriamente apoyados), en el plano y en el espacio.
- **CE1.16:** Determinar los esfuerzos internos en estructuras isostáticas incluyendo reticulados planos, vigas de alma llena, pórticos planos y pórticos tridimensionales.

#### Competencias Específicas para la carrera de Ing. Electromecánica:

- **CE1.1.18:** Determinar las condiciones de equilibrio de cuerpos rígidos y de estructuras formadas por vinculación de cuerpos rígidos (sistemas hipostáticos, isostáticos, hiperestáticos o impropriamente apoyados), en el plano y en el espacio.
- **CE1.1.19:** Determinar los esfuerzos internos en estructuras isostáticas incluyendo reticulados planos, vigas de alma llena, pórticos planos y pórticos tridimensionales.

## Presentación

La materia Estructuras Isostáticas pertenece al tercer cuatrimestre de las carreras de Ing. Aeroespacial, Ing. Mecánica e Ing. Electromecánica. Se trata de la primera materia específica de las asociadas al análisis y diseño de estructuras. En esta materia se sientan las bases de la estática de estructuras, tratándolas como sistemas de cuerpos rígidos vinculados entre sí, y en condición de equilibrio estático. Para ello se estudian primero las condiciones de equilibrio de sistemas de cuerpos rígidos vinculados y sometidos a diferentes tipos de sistemas de cargas y, en segundo lugar, se analizan los esfuerzos internos que soportan. A partir de los conceptos presentados se desarrollan, en materias subsiguientes, los conceptos de tensión y deformación específica en sistemas de vigas, y en otras estructuras bajo estados de tensión plana, continuando con el análisis estático de estructuras de vigas hiperestáticas y sus vibraciones, hasta finalizar con teorías específicas para determinar tensiones, deformaciones y condiciones de falla aplicadas a casos de interés particular según la carrera.

El análisis de las condiciones de equilibrio de estructuras isostáticas resulta fundamental en el análisis de mecanismos ya que, a pesar de ser sistemas hipostáticos, deben ser analizados como sistemas en equilibrio estático bajo las cargas que corresponden a las diferentes condiciones de funcionamiento. Esto está íntimamente ligado a la determinación de reacciones de apoyo, que se refiere a la manera en que una estructura interactúa con el entorno (ya sea con las fundaciones o con otras estructuras a las que se encuentra vinculada). La determinación de los esfuerzos internos en estructuras de vigas es la base para la determinación de los diferentes criterios de falla, ya sea que estos se calculan directamente a partir de los esfuerzos característicos o en base a tensiones y/o deformaciones específicas. En esta materia la aplicación se realiza a estructuras isostáticas, pero la metodología es totalmente general y aplicable a sistemas hiperestáticos.

La Mecánica es una parte de la Física y, contenida en la primera, la Estática es la rama que analiza los cuerpos en reposo, es decir, estudia el equilibrio de fuerzas en los sistemas físicos en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo.

## Contenidos

**Conceptos y principios fundamentales de las Estructuras Isostáticas:** Introducción. Idealización de fuerzas puntuales. Principios y Leyes Fundamentales: Principio del Paralelogramo, Principio de Transmisibilidad de las fuerzas, las Leyes de Newton. Representación vectorial de fuerzas.

**Sistemas de fuerzas concurrentes:** Definición. Suma de dos fuerzas y suma de varias fuerzas concurrentes coplanares. Descomposición de una fuerza en el plano. Fuerza definida en términos de su magnitud y dos puntos sobre su línea de acción. Concepto de partícula. Equilibrio de una partícula en el plano. Extensión a problemas tridimensionales.

**Cuerpos rígidos – Sistemas equivalentes de fuerzas:** Fuerzas externas e internas. Momento de una fuerza con respecto a un punto. Teorema de Varignon. Momento de una fuerza con respecto a un eje. Momento de un par. Reducción de un sistema de fuerzas a una fuerza y un par. Otras reducciones de un sistema de fuerzas.



**Equilibrio de cuerpos rígidos:** Diagrama de cuerpo libre. Equilibrio de sólidos rígidos en dos dimensiones: reacciones en los puntos de apoyo y conexiones de una estructura bidimensional. Equilibrio de un cuerpo sujeto a dos y tres fuerzas. Equilibrio de un cuerpo rígido en tres dimensiones. Reacciones en puntos de apoyo y conexiones para una estructura tridimensional.

**Fuerzas distribuidas – Centroides y Centros de Gravedad:** Áreas y Líneas: centro de gravedad de un cuerpo bidimensional; centroides de áreas y líneas; placas y alambres compuestos; determinación de centroides por integración; teoremas de Pappus-Guldinus; cargas distribuidas en vigas. Volúmenes: centro de gravedad de un cuerpo tridimensional; centroide de un volumen; cuerpos compuestos.

**Reticulados Planos:** Definición. Hipótesis de cálculo. Condiciones de rigidez e isostaticidad: reticulados simples. Método de los nudos. Nudos bajo condiciones especiales de carga. Método de las secciones (Ritter). Reticulados compuestos.

**Cables:** Definición. Cables sometidos a fuerzas concentradas: resolución analítica. Cables con cargas repartidas: caso parabólico y catenaria.

**Estructuras de Alma Llena:** Definición y clasificación de las estructuras. Definición y determinación de los esfuerzos internos: momento flector, esfuerzo de corte, esfuerzo normal y momento torsor. Relaciones entre la carga transversal, el esfuerzo de corte y el momento flector. Trazado de diagramas en vigas y pórticos.

**Fricción:** Leyes de fricción seca. Coeficientes de fricción. Ángulos de fricción. Cuñas.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo general de la materia se sustenta en clases teórico-prácticas. Se utiliza la estrategia de “aula invertida”, la cual requiere que los estudiantes vean el tema de la clase presencial previo a la misma, ya sea utilizando el material impreso o clases pregrabadas. En las clases presenciales las estrategias de enseñanza seleccionadas para llevar adelante la propuesta son: exposición dialogada y resolución de problemas. Cada unidad se desarrolla a partir de un material bibliográfico obligatorio. El hecho de que los estudiantes realizan una primera lectura del material bibliográfico antes de la clase, permite un avance más fluido y una discusión de las hipótesis presentadas y los conceptos desarrollados. Adicionalmente, dentro del material bibliográfico, los alumnos disponen de ejercicios resueltos con complejidad creciente en cada tema, lo que les permite afianzar los contenidos teórico-prácticos desarrollados. Los alumnos deben resolver trabajos prácticos, los cuales favorecen el proceso de capacitación, de auto evaluación y acreditación de cada unidad. Los trabajos prácticos se orientan a: a) resolver ejemplos estándar que refuercen aspectos básicos; b) resolver ejemplos que requieran utilizar conceptos de mayor abstracción e impliquen la aplicación de los conceptos e ideas desarrolladas; y c) responder preguntas conceptuales que afianzan los conceptos fundamentales utilizados en la materia.

## Evaluación

La evaluación se realiza sobre la base de un conjunto de instrumentos, a saber: Trabajos Prácticos (TTPP), Controles Teóricos (CCTT), Evaluaciones Parciales y Evaluación Teórica Integradora. Los TTPP y los CCTT son cuestionarios facilitados a través del aula virtual (plataforma Moodle) para los que cada alumno tiene habilitado más de un intento. El objetivo fundamental de estas dos actividades es incentivar a los alumnos a realizar un estudio permanente y continuo de la materia, y que, al mismo tiempo, sirvan como instancias de aprendizaje y autoevaluación.

La cursada se divide en dos etapas; a cada una de estas etapas corresponde, aproximadamente, la mitad del tiempo de dictado y la mitad de los contenidos cubiertos. Las competencias se desarrollan por igual a lo largo de todo el cuatrimestre. Las actividades de seguimiento y evaluación son las siguientes:

- **Trabajos Prácticos (TTPP):** Hay un número variable de actividades prácticas obligatorias para cada etapa de la cursada (8 en total); estas actividades son evaluadas y calificadas; a cada TP se le asigna un peso (dependiendo de su importancia relativa); estos pesos se utilizan para calcular un promedio ponderado que representa la nota correspondiente a cada alumno en cada etapa. Existen, además, TTPP no obligatorios.
- **Controles Teóricos (CCTT):** son análogos a los TTPP obligatorios, y se utiliza el mismo sistema de calificación y ponderación para determinar las notas.
- **Evaluaciones Parciales:** A cada etapa del cursado corresponde una evaluación escrita con preguntas teóricas y ejercicios prácticos cubriendo los temas respectivos.
- **Evaluación Teórica Integradora:** Evaluación oral (coloquio) en la que el profesor designa dos o más temas a cada alumno, quién debe demostrar un dominio suficiente de los conceptos y desarrollos correspondientes, para lo que se servirá del uso de lápiz y papel o de una pizarra (para esquemas y fórmulas).

Los CCTT permiten evaluar fundamentalmente cuestiones conceptuales, más que nada asociadas a definiciones, e hipótesis y limitaciones de determinadas teorías; esas evaluaciones son, en general, de tipo respuesta múltiple. En la Evaluación Teórica Integradora se abordan estos temas y se evalúa, además, la capacidad del alumno para relacionar los temas teóricos con situaciones prácticas simplificadas que permitan resaltar algún aspecto conceptual de interés.

Tanto los TTPP como las evaluaciones parciales enfrentan al estudiante a situaciones problemáticas que permiten la evaluación de competencias y resultados de aprendizaje relacionados con saberes conceptuales (saber conocer) y procedimentales (saber hacer), incluyendo la selección y aplicación correcta de diferentes idealizaciones para modelar estructuras "reales" y sus vínculos.

Las competencias relacionadas a la expresión oral y escrita, y a la argumentación se evalúan a través de las evaluaciones parciales, la Evaluación Teórica Integradora (en la que se utiliza el instrumento de evaluación rúbrica) y las interacciones entre estudiante y docente durante las clases y los horarios de consulta (esto último en menor medida debido a la cantidad de alumnos).

## Condiciones de aprobación

Requisitos para aprobar la materia por promoción:

- 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas;
- Promedio mínimo de 80% en cada mitad del curso de los TTPP y CCTT;
- 2 evaluaciones parciales aprobadas con el 80% (una sola recuperación posible); y
- Evaluación Teórica Integradora aprobada (una recuperación posible).

$$\text{CALIFICACIÓN} = 0,4 \times \text{PP} + 0,1 \times \text{AAS} + 0,5 \times \text{ETI}$$

donde:

- PP: promedio de las notas de las evaluaciones parciales;
- AAS: promedio de las notas de las actividades de seguimiento (TTPP y CCTT); y
- ETI: nota de la Evaluación Teórica Integradora

Requisitos para alcanzar la regularidad:

- 60% de asistencia a las clases teórico/prácticas;
- Promedio mínimo de 60% en cada mitad del curso de los TTPP y CCTT; y
- 1 Evaluación parcial aprobada con el 60% (una sola recuperación posible).

## Actividades prácticas y de laboratorio

No hay actividades laboratorio

Las actividades prácticas se realizan en forma individual.

- TP N° 1: Sistemas de fuerzas concurrentes
- TP N° 2: Sistemas de fuerzas paralelas
- TP N° 3: Sistemas generales de fuerzas
- TP N° 4: Reticulados
- TP N° 5: Cables
- TP N° 6: Vigas de alma llena

- TP N° 7: Pórticos bi- y tridimensionales
- TP N° 8: Fricción

## Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias tecnológicas

#### **CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.**

Resultados de Aprendizaje:

- Domina los principios fundamentales de la estática.
- Compone y descompone fuerzas en el plano y en el espacio.
- Determina el momento de una fuerza con respecto a un punto y con respecto a un eje en forma apropiada.
- Reduce un sistema de fuerzas a un sistema fuerza-par.
- Utiliza diagramas de cuerpo libre en forma efectiva para plantear el equilibrio de cuerpos rígidos.
- Plantea apropiadamente el equilibrio en problemas de estática de cuerpos rígidos.
- Calcula reacciones de apoyos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Determina diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

#### **CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.**

Resultados de Aprendizaje:

- Domina los principios fundamentales de la estática.
- Conoce los modelos físico-matemáticos de tipologías estructurales estudiadas.
- Selecciona correctamente las distintas tipologías estructurales para el análisis de problemas específicos.
- Utiliza en forma apropiada el Método de los Nudos para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma apropiada el Método de Ritter para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Determina diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.

- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

## Competencias sociales, políticas y actitudinales

### **CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.**

Resultados de Aprendizaje:

- Realiza apropiadamente los Trabajos Prácticos.
- Expresa los resultados de las distintas evaluaciones en un lenguaje técnico pertinente.
- Grafica diagramas de cuerpo libre y diagrama de esfuerzos internos en forma correcta.
- Explica apropiadamente los conceptos teóricos abordados en la materia.
- Resume apropiadamente las principales conclusiones de cada Trabajo Práctico.
- Utiliza gráficos, desarrollos matemáticos y aspectos conceptuales en forma efectiva para la explicación de los distintos conceptos desarrollados en la asignatura.
- Desarrolla respuestas precisas y concisas a los cuestionamientos teóricos solicitados.
- Documenta en forma pertinente las determinaciones realizadas en las distintas resoluciones abordadas en la asignatura.

## Competencias Específicas

### **Competencias Específicas para la carrera de Ing. Aeroespacial:**

- CE1B: Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

### **Competencias Específicas para la carrera de Ing. Mecánica:**

- CE1.15: Determinar las condiciones de equilibrio de cuerpos rígidos y de estructuras formadas por vinculación de cuerpos rígidos (sistemas hipostáticos, isostáticos, hiperestáticos o impropriamente apoyados), en el plano y en el espacio.
- CE1.16: Determinar los esfuerzos internos en estructuras isostáticas incluyendo reticulados planos, vigas de alma llena, pórticos planos y pórticos tridimensionales.

### **Competencias Específicas para la carrera de Ing. Electromecánica:**

- CE1.1.18: Determinar las condiciones de equilibrio de cuerpos rígidos y de estructuras formadas por vinculación de cuerpos rígidos (sistemas hipostáticos, isostáticos, hiperestáticos o impropriamente apoyados), en el plano y en el espacio.
- CE1.1.19: Determinar los esfuerzos internos en estructuras isostáticas incluyendo reticulados planos, vigas de alma llena, pórticos planos y pórticos tridimensionales.

### **Resultados de Aprendizaje para las Competencias Específicas**

- Domina los principios fundamentales de la estática.
- Conoce los modelos físico-matemáticos de tipologías estructurales estudiadas.
- Selecciona correctamente las distintas tipologías estructurales para el análisis de problemas específicos.
- Utiliza en forma apropiada el Método de los Nudos para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma apropiada el Método de Ritter para la resolución de problemas de reticulados.
- Utiliza en forma efectiva los diagramas de cuerpo libre para el trazado de esfuerzos internos en las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Determina diagramas de esfuerzos internos en forma apropiada para las distintas tipologías estructurales analizadas.
- Calcula estructuras de cables bajo diferentes tipos de cargas en forma apropiada.
- Analiza los resultados obtenidos en función de los conceptos fundamentales que deben cumplirse.

### **Bibliografía**

- F. P. BEER, E. R. JOHNSTON JR., D. F. MAZUREK y E. R. EISENBERG, "Mecánica Vectorial para Ingenieros - Estática" 9na Ed. (español), McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., Méjico, 2010.

- R. C. HIBBELER, "Ingeniería mecánica. Estática", 14ta Ed. (español), Pearson Educación, Méjico, 2016.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA ESTRUCTURAS ISOSTATICAS

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 10 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:11:36 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:11:42 -03'00'



Asignatura: **Higiene y Seguridad**

Código:	RTF	5
Semestre: 9no (Mecánica; Electromecánica) 10mo (Aeroespacial, Biomédica, Computación, Electrónica)	Carga Horaria	72
Bloque: Ciencias y Tecnologías Complementarias.	Horas de Práctica	12 (Mecánica, Electromecánica Aeroespacial, Computación, Electrónica). 18 (Biomédica)

Departamento: Producción, Gestión y Medio Ambiente

Correlativas:

- Organización Industrial y Empresarial (Mecánica-Electromecánica-Aeroespacial)
- Radiaciones Ionizantes en Medicina (Biomédica)
- Ingeniería hospitalaria (Biomédica)
- Instalaciones eléctricas (Electrónica)

Contenido Sintético:

- Consideraciones generales de la prevención de riesgos. Aspectos legales y éticos.
- Gestión de la prevención. Modelación de situaciones riesgosas.
- Riesgos en máquinas, equipos e instalaciones.
- Riesgo de incendio y gestión de la emergencia.
- Riesgos del ambiente laboral.
- Gestión ambiental

Competencias Genéricas:

- CG1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 6: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG 8: Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y

compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

Competencias Específicas de la carrera de Ingeniería Aeroespacial:

**CE 4A:** Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

Competencias Específicas de la carrera de Ingeniería Biomédica:

**CE 13:** Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el ámbito de la ingeniería biomédica, incluidas la higiene, la seguridad hospitalaria y el manejo de residuos.

Competencias Específicas de la carrera de Ingeniería en Computación:

**CE 9:** Proyecto y dirección de lo referido a la higiene y seguridad de Sistemas de Procesamiento de Señales, Sistemas Embebidos, Sistemas Computarizados de automatización y control, Sistemas Conjuntos de Hardware y Software

Competencias Específicas de las carreras de Ingeniería Electromecánica

**CE 4.1.1** Interpretar las normativas y reglamentaciones relacionadas a la seguridad e higiene industrial, en relación a riesgos laborales.

**CE 4.1.2** Aplicar las normativas y reglamentaciones relacionadas a la seguridad, higiene industrial y el medio ambiente, en el proyecto y ejecución de obras de ingeniería.

Competencias Específicas de las carreras de Ingeniería Mecánica:

**CE 4.1** Interpretar las normativas y reglamentaciones relacionadas a la seguridad e higiene industrial, en relación a riesgos laborales.

**CE 4.2** Aplicar las normativas y reglamentaciones relacionadas a la seguridad, higiene industrial y el medio ambiente, en el proyecto y ejecución de obras de ingeniería.

Competencias Específicas de la carrera de Ingeniería Electrónica:

**CE 4.1** Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en la actividad profesional de acuerdo a la normativa vigente.

## Presentación

La salud y seguridad ocupacional es un aspecto clave en las organizaciones. Sin embargo, aun cuando existen requisitos legales y aspectos normativos referidos a la prevención de riesgos, lograr y mantener lugares de trabajo seguros y confortables es algo complejo y difícil. Una de las causas fundamentales de este fenómeno es que no hay clara conciencia de que estos objetivos son derechos humanos, no meros aspectos formales. Los/las ingenieros/as, siguiendo los principios establecidos en el estatuto de la UNC y con base en sus competencias, deben tener como fin común al ser humano, principio que justifica socialmente a la Universidad. Por ello, esta asignatura busca promover la actuación del universitario en el seno del pueblo al que pertenece y desarrollar su sensibilidad para evidenciar y solucionar los problemas de su época, en este caso, desde una óptica de prevención de riesgos.

Los/las egresados/as de las carreras de ingeniería deben comprometerse con la seguridad y el bienestar de las personas durante el desarrollo de sus funciones. La materia toma como base el valor fundamental de la vida y busca activar los conocimientos aprendidos de la ingeniería para proteger la salud y la integridad física y mental del trabajador.

La asignatura, se concibe como un proceso que se inicia cuando el/la estudiante toma contacto con situaciones riesgosas reales. Es allí donde él / ella debe tomar conciencia de que puede hacer algo al respecto movilizandolos conocimientos adquiridos y proponer acciones de modo concreto y efectivo sobre las condiciones y el medio ambiente de trabajo para que se cumplan los requisitos legales y normativos. Al terminar el cursado, esta experiencia debería provocar en el/la estudiante satisfacción de logro por haber contribuido a mejorar las condiciones y el ambiente donde trabajan las personas.

## Contenidos

1.Consideraciones generales de la prevención de riesgos. Aspectos legales y éticos.

Conceptos de accidentes y enfermedad profesional. Factores que intervienen en la siniestralidad laboral. Condiciones y medio ambiente de trabajo (CyMAT). La siniestralidad nacional, indicadores y estadísticas. Legislación en prevención de riesgos laborales.

2.Gestión de la prevención. Modelación de situaciones riesgosas

Sistemas socio técnicos. Complejidad e incertidumbre. Teorías sobre las causas de los siniestros. Error humano. Modelación de sistemas y estructuración de problemas de prevención de riesgos. Métodos para la evaluación de riesgos. Análisis de siniestros: Árbol de Causas.

### 3. Riesgos en máquinas, equipos e instalaciones.

Riesgo mecánico. Confiabilidad de equipos y sistemas. Ciclo de vida de una máquina. Funciones y seguridad de máquina. Seguridad funcional. Modos de contacto. Prevención intrínseca. Resguardos. Dispositivos de seguridad.

Riesgo eléctrico. Características del riesgo eléctrico. Efectos directos e indirectos de fallas eléctricas. Contactos directos e indirectos. Factores que intervienen. Efectos en el cuerpo humano. Medidas de protección contra contactos eléctricos directos e indirectos. Trabajos sin tensión en instalaciones en BT. Las cinco reglas de oro. Trabajos con tensión.

### 4. Riesgo de incendio. Gestión de la emergencia

Física y química del fuego. Carga de fuego. Sistemas pasivos de protección contra incendios. Características y dimensionamiento de la ocupación y las vías de evacuación. Sistemas de detección de incendios. Sistemas de extinción de incendios portátiles y fijos. Definición de emergencia y plan de autoprotección.

### 5. Riesgos del ambiente laboral

Contaminación química del ambiente laboral. Agentes contaminantes. Concentraciones utilizadas en la higiene laboral. Vías de ingreso al organismo. Efectos de los contaminantes. Exposición: relación dosis-efecto y dosis-respuesta. Aspectos legales: CMP-CPT/C. Etiquetado de SSQQ. Sistema globalmente armonizado.

Ambiente térmico. Termorregulación del cuerpo humano. Magnitudes del ambiente térmico. Índice TGBH. Ecuación de equilibrio térmico. Control generales y específicos. Confort térmico.

Nociones de ergonomía. Factores que intervienen en el desempeño. Trabajo muscular estático y dinámico. Trastornos musculoesqueléticos. Factores posturales. Técnica de Manipulación de cargas. Carga postural. Trabajo repetitivo. Protocolo de Ergonomía (Res. SRT 886/2015).

Elementos de protección personal.

### 6. Gestión ambiental

Legislación Ambiental en Argentina. Leyes de presupuestos mínimos del ambiente. Ley de Residuos peligrosos. Residuos peligrosos, identificación y manejo. Riesgo Ambiental. Conceptos generales de impacto ambiental. Huella de carbono. Tipología de los impactos y de las evaluaciones. Planes y programas de gestión ambiental. Aplicaciones en proyectos de ingeniería. Cálculos de Nivel de complejidad ambiental.

## Metodología de enseñanza

La asignatura se desarrolla sobre casos reales aportados por los alumnos, ya que todos están en los últimos años de la carrera y pronto van a ingresar al mundo profesional. Como estrategia utiliza el aprendizaje basado en problemas concretos, poniendo al/la estudiante en contacto con la realidad laboral. Siguiendo un desarrollo gradual, el/ ella parte de la observación y entendimiento de los procesos o proyectos de organizaciones o empresas, luego identifica, analiza, compara y evalúa los riesgos respecto a las condiciones exigidas por la legislación y las normas vigentes y con ello propone soluciones para minimizar el impacto de las anomalías encontradas. Para ello se trabaja en dos dimensiones: una individual y otra colectiva. En la primera, aprende conceptos relacionados con riesgos, tanto técnicos como legales y los aborda aplicando los conocimientos y herramientas de la ingeniería que adquirió a lo largo de la carrera. Así analiza, por un lado, situaciones riesgosas que se le presentan en las actividades prácticas y por otro resuelve problemas técnicos específicos de cada tipo de riesgo.

En la dimensión colectiva aprende a compartir sus puntos de vista y soluciones tanto técnicas como administrativas con compañeros y presenta un trabajo consensuado para mitigar los riesgos encontrados. Para ello deben constituir grupos de trabajo y procesar en conjunto trabajos prácticos sobre aspectos específicos de la gestión de riesgos en las empresas. Deben además elegir una organización de producción de bienes o servicios que les permita realizar estudios sobre la prevención de riesgos en sus procesos. El equipo prepara un informe y expone la experiencia y los hallazgos de este trabajo en empresa en clase.

Esta modalidad de construcción se complementa con intervención docente que, respetando el proceso y la pertinencia de la situación, guía e incentiva la búsqueda y selección de la información necesaria para resolver un problema o expone algunos contenidos que son necesarios para el desarrollo de las actividades planteadas. En este proceso, las competencias específicas y sus resultados de aprendizaje están comprendidos y desarrollados en base a las competencias genéricas y sus resultados de aprendizaje.

## Evaluación

Como ya se indicó precedentemente, el aprendizaje se sostiene sobre dos dimensiones: una individual desarrollada por cada estudiante y otra que contempla su participación en actividades grupales. Por ello, la evaluación considera ambos aspectos.

## 1. Dimensión individual:

Para la primera dimensión se prevé el desarrollo de dos actividades individuales AI:

1.a. En la primera actividad individual AI1 el/la estudiante debe abordar un caso presentado en clase a través de una imagen o video aplicando la dinámica planteada en la metodología, es decir tiene que describir la situación problemática, establecer el modelo de riesgo considerando sus componentes, identificar las anomalías que se presentan en las tres dimensiones de análisis de riesgo (instrumental, procedimental y actitudinal) comparándolas con los requisitos legales y proponer acciones (en las tres dimensiones) para reducir o minimizar las condiciones que predisponen a un accidente o enfermedad profesional. Las alternativas propuestas deben estar basadas en valores, los que deben estar expresados de modo explícito. En esta instancia se evalúan las CG1, CG3 y CG8, por ello para la calificación de la AI1 se aplican las rúbricas A, B y D. Se tiene así los resultados RA1, RB1 y RD1. La actividad se aprueba con 4 puntos

$$AI1 = 0,40 \times RA1 + 0,5 \times RB1 + 0,10 \times RD1$$

1.b. La segunda actividad individual AI2 se basa en la resolución de ejercicios sobre riesgos del ambiente laboral. Se evalúa la aplicación de conceptos y procedimientos específicos para resolver aspectos técnicos. La calificación de la AI2 surge del resultado de la ejecución de los problemas concretos en una escala convencional del 1 al 10 y se aprueba con 4 puntos.

## 2. Dimensión grupal:

Para esta dimensión se plantea la evaluación de actividades prácticas desarrolladas en grupo:

2.a Actividades prácticas de grupo, APG: se proponen una serie de consignas sobre situaciones reales o ficticias que incentiven el debate y la puesta en común entre sus integrantes. Además de los aspectos formales, el grupo debe tener en cuenta los valores y la implicancia que los siniestros tienen en la vida y salud de las personas. Se debe analizar también en grupo la legislación vigente en materia de prevención de riesgos. Se evalúa esta actividad aplicando las rúbricas A, B, C y D y el resultado se compone de la siguiente manera y se aprueba con 4 puntos

$$APG = \sum (0,15 \times RAGi + 0,35 \times RBGi + 0,4 \times RCGi + 0,1 \times RDGi)$$

2.b. Actividad práctica grupal integradora APGI que se realiza en grupo sobre un caso real aportado por los estudiantes (organización elegida). Este trabajo debe ser expuesto en clase y los demás estudiantes, que escuchan la presentación,

pueden plantear críticas y observaciones las que podrán ser tenidas en cuenta por los docentes para la calificación. Para la calificación del APGI se consideran las 4 rúbricas RA, RB, Rc y RD y se aprueba con 4 puntos

$$APGI = 0,35 \times R_{AGI} + 0,35 \times R_{BGI} + 0,2 \times R_{CGI} + 0,1 \times R_{DGI}$$

2.c Actividades prácticas de laboratorio APL que se realizan en grupo sobre aspectos técnicos del ambiente laboral que deben trabajar y presentar en clase. Para la calificación del APL se consideran las 4 rúbricas RA, RB, Rc y RD

$$APL = \sum(0,15 \times R_{ALi} + 0,35 \times R_{BLi} + 0,4 \times R_{CLi} + 0,1 \times R_{DLi})$$

La calificación final se compone de la siguiente manera:

$$CF = 0,6 \times (AP1 + AP2) + 0,4 \times (APG + APGI + APL)$$

## Condiciones de aprobación

### **Condición para promocionar:**

Tener el 80% de la asistencia  
Aprobar las dos actividades individuales.  
Aprobar todas las actividades prácticas grupales

### **Condición para regularizar:**

Tener el 80% de la asistencia  
Aprobar una sola actividad individual.  
Aprobar todas las actividades prácticas grupales

Condición de alumno libre se da con cualquiera de las siguientes condiciones:

Tener menos del 80% de la asistencia, o  
No aprobar ninguna actividad práctica individual, o  
No aprobar todas las actividades prácticas grupales.  
Solo se puede recuperar una sola API, APG, APL y APGI

## Actividades prácticas y de laboratorio

### **Actividades prácticas de grupo APG:**

**APG1:** Consideraciones Generales de la Salud y Seguridad Ocupacional. Aquí se pretende que los integrantes del grupo, puedan debatir consideraciones básicas de la seguridad y su relación en el relevamiento efectuado sobre la base de la organización o empresa elegida por ellos.

**APG2:** Identificación de peligros y evaluación de riesgos. En la empresa u organización elegida, los/las estudiantes deben elegir un proceso que consideren con riesgos significativos y definir un volumen de control, donde sobre la base del relevamiento efectuado, deben identificar las condiciones materiales, los modos

de operar, los procedimientos (prescriptos o tácitos) y actos inseguros. Deben aplicar herramientas de evaluación primaria de los riesgos y determinar propuestas de adecuación iniciales. De idéntica manera, los estudiantes deben desarrollar estas consignas sobre condiciones relevadas fuera del ámbito laboral generando el debate del grupo.

**APG3:** Aspectos Normativos y Legales de la Seguridad e Higiene. Desarrollo de un Programa de Seguridad. Cada grupo debe explorar las actividades u operaciones desarrolladas en la organización, cuyo encuadramiento legal pudiera aplicar la confección de un Programa de Seguridad (PS). Si la situación no aplicara para desarrollar un PS de acuerdo a lo que establece la legislación, el grupo deberá presentar, un Plan de Prevención de Riesgos (PPR) con idéntico alcance y características que un PS.

**APG4:** Investigación de Accidentes. Aplicando la herramienta definida como Árbol de Causas (AC) cada grupo debe indagar sobre el historial de accidentes de la organización objeto de estudio y, sobre un siniestro elegido, analizar las causas que lo provocaron aplicando el AC.

### **Actividad práctica grupal integradora APGI**

**APGI:** En esta actividad los/las estudiantes, deben integrar lo aprendido en los trabajos desarrollados en las APG anteriores y proponer acciones concretas de ingeniería en las tres dimensiones (técnica, procedimental y comportamental) para la eliminación y/o mitigación de los riesgos relevados. En esta instancia el grupo debe preparar un informe monográfico y exponer la APGI frente al aula.

### **Actividades prácticas de laboratorio APL**

Cada grupo trabaja sobre un problema tomado de una empresa ficticia con situaciones productivas reales, donde existan riesgos a los que están expuestos los trabajadores:

**APL1.** Aplicación de herramientas y técnicas de identificación de peligros y evaluación de riesgos. **APL2.** Elección y asignación de elementos de protección personal (EPP) como medidas de mitigación y control.

**APL 5.** Cálculo de sistemas de protección contra incendios.

**APL6.** Determinación de la contaminación química del ambiente laboral.

**APL7.** Etiquetado y gestión de sustancias químicas. Sistema Globalmente Armonizado.



**APL8.** Evaluación del nivel de complejidad ambiental de un establecimiento y la huella de carbono de los procesos y los productos resultantes.

Los resultados, hallazgos, propuestas y conclusiones de todas las actividades prácticas APG, APL y la APGI deben ser registradas en una carpeta digital.

## Competencias y resultados de aprendizaje

**CG 1:** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

El/la estudiante:

- Examina una organización con el fin de conocer procesos que allí se desarrollan y sus características.
- Define los límites del sistema de estudio de riesgos dentro de la organización.
- Reconoce la existencia de condiciones reales o potenciales que pueden ser riesgosas en las operaciones realizadas o previstas.
- Establece las relaciones entre los factores que conforman las condiciones del medio ambiente laboral.
- Explica la dinámica de las relaciones de los factores.

**CG 4:** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

El/la estudiante:

- Conoce la legislación y las normas técnicas referidas a la higiene y seguridad.
- Compara las anomalías con los requisitos legales y normativos.
- Reconoce las consecuencias que esos riesgos pueden provocar.
- Determina niveles de criticidad de los riesgos.
- Propone mejoras tanto técnicas, procedimentales y actitudinales a implementar según los tipos de anomalías evaluadas.

**CG 6:** Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

El/la estudiante:

- Comprende la dinámica del debate, participa y adopta actitudes que integren distintas opiniones, perspectivas y puntos de vista.
- Analiza las diferentes perspectivas y propone alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo. Adopta una postura integradora a fin de alcanzar consensos.

**CG 8:** Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

El/la estudiante:

- Comprende el compromiso ético que le cabe como egresado/a de la UNC
- Plantea los valores que debe defender durante su desempeño profesional.

Rúbricas de evaluación con base en las CG :

De acuerdo a estas competencias desagregadas se plantean 4 rúbricas para aplicar en las distintas instancias de evaluación. Cada competencia desagregada (cd) dentro de cada CG, tiene un peso y a su vez esta es valorada en 4 niveles (10, 7, 4, 0). La puntuación que surge de cada rúbrica se obtiene por agregación lineal del nivel alcanzado por cada cd y su correspondiente peso.

RUBRICA A		Niveles				
Competencia CG 1 desagregada	Peso	10	7	4	0	
CG1	Examina una organización con el fin de conocer procesos que allí se desarrollan y sus características	0,1	Recoge información completa de los procesos de una organización y los describe de modo claro y ordenado	Recoge información completa de los procesos de una organización pero los describe de modo poco claro y ordenado	Recoge información parcial de los procesos de una organización pero los describe de modo confuso	Recoge información irrelevante o inconsistente de los procesos de una organización y los describe de modo confuso
	Define los límites del sistema de estudio de riesgos dentro de la organización.	0,1	Define con claridad todos los límites del sistema de estudio de riesgos dentro de la organización.	Define con claridad los límites mas evidentes del sistema de estudio de riesgos dentro de la organización.	Define algunos límites del sistema de modo poco claro de estudio de riesgos dentro de la organización.	No define los límites del sistema de estudio de riesgos dentro de la organización.
	Reconoce la existencia de condiciones reales o potenciales que pueden ser riesgosas en las operaciones realizadas o previstas	0,3	Reconoce la existencia de todas las condiciones reales o potenciales que son riesgosas en las operaciones realizadas o previstas.	Reconoce la existencia de las condiciones reales o potenciales mas evidentes que son ser riesgosas en las operaciones realizadas o previstas.	Reconoce la existencia de solo algunas condiciones reales que son riesgosas en las operaciones realizadas o previstas.	No reconoce la existencia de condiciones riesgosas en las operaciones realizadas o previstas.
	Establece las relaciones entre los factores que conforman las condiciones del medio ambiente laboral.	0,3	Establece con precisión las relaciones entre los factores que conforman las CyMAT	Establece parcialmente las relaciones entre los factores que conforman las CyMAT	Establece de modo confuso las relaciones entre los factores que conforman las CyMAT	No establece las relaciones entre los factores que conforman las CyMAT
	Explica la dinámica de las relaciones de los factores	0,2	Explica con claridad la dinámica de las relaciones de los factores	Explica parcialmente la dinámica de las relaciones de los factores	Explica con dificultad la dinámica de las relaciones de los factores	No explica la dinámica de las relaciones de los factores.

RUBRICA B		Niveles				
Competencia CG 3 desagregada	Peso	10	7	4	0	
CG3	Conoce la legislación y las normas técnicas referidas a la higiene y seguridad.	0,2	Conoce la legislación y la normativa técnica aplicable sobre HyS. Cita con precisión arts. de leyes, decretos o recomendaciones técnicas o internacionales aplicables al caso	Conoce parcialmente la legislación y la normativa aplicable sobre HyS. Cita en general o sin precisión arts. de leyes, decretos o aspectos técnicos aplicables al caso	Conoce algunos aspectos de la legislación y la normativa aplicable sobre HyS. No cita de modo pertinente legislación ni aspectos técnicos normativos aplicables al caso.	No conoce la legislación y la normativa aplicable sobre HyS. No hace referencia a legislación ni aspectos técnicos normativos en gral.
	Compara las anomalías con los requisitos legales y normativos.	0,15	Reconoce las desviaciones entre los requisitos legales específicos, generales y normativos y todos los riesgos detectados	Reconoce las desviaciones entre los requisitos legales específicos, generales y normativos y los riesgos detectados mas evidentes	Reconoce las desviaciones entre los requisitos legales específicos, generales y normativos y algunos riesgos detectados	No reconoce las desviaciones entre los requisitos legales específicos, generales y normativos y algunos riesgos detectados
	Reconoce las consecuencias que esos riesgos pueden provocar.	0,2	Reconoce todas las consecuencias que los desvíos pueden provocar	Reconoce solo las consecuencias mas desfavorables que los desvíos pueden provocar	Reconoce solo las consecuencias que algunos desvíos pueden provocar	Reconoce solo algunas consecuencias que algunos desvíos pueden provocar
	Determina niveles de criticidad de los riesgos.	0,15	Determina los niveles de criticidad define correctamente los riesgos, los factores intervinientes y las consecuencias. Fundamenta la evaluación.	Determina los niveles de criticidad, define de modo incompleto los riesgos, no considera bien los factores intervinientes y plantea las consecuencias con criterio no conservador.	Determina los niveles de criticidad define vagamente los riesgos, no considera todos los factores intervinientes y plantea las consecuencias superficialmente	Determina los niveles de criticidad define erróneamente los riesgos, y pobremente los factores intervinientes y las consecuencias
	Propone de mejoras tanto técnicas, procedimientos tales y actitudinales a implementar según los tipos de anomalías evaluadas.	0,3	Propone mejoras técnicas factibles, de procedimiento claras, completas y aplicables y de comportamiento adaptables a la realidad de la organización	Propone mejoras técnicas poco factibles, y/o de procedimiento poco claras y/o de comportamiento de difícil adaptación a la realidad de la organización.	Propone mejoras técnicas de difícil ejecución, y/o de procedimiento inconsistentes y/o de comportamiento ajenas a la organización	No propone mejoras técnicas, o de procedimiento o de comportamiento

RUBRICA C		Niveles				
Competencia CG 6 desagregada	Peso	10	7	4	0	
CG6	Comprende la dinámica del debate, participa y adopta actitudes que integren distintas opiniones, perspectivas y puntos de vista.	0,5	Participa activamente en debates y tiene actitudes para integrar distintas posturas valorando los aportes de otros.	Participa en debates pero tiene puntos de vista cerrados que le impiden integrar distintas posturas.	Participa poco en debates y no tiene actitudes para integrar distintas posturas.	No participa en debates ni tiene actitudes para integrar distintas posturas. Tiene actitud pasiva.
	Analiza las diferentes perspectivas y propone alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo.	0,5	Analiza todos los puntos de vista y promueve plantear en alternativas concretas el acuerdo alcanzado por el grupo.	Analiza los puntos de vista más relevantes pero no logra plantear en alternativas concretas el acuerdo alcanzado por el grupo.	Analiza otros puntos de vista y no intenta plantear alternativas consensuadas en el grupo.	Tiene una actitud crítica o reactiva a los puntos de vista planteados por el grupo.

RUBRICA D		Niveles				
Competencia CG 8 desagregada	Peso	10	7	4	0	
CG8	Comprende el compromiso ético que le cabe como egresado/a de la UNC	0,4	Considera de suma importancia desempeñarse éticamente como egresado/a de la UNC en temas de HyS	Reconoce la importancia de desempeñarse éticamente como egresado de la UNC en temas de HyS	Reconoce la conveniencia de desempeñarse éticamente como egresado de la UNC en temas de HyS	No considera de importancia desempeñarse éticamente como egresado/a de la UNC en temas de HyS
	Plantea los valores que debe defender durante su desempeño profesional	0,6	Plantea alternativas de solución basadas en valores que respetan la seguridad y la salud de las personas y el cuidado del ambiente.	Sugiere considerar valores que respetan la seguridad y la salud de las personas y el cuidado del ambiente.	Menciona valores que respetan la seguridad y la salud de las personas y el cuidado del ambiente.	No plantea ni considera valores que respetan la seguridad y salud de las personas ni el cuidado del ambiente.

## Bibliografía

### Libros disponibles en biblioteca CU

ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA Norma AEA 90364 (2006) *Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en inmuebles. Parte 4, Protecciones para preservar la seguridad.*

ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA Norma AEA 91140 (2021) *Protección contra los choques eléctricos: aspectos comunes a las instalaciones y a los componentes, materiales y equipos.* Asociación Electrotécnica Argentina ISBN: 9789871975624

AMALBERTI, R. (2009) *La acción humana en los sistemas de alto riesgo.* Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493665548

CORTÉS DÍAZ, J. M. (2012) *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene en el trabajo.* Ed. Tébar. Madrid ISBN: 9788473604796

BARAZA SÁNCHEZ, X; CASTEJÓN VILELLA, E & GUARDINO SOLÀ, X. (2014) *Higiene industrial.* Ed. UOC. ISBN: 9788490642061

COTE, A. [editor] (2001) *Manual de protección contra incendios (NFPA).* Ed. Mapfre. ISBN: 8471006456

CREUS, A. & MANGOSIO, J. (2012) *Seguridad e Higiene en el Trabajo - Un Enfoque Integral*. Ed. Alfaomega. ISBN: 9789871609192

DAVIS, M. & MASTEN, S. (2005) *Ingeniería y ciencias ambientales*. Ed. Mc Graw Hill. ISBN: 9701049780

DE LA POZA, J. M. (1996). *Seguridad e higiene profesional: con las normas comunitarias europeas y norteamericanas*. 2º ed., Ed. Paraninfo, Madrid. ISBN: 8428317550

FALZON, P. (2009) *Manual de ergonomía*. Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493665562

GONZÁLEZ MUÑIZ, R. (2003) *Prevención de riesgos laborales. Manual básico*. Ed. Thompson Paraninfo. ISBN: 8497322274

GRIMALDI, J. V. & SIMONDS, R. (1991) *Seguridad industrial: su administración*. 2º ed. en español, Ed. Alfaomega, México. ISBN: 9686223231

GUERRERO FERNÁNDEZ, A. & PORRAS CRIADO, A. (1999) *Seguridad en las instalaciones eléctricas*. Ed. Mc Graw Hill. ISBN: 8448109733

HAWLEY, C. (2006) *Incidentes con materiales peligrosos*. 2ª ed. Ed. Thompson. ISBN: 148111568

HERNANDEZ ZÚÑIGA, A.; MALFAVÓN RAMOS, N & FERNÁNDEZ LUNA, G. (2007) *Seguridad e higiene industrial*. Ed. Limusa. ISBN: 9789681855360

HOLLNAGEL, E. (2009) *Barreras y prevención de accidentes*. Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493711702

JANANIA, C. (2007) *Manual de seguridad e higiene en el trabajo*. Ed. Limusa. ISBN: 9789681830557

KIELY, G. (1999) *Ingeniería Ambiental*. Ed. Mc Graw Hill. ISBN: 8448120396

MONDELO, P.; GREGORI, E.; BARRAU, P. et al. (2011) *Ergonomía 2 - Confort y estrés térmico - 3ª ed.* Ed. Alfaomega ISBN: 9701502965

MONDELO, P.; GREGORI, E. & BARRAU, P. (2001) *Ergonomía 3 - Diseño de puestos de trabajo - 3ª ed.* Ed. Alfaomega ISBN: 9701502981

RAMÍREZ CAVASSA, C. (2009) *Seguridad industrial: un enfoque integral*. 3 ed. Ed. Limusa, México, ISBN: 9789681869243

REASON, J. (2009) *El error humano*. Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493665524

REASON, J. (2010) *La gestión de los grandes riesgos* Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493711764

PERROW, C. (2009) *Accidentes normales* Ed. Modus Laborandi. ISBN: 9788493665586

RODELLAR LISA, A. (1988) *Seguridad e higiene en el trabajo*. Ed. Marcombo, Barcelona. ISBN: 8426707114

ROSE, V. & COHRSEN, B [editores] (2011) *PATY's Industrial Hygiene 6ª Ed. – 4 tomos* Ed. Wiley ISBN: 9780470074886

RUBIO ROMERO, J. C. (2004) *Métodos de evaluación de riesgos laborales*. Ed. Díaz de los Santos. ISBN: 8479786337

STORCH DE GRACIA, J. M. (2008) *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas*. Ed. Díaz de los Santos. ISBN: 9788479788643

VAQUERO PUERTA, J. L. & CEÑA CALLEJO, R., (1999) *Prevención de riesgos laborales: seguridad: higiene y ergonomía*. Ed. Pirámide, Madrid. ISBN: 8436813774

### Publicaciones y bibliografía digital recomendadas de acceso libre en Internet

ABE, S., OZAWA, M., KAWATA Y. (2018) [eds.] *Science of Societal Safety*. Ed. Springer. ISBN 978-981-13-2775-9 <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2775-9>

AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO  
*Herramientas y recursos*. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/tools-and-resources>

ALBIANO, N. y LEPORI, E. (2015) *Toxicología laboral*, Superintendencia de Riesgos del Trabajo - SRT. Disponible en [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/toxicologia\\_laboral\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/toxicologia_laboral_0.pdf)

BERLIN, C. & ADAMS, C., (2017) *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance* Ed. Ubiquity Press. ISBN (PDF): 978-1-911529-13-2. Disponible en: <https://doi.org/10.5334/bbe>

BOTTA, N. (2018) *Los Accidentes Trabajo. 2a*. Libro digital. ISBN 978-987-4035-04-2. Disponible en: [https://www.redproteger.com.ar/serie\\_accidentes.htm?\\_ga=2.107302658.122058324.1622390842-1869570091.1602193446](https://www.redproteger.com.ar/serie_accidentes.htm?_ga=2.107302658.122058324.1622390842-1869570091.1602193446)

BOTTA, N. (2019) *Los Peligros. Un Camino Hacia Los Accidentes. 2a*. Libro digital. ISBN 978-987-4035-12-7. Disponible en: [https://www.redproteger.com.ar/serie\\_accidentes.htm?\\_ga=2.107302658.122058324.1622390842-1869570091.1602193446](https://www.redproteger.com.ar/serie_accidentes.htm?_ga=2.107302658.122058324.1622390842-1869570091.1602193446)

CAGGIANO, A., GRANTC, R., PENG D, C., LID, Z., SIMEONE, A. (2022) Manufacturing Process Impacts on Occupational Health: a Machine Learning Framework. *15th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, CIRP ICME '21* Disponible en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

CAMARGO ACUÑA, G., GUZMÁN CASTILLO, S., PAYARES JIMÉNEZ, K., GARIZABALO DAVILA, C., SUKIER, H., GÓMEZ CHARRIS, Y. (2022) Occupational safety and health management systems as a component of labor productivity. *Procedia Computer Science*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.098>

CARRO SUÁREZ, J., SARMIENTO-PAREDES S., ROSANO ORTEGA, G., (2017) La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial. *Estudios Gerenciales* 33 pp 352–365 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.006>

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN, *Información legislativa INFOLEG*, (Ministerio de Economía y Producción, República Argentina). Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/>

COUTO, J., TENDER, M. (2020) Análisis de los accidentes laborales y enfermedades ocupacionales en tunelización como soporte para la gestión de riesgos. *Revista Ingeniería de Construcción*. Vol. 25. N°2. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000200182>

DECRETO 351/1979 *Higiene y Seguridad en el Trabajo* Ley n° 19.587 – Reglamentación. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 22-may-1979 Número: 24170. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=774684D1BA3D28AB3703BCC200D917DC?id=32030>

DECRETO 831/1993 *Residuos Peligrosos. Reglamentación Ley 24951*. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 03-may-1993. Número: 27630. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=12830>

DECRETO 911/1996 *Higiene Y Seguridad en el Trabajo. Reglamento para la industria de la construcción*. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 14-ago-1996. Número: 28475. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=38568>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- EPA. *Environment topics*. Disponible en: <https://www.epa.gov/environmental-topics>

GILBERT, C., JOURNE, B., LAROCHE, H., BIEDER, C., (2018) *Safety Cultures, Safety Models*. Springer Open. ISBN 978-3-319-95128-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95129-4>

GONZÁLEZ, A., BONILLA, J., QUINTERO, REYEZ, C., CHAVARRO, A. (2016) Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*. Vol. 16. N°. Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100001>

FASANYA, B. (2020) *Safety and Health for Workers - Theory and Applications*. Ed. IntechOpen. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92196>

FOSTER, J. & BARNETSON, B. (2016) *Health and Safety in Canadian Workplaces* Ed. AU PRESS ISBN 978-1-77199-184-1. Disponible en: <https://doi.org/10.15215/aupress/9781771991834.01>

HAUGEN, S., ANNE BARROS, A., VAN GULIJK, C., KONGSVIK, T., VINNEM, J.E. [eds] (2018) *Safety and Reliability. Safe Societies in a Changing World* Ed. Taylor & Francis Group. ISBN: 978-1-351-17466-4 (eBook)  
Disponible en: <https://doi.org/10.1201/9781351174664>

HASSEL, H., CEDERGREN, A. (2021) A framework for evaluating societal safety interventions. *Safety Science* Volume 142, October 2021, 105393  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105393>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. – IPCC (2018)  
Calentamiento global de 1,5 °C. Resumen para responsables de políticas, *Resumen técnico y Preguntas frecuentes*. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC (OMS).  
Monografías de la IARC sobre la identificación de riesgos cancerígenos para los seres humanos. Disponible en: <https://monographs.iarc.who.int/>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO – INSST, *Notas Técnicas de Prevención (NTP)*: (Ministerio de Trabajo e Inmigración de España).  
Disponible en: <https://www.insst.es/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion>

INSTITUTO SINDICAL DE TRABAJO AMBIENTE Y SALUD - ISTAS *Documentación*, España. Disponible en <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=1235>

LANDSTAD, B., VINBERG, S., RAHME, A., VIGREN, G., HAGQVIST, E. (2022)  
*Management by values: A qualitative study of how small business owners in the*

cleaning sector view and implement their employer responsibilities with respect to occupational safety and health management. *Safety Science*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105649>

LEY 19587 DR 351/79 *Ley de higiene y seguridad en el trabajo*. Boletín Oficial del 28-abr-1972 Número: 22412 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=17612>

LEY 24051 *Residuos Peligrosos. Régimen Legal*. Boletín Oficial del 17-ene-1992 Número: 27307 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=450>

LEY 24557 *Ley de riesgos del trabajo*. Boletín Oficial del 28-abr-1972 Número: 22412 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=17612>

LEY 25675 *Política Ambiental Nacional. Presupuestos Mínimos para Gestión Sustentable*. Boletín Oficial del 28-nov-2002 Número: 30036 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=79980>

LIU, Y. (2020) Safety barriers: Research advances and new thoughts on theory, engineering and management. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Volume 67, September 2020, 104260 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104260>

MENDIZÁBAL BERMÚDEZ, G., (2015) El acoso laboral y la seguridad social. *Revista Latinoamericana de Derecho Social*. Vol. 21. N°3. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870467015000299>

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH - NIOSH *Publications (en español)* (Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos). Disponible en <http://www.cdc.gov/spanish/niosh/>

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION – OSHA, *Publications (en inglés)*, (Departamento de Trabajo de Estados Unidos). Disponible en <http://www.osha.gov/pls/publications/publication.html>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, Internacional. Disponible en: <https://www.insst.es/tomo-i>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Estadísticas y bases de datos*. Disponible en: <https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang-en/index.htm>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *OIT Library*. Disponible en: <https://www.ilo.org/inform/lang-en/index.htm>



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Un entorno de trabajo seguro y saludable es un principio y un derecho fundamental en el trabajo*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---lab\\_admin/documents/publication/wcms\\_850885.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_850885.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Salud y vida en el trabajo: Un derecho humano fundamental*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_151828.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_151828.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Factores ambientales en el lugar de trabajo*. Disponible en: [http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/2001/101B09\\_193\\_span.pdf](http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/2001/101B09_193_span.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO - OIT, *Entornos seguros y saludables*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---act\\_emp/documents/publication/wcms\\_764111.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_764111.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Fichas Internacionales de seguridad química (MSDS) Internacional*. Disponible en: <https://www.insst.es/fisq>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Seguridad y Salud en el centro del futuro del trabajo*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_687617.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_687617.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *La prevención de las enfermedades profesionales*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_209555.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_209555.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_154389.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154389.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Psychosocial risks and violence at work*. Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/presentation/wcms\\_606678.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/presentation/wcms_606678.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Entornos de trabajo seguros y saludables, libres de violencia y acoso*. Disponible en:

[https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_751837.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_751837.pdf)

ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, *Material de formación sobre evaluación y gestión de riesgos en el lugar de trabajo para PyME.*

Disponible en: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms\\_232852.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_232852.pdf)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD – OMS, *Manual de bioseguridad en el laboratorio 3ªed.* Disponible en:

<https://www.who.int/es/publications/i/item/9241546506>

PATLAN PÉREZ, J. (2013) Efecto del burnout y la sobrecarga en la calidad de vida en el trabajo. *Estudios Gerenciales*. Volumen 29, Número 129, octubre–diciembre 2013, Páginas 445-455. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.11.010>

PFEFFER, A., URBAS L., (2015) Architectures for integrating functional safety into modular process plants. *IFAC-Papers On Line*. Volume 48, Issue 21, 2015, Pages 1321-1326. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.09.708>

PONTELLI, D., ZANAZZI, J.F., LUCZYWO, N., ZANAZZI, J.L., BOAGLIO (2016) Sistema de seguridad y salud ocupacional: enfoque multi metodológico en la implementación. Capítulo del Libro *Multi Metodologías para el análisis y mejora de sistemas sociales y tecnológicos*. Hacia el desarrollo sustentable, ISBN 978-987-3840-45-6. *Repositorio digital UNC*. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11086/21224>

RAJENDRAN, S., GIRIDHAR, S., CHAUDHARI, S., GUPTA, P. (2021) Technological advancements in occupational health and safety. *Measurement: Sensors*.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2021.100045>

RESOLUCIÓN MTSS 295/2003 *Higiene y Seguridad en el Trabajo. Especificaciones Técnicas*. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 21-nov-2003. Número: 30282. Disponible en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=90396>

RESOLUCIÓN SRT 231/1996 *Higiene y Seguridad en el Trabajo. Reglamentación DEC 911/96 Industria de la construcción*. Superintendencia de Riesgos del Trabajo. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 27-nov-1996. Número: 28531.

Disponible en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=D5A444CCF86719371DFFF9D68E562325?id=40554>

RESOLUCIÓN SRT 51/1997 *Riesgos del Trabajo. Obras de Construcción-Medidas*. Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 21-jul-1997. Número: 28691.

Disponible en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=44588>

RESOLUCIÓN SRT 35/1998 *Riesgos del Trabajo. Obras de Construcción-Redacción de Programas*. Superintendencia de Riesgos del Trabajo Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 06-abr-1998. Número: 28872. Disponible en:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=50188>

RESOLUCIÓN SRT 319/1999 *Riesgos del Trabajo. Obras de Construcción. Comitentes o Contratistas*. Superintendencia de Riesgos del Trabajo Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.) Boletín Oficial 15-set-1999. Número: 29230. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=59941>

RODRÍGUEZ, C. (2005), *La salud de los trabajadores: contribuciones para una asignatura pendiente*, OFICINA de la OIT en Argentina – OIT. Disponible en: <http://biblioteca.srt.gob.ar/pergamo/documento.php?ui=1&recno=4857&id=SRT.1.4.857>

SAFETY & HEALTH PRACTITIONER. *Legislación y orientación*. Disponible en: <https://www.shponline.co.uk/?cid=404>

SAN JUAN, C. (2004) *Participación de los Trabajadores en materia de Salud y Seguridad en el Trabajo en Argentina*, Superintendencia de Riesgos del Trabajo - SRT. Disponible en: <http://biblioteca.srt.gob.ar/pergamo/documento.php?ui=1&recno=4357&id=SRT.1.4.357>

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO – SRT, *Sistema Globalmente Armonizado SGA* (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, República Argentina). Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/srt/capacitacion/SGA>

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO – SRT, *Medidas preventivas*. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/medidas-preventivas>

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO – SRT, *Ateneo SRT- Asociación Toxicológica Argentina (ATA)*. Disponible en: [http://publicaciones.srt.gob.ar/Publicaciones//2006/AteneoSRT\\_Toxicologia\\_Laboral.pdf](http://publicaciones.srt.gob.ar/Publicaciones//2006/AteneoSRT_Toxicologia_Laboral.pdf)

SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO - SRT (2013). *Por más Salud y Seguridad en el Trabajo*. Anales de la 10º Semana Argentina de la Salud y Seguridad en el Trabajo. Tecnópolis. Buenos Aires. Disponible en: <http://biblioteca.srt.gob.ar/pergamo/documento.php?ui=1&recno=5328&id=SRT.1.5.328>

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA (UPV). Portal Ergonautas. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/>



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Higiene y Seguridad

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 20 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:09:37 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:09:43 -03'00'

Asignatura: **Ingeniería de Diseño Asistido**

Código:	RTF	5
Semestre: 9 <sup>no</sup>	Carga Horaria	48
Bloque: Ciencias Básicas de la Ingeniería	Horas de Práctica	36

Departamento: DISEÑO

Correlativas:

- Dibujo Técnico
- Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos

Contenido Sintético:

- Construcción de Partes
- Funciones avanzadas
- Creación de planos de partes
- Creación de Conjuntos y planos de conjuntos
- Animación de conjuntos
- Modelado de superficies
- Diseño de piezas en chapa plegada
- Computer-Assisted Machining (CAM)
- Computer-Assisted Engineering (CAE)

Competencias Genéricas:

- CG 1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 2: Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 7: Competencia para comunicarse con efectividad

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

#### Competencias Específicas:

- CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1B: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1C: Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.
- CE1E: Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1F: Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo
- CE2A: Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

Ingeniería de Diseño Asistido es una asignatura que pertenece al 5 año de la carrera de Ingeniería Aeroespacial. Al momento de cursar la materia el estudiante ha adquirido una gran cantidad de conocimiento técnico teórico-práctico que le permiten resolver un problema de ingeniería relativo al diseño de partes y conjuntos típicos de la industria Aeroespacial. En esta asignatura el estudiante es introducido a herramientas de software que facilitan el desarrollo de un trabajo típico de diseño, verificación, optimización y manufactura de una parte o conjunto.

A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará las competencias propuestas desde el punto de vista de la utilización de software específico de la Industria Aeroespacial a cada uno de los tópicos cubiertos en dichas competencias.

Hoy en día el diseño de partes y conjuntos se realiza casi exclusivamente mediante el uso de ordenadores y software de diseño asistido. La verificación estructural de partes y conjuntos de geometrías medianamente complejas también requieren en la gran mayoría de los casos del uso de herramientas computacionales de cálculo por elementos finitos para la obtención de tensiones y

deformaciones en partes y conjuntos cuando se aplican las cargas de servicio. Por último, el mecanizado de piezas de geometría compleja mediante el uso de máquinas herramientas de control numérico implican del uso de software para el cálculo de las correspondientes rutinas de mecanizado. Por todo lo anterior, la asignatura está pensada desde un enfoque práctico de resolución integral de un problema ingenieril típico mediante el uso de software de diseño asistido por computadora (CAD), cálculo de elementos finitos por computadora (CAE), y mecanizado asistido por computadora (CAM).

Con este enfoque se pretende desarrollar en el alumno la capacidad de diseñar partes y conjuntos funcionales en un entorno típico de trabajo.

Durante el cursado se refuerzan además conceptos del diseño en ingeniería relacionados con la configuración y las tolerancias, los detalles particulares de las piezas, la selección del material, a los efectos de comprender la dependencia de la concepción con las decisiones del proyectista.

## Contenidos

### **Unidad 1. Diseño de partes**

Creación de perfiles (sketch). Dibujo, dimensionamiento, restricciones, relaciones, patrones, parámetros y fórmulas. Operaciones básicas basadas en sketch (sketch based features). Operaciones de acabado (placed features).

### **Unidad 2. Funciones avanzadas**

Uso de variables de diseño y fórmulas. Diseño paramétrico. Uso de funciones avanzadas de automatización de diseños. Funciones definidas por el usuario.

### **Unidad 3. Creación de Ensamblajes**

Conceptos básicos de ensamblaje de partes. Restricciones de partes. Chequeo de interferencias. Secciones del conjunto. Cálculo de propiedades de masa e inercia.

### **Unidad 4. Diseño en contexto**

Creación y edición de partes en el contexto de un ensamblaje. Uso de referencias externas.

### **Unidad 5. Creación de planos de partes y Conjuntos**

Generación de vistas principales, cortes, secciones y detalles. Acotación, tolerancias dimensionales y tolerancias geométricas. Configuración de planos bajo norma ISO/IRAM. Creación de planos de conjuntos, confección de lista de materiales (BOM), codificación del árbol de planos de conjunto, subconjuntos y partes.

### **Unidad 6. Simulaciones cinemáticas de conjuntos**

Creación de juntas. Animación de la cinemática del conjunto. Cálculos de trayectoria. Volúmenes barridos. Chequeo de colisiones. Curvas de velocidades y aceleraciones.

### **Unidad 7. Modelado de superficies**

Creación y modificación de superficies utilizadas en la definición de partes con formas complejas. Conversión de superficies a partes sólidas.

### **Unidad 8. Diseño de piezas en chapa plegada**



Creación de piezas específicamente construidas en chapa plegada, obtención de la geometría plegada, cálculo de radios de plegado y gargantas de descarga y conversión en geometría desplegada.

### **Unidad 9. Ingeniería asistida por computadora (CAE-Computer-Aided Engineering)**

Análisis estructural mediante elementos finitos de piezas y conjuntos durante las distintas etapas de diseño. Preprocesado, simplificación de la geometría para el análisis. Definición de propiedades mecánicas de materiales, definición de propiedades de secciones. Generación de mallas, refinado localizado de malla. Generación de propiedades de interacción entre piezas, definición de contacto entre piezas. Definición de condiciones de apoyo y cargas. Postprocesado de los resultados, interpretación de valores de tensiones, desplazamientos y deformaciones.

### **Unidad 11. Fabricación asistida por computadora (CAM -Computer-Aided Machining)**

Definir y gestionar rutinas de mecanizado por control numérico de piezas diseñadas en geometría sólida. Mecanizado prismático. Torneado. Mecanizado de superficies en tres ejes.

## **Metodología de enseñanza**

Al inicio del cursado se plantea un problema de diseño de un conjunto típico de Industria Aeroespacial (por ejemplo, tren de aterrizaje) que el estudiante debe ser capaz de resolver desde el punto de vista teórico a partir de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. Clase a clase se introduce al estudiante a las herramientas de software que le permitirán resolver el diseño del conjunto, verificar su cinemática, generar los planos constructivos conforme a las Normas de dibujo técnico vigentes, verificar estructuralmente el conjunto diseñado, optimizar el diseño en función de los resultados obtenidos en la verificación y generar las rutinas de mecanizado correspondientes para las distintas partes.

Para alcanzar los objetivos planteados, las actividades del proyecto se dividen en tres etapas, la primera, donde el alumno desarrolla el diseño del conjunto planteado, concibiendo cada pieza en concordancia funcional con las piezas del conjunto propuesto hasta alcanzar en ensamble funcional, elaborando la documentación técnica (planos) necesaria. En una segunda etapa, se introduce al alumno al cálculo de elementos finitos de conjuntos mecánicos y con estas herramientas el estudiante encara la verificación estructural del conjunto desarrollado bajo las condiciones de carga definidas por el docente que sirvieron como parámetros de diseño en la etapa anterior. En esta etapa el alumno desarrolla un modelo de simulación funcional que le permita iterar y optimizar el diseño propuesto en la etapa anterior. La etapa finaliza con la generación de la correspondiente memoria de cálculo.

Por último, en la tercera etapa, se enseña al alumno a generar rutinas de mecanizado CNC de partes en distintos tipos de máquinas herramientas. Al finalizar esta etapa el alumno debe haber generado una rutina de mecanizado de una parte de su conjunto desarrollado. Para ello el docente establece como condicionamientos al trabajo del alumno, una máquina herramienta en particular y un determinado conjunto herramental.

Durante el dictado de las clases el docente desarrolla el contenido con ejemplos prácticos del uso del software para los distintos temas y se da al alumno un determinado tiempo para que explore por sus

propios medios lo enseñado por el docente y otras herramientas del software que resulten de su interés.

## Evaluación

La evaluación se realizará en forma continua a lo largo del semestre a través del proyecto de desarrollo que llevará adelante el alumno y la consecuente ejecución de tres trabajos prácticos correspondientes a cada una de las etapas descritas en el apartado anterior.

La evaluación se realizará a través del seguimiento continuo a lo largo del semestre de la evolución del desarrollo llevado adelante por el alumno y a la evaluación de cada uno de los trabajos prácticos. El docente a cargo evaluará el desempeño y desarrollo de cada etapa propiciando el análisis y discusión a medida del avance. Para cada uno de los trabajos prácticos se presentan los correspondientes informes en formato digital, teniendo devoluciones sucesivas hasta alcanzar el nivel suficiente para su aprobación.

El proyecto de desarrollo que se lleva adelante a lo largo de todo el semestre y los correspondientes trabajos prácticos deben ser resueltos de forma individual o en grupos de dos alumnos.

Para establecer la calificación de los trabajos prácticos se considerarán los siguientes criterios:

- Claridad y coherencia en el desarrollo del proyecto.
- Profundidad en el análisis, desarrollo de conceptos y fundamentos.
- Originalidad, integración y pertinencia de conceptos.
- Cumplimiento de buenas prácticas de diseño
- Integración, transferencia y aplicación de conceptos.
- Vinculación teórica-práctica.
- Calidad de presentación y redacción de los correspondientes reportes.

## Condiciones de aprobación

### **Son requisitos para la promoción de la materia**

- i. haber concluido en forma completa el proyecto de desarrollo del conjunto requerido.
- ii. haber asistido como mínimo al 80% de las clases teórico-prácticas.
- iii. haber aprobado los tres trabajos prácticos descritos en los apartados anteriores.

### **Son requisitos para la regularización de la materia**

- i. haber concluido en forma completa el proyecto de desarrollo del conjunto requerido.
- ii. haber asistido como mínimo al 80% de las clases teórico-prácticas.
- iii. haber aprobado al menos el primer trabajo práctico correspondiente al diseño del conjunto.

### **Calificación:**

La calificación se obtendrá a través del promedio de las calificaciones de los tres trabajos prácticos presentados por el alumno.

## Actividades prácticas y de laboratorio

La asignatura es fundamentalmente de aplicación y desarrollo práctico, durante todas las clases se trabajará en el proyecto de desarrollo del conjunto planteado al inicio del semestre por el docente. Todas las clases se dictan en el laboratorio de diseño con los alumnos interactuando continuamente con el software.

Para el desarrollo del conjunto se establece una consigna funcional, se dan los requisitos de diseño y se requiere que el alumno elabore una solución que satisfaga el requerimiento. El alumno debe desarrollar, el proyecto de un conjunto integral, elaborando la documentación completa del proyecto. A modo de referencia, un proyecto típicamente abordable en esta asignatura sería el desarrollo de un tren de aterrizaje de un avión ligero de pequeña envergadura.

## Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias genéricas

CG 1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

- Identificar correctamente el problema a resolver y las condiciones de contorno que limitan el universo de posibles soluciones.
- Resolver el problema planteado con una metodología clara y eficaz
- Generar alternativas de solución a cada problema establecido.

Al inicio del semestre al alumno se le plantea el problema a resolver, con todas las condiciones que su solución debe cumplir. Durante el transcurso de las primeras clases el alumno debe plantear la solución preliminar ideada y el docente verifica que la solución propuesta cumpla con los requisitos establecidos.

CG2 Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

- Identificar los parámetros de diseño necesarios para ejecutar un proyecto de diseño.
- Planificar la organización del proyecto para concluir en tiempo y forma el diseño propuesto.
- Diseñar conjuntos simples en base a consignas preestablecidas.
- Generar alternativas de solución a cada problema establecido.
- Desarrollar criterios de diseño para la evaluación de distintas alternativas, seleccionando las más adecuadas en un contexto particular.

El alumno será capaz de concebir y diseñar proyectos simples de ingeniería Aeroespacial, teniendo que implementar a lo largo del semestre soluciones tecnológicas. Generar alternativas de solución, desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas, seleccionando las más adecuadas en un contexto particular. Se lo guiará para que pueda evaluar y optimizar los diseños propuestos.

CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

- Comprender el alcance del proyecto y ser capaz de terminarlo en tiempo y forma con las técnicas y herramientas disponibles.

- Interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de técnicas de cálculo por el método de elementos finitos.

CG7. Competencia para comunicarse con efectividad.

- Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.
- Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.
- Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.

Al confeccionar los informes correspondientes a los tres trabajos prácticos los alumnos deberán desarrollar capacidad de producción de textos técnicos en los que sean capaces de explicar claramente sus ideas y razonamientos. Además de los reportes escritos, durante las clases se promueve que el alumno defienda oralmente las diferentes soluciones de diseño que adopte a lo largo del proyecto.

### Competencias específicas

El dominio de las herramientas de software que adquiera el estudiante para el desarrollo de tareas de ingeniería le permitirán desempeñarse como ingeniero de desarrollos en el campo específico que se trate. Para ello, durante la asignatura se alumno debe:

- Desarrollar la capacidad de diseñar conjuntos mecánicos integrales que satisfagan una demanda específica utilizando herramientas CAD.
- Seleccionar componentes mecánicos (motores, actuadores neumáticos, rodamientos, etc.) que satisfagan los requerimientos a un problema específico.
- Verificar elementos de máquinas que constituyen parte de los diseños propuestos.
- Seleccionar el material que mejor se adapte a cada componente del conjunto mecánico a diseñar.
- Verificar estructuralmente partes de máquinas implementando herramientas de ingeniería asistida por computadora.
- Generar los programas de mecanizado prismático, de superficies y de torno, estableciendo estrategias de mecanizado y trayectorias óptimas, determinando las condiciones de corte con objeto de optimizar la calidad de las piezas mecanizadas.

En el desarrollo del proyecto de diseño que el alumno debe llevar adelante durante el cursado de la asignatura se aborda un problema específico de ingeniería de diseño asistido, típicamente un conjunto mecánico de aeronaves, vehículos espaciales u otras máquinas de vuelo. Si bien este proyecto se encuadraría estrictamente en la competencia específica **CEIF**, todo lo aprendido por el alumno es extrapolable al diseño y desarrollo de sistemas encuadrados en el resto de las competencias específicas indicadas para la asignatura.

## Bibliografía

- |                                      |                  |               |
|--------------------------------------|------------------|---------------|
| •The Engineering Desing Process      | Ertas – Jones    | Ed. WILEY     |
| •Diseño gráfico con CATIA            | J. Lambás Pérez. | Ed. Alfaomega |
| •Normas IRAM para Dibujo Tecnológico |                  | IRAM          |

- Diseño en Ing. Mecánica Shigley - Mischke Mc Graw Hill
- Diseño de elementos de máquinas Mott Editorial Pearson
- Ingeniería de Diseño P.Orlov Editorial MIR
- Teoría de Máquinas y Mec. Shigley – Uicker Ed. Mc Graw Hill
- Manual de CATIA V5
- CATIA V5 R17 - Mechanical Design Solutions 2



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Ingeniería de Diseño Asistido

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:01:57 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:02:02 -03'00'

Asignatura: **Ingeniería Económica y Legal**

Código:	RTF	6
Semestre: Décimo	Carga Horaria	96
Bloque: Ciencias y Tecnologías Complementarias	Horas de Práctica	

Departamento: Ingeniería Económica y Legal

Correlativas:

- Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos

Contenido Sintético:

- Escuela del pensamiento económico
- Microeconomía
- Macroeconomía
- Ingeniería económica
- Gestión financiera y comercial de la empresa
- Introducción al derecho. Derecho civil y comercial
- Derecho administrativo.
- Derecho ambiental
- Derecho aeronáutico
- Marco legal de aplicación a los derechos intelectuales.
- Ordenamiento legal y ético del ejercicio profesional

Competencias Genéricas:

- CG1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- CG2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)
- CG3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)
- 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.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1I: Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE2: Competencias para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE 3 Competencias para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE 4. Competencias para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional.



## Presentación

**Ingeniería Legal y Ética** es una asignatura que pertenece al área de formación de Ciencias y Tecnologías Complementarias; cuya actividad curricular se desarrolla en el quinto año de la carrera de Ingeniería Aeroespacial (decimo semestre).

Aborda cuestiones de derecho y ética relacionadas con el ejercicio profesional. Se ocupa del estudio de la conducta profesional, la conducta humana vista desde lo jurídico y desde la perspectiva de lo ético, así como también de sus implicancias en lo económico-social.

Se trata que el estudiante avanzado en la currícula aprehenda que su actividad profesional, el "ejercicio profesional", es actividad humana y por lo tanto "conducta humana". De nada vale saber cuál es el comportamiento físico o químico de la naturaleza o de una estructura si la conducta, la voluntad profesional, al momento de resolver una cuestión técnica que será analizada por el derecho y la ética, decide por cualquier circunstancia, no aplicar las soluciones que ellas requieren.

Así, se procura internalizar en el estudiante, que la trilogía ingeniería, derecho y ética, como síntesis unívoca entre el ser y el deber ser, defina un marco de acción para el ingeniero. Marco que determina el campo del ejercicio profesional acorde a como la sociedad moderna debería imaginarlo: el hombre en el centro de toda actividad.

Por otro lado la actividad profesional que desarrollará en el futuro el estudiante, estará contenido en un contexto socio económico, que dependerá de la región o lugar donde se desempeñe. Pero más allá de esas precisiones, necesitará herramientas generales, económicas y de producción que le den pautas de cómo desenvolverse profesionalmente en áreas que no le son específicas a su preparación. Economía es una actividad curricular que se inserta en el tercer cuatrimestre Los objetivos buscados son que el alumno deberá:

- Conocer los problemas económicos, los aspectos teóricos involucrados y sus distintas formas de encararlos.
- Conocer a los participantes de la actividad económica (familias, gobierno, empresas, sector externo, etc.) y como se ven afectados (directa o indirectamente) por sus propias interrelaciones o decisiones de estos actores o situaciones
- Resolver problemas económicos reales o ideales.
- Responder preguntas como qué producir, cómo, cuánto, etc. O cual es el proyecto más apropiado o rentable. O ante un cambio de política económica, como reaccionar en la actividad profesional, etc.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista, centrado en el estudiante, donde se proponen una serie de actividades que el estudiante debe desarrollar e implementar a fin de adquirir las competencias profesionales propuestas.

## Contenidos

### **UNIDAD Nº 1:** Escuela del pensamiento económico

Definición de la Ciencia Económica. Objeto de la ciencia. Principales divisiones. Principio de escasez. Las unidades económicas. Flujo real y flujo monetario. Su caracterización. Mercado de recursos de la producción y mercado de bienes y servicios. Teoría Económica. Micro y Macroeconomía. Teoría Económica y Política Económica. Objetivos principales. Conceptos estáticos y dinámicos.

**UNIDAD Nº 2:** Microeconomía

Concepto de producción. Factores de la producción. Teoría de la producción. Isocuantas e isocostos. Teoría de la oferta y la demanda. Funciones. Elasticidades. Equilibrio. Precios. Teoría de los costos. Costos variables y fijos. Costos totales, medios y marginales. Relaciones. Economías de Escala. Mercados Estructura. Equilibrio del productor. Empresa. Riesgo. Dimensiones. Empresa pública y privada.

**UNIDAD Nº 3:** Macroeconomía

Producto e ingreso Nacional. Precios corrientes y constantes. Bienestar. Eficiencia y equidad. Inflación. Números índices. Desempleo.

**UNIDAD Nº 4:** Ingeniería económica

Matemática Financiera. Intereses. Anualidades. Flujo de fondos. Amortización. Tasa de descuento. Generación de proyectos. Evaluación de alternativas. Valor presente y futuro. Indicadores.

**UNIDAD Nº 5:** Gestión financiera y comercial de la empresa

Crédito. Generalidades. Tributo y contribuciones. Administración de la Producción. Conceptos

**UNIDAD Nº 6:** Introducción al derecho. Derecho civil y comercial

Normas que rigen la actividad humana. Normas jurídicas. Estructura legal argentina. Código Civil y Comercial de la Nación. Personas como sujetos de derechos. Cosas. Bienes. Hechos jurídicos. Actos jurídicos. Derechos Reales y Personales. Obligaciones. Limitaciones al Dominio. Régimen legal de Expropiación. Derecho Procesal: Pericias judiciales y extrajudiciales. Contratos. Sociedades. Contratos de Obras y de servicios. Contratos de fideicomiso y de leasing.

**UNIDAD Nº 7:** Derecho Administrativo: Obras públicas. Servicios públicos. Concesiones de obras y servicios públicos.

Derecho Administrativo: El Acto Administrativo. Recursos administrativos. Contratos administrativos. Obras Públicas: concepto. Contrato de obra pública. Sistemas de contratación y de ejecución de la obra pública. Licitación Pública: concepto. Servicios públicos. Concepto, caracteres. Formas de prestación de los servicios públicos. Concesión: concepto, caracteres, tipos. Otras formas de contratación. Iniciativa Privada. Participación Pública Privada

**UNIDAD Nº 8.** Derecho Ambiental.

Derecho Ambiental: antecedentes, principios, caracteres. Derecho positivo internacional. Régimen jurídico ambiental (Protección jurídica del Medio Ambiente). Derecho positivo Nacional. Normas ambientales constitucionales: la Constitución Nacional y las Constituciones Provinciales. Daño Ambiental: Acción de Amparo, Acción Rogatoria, Acción de Responsabilidad. Legislación de aplicación. Análisis de casos. Herramientas de gestión de los Derechos del Ambiente.

**UNIDAD Nº 9.** Derecho aeronáutico.

Derecho aeronáutico. Código aeronáutico. Circulación aérea. Infraestructura aeronáutica. Aeronaves. Aeronáutica Comercial. Accidentes aéreos.

**UNIDAD Nº 10.** Marco legal de aplicación a los derechos intelectuales.

Marco legal de aplicación a los derechos intelectuales. Análisis de la legislación vigente. Derechos de Autor. Patentes de Invención y Modelos de Utilidad. Marcas y Designaciones. Importancia actual de la propiedad intelectual.

**UNIDAD Nº 11.** Ordenamiento legal y ético del ejercicio profesional

El perfil del ingeniero, su importancia. Alcance y actividades reservadas del ingeniero aeronáutico. Leyes que reglamentan la profesión. Honorarios y aranceles profesionales: principios básicos de estimación. Casos de aplicación.

Ética: concepto, principios filosóficos que la sustentan. Ética y Moral: sus características y distinciones. La ética profesional, conceptos básicos. Códigos de ética, análisis. La libertad en el ejercicio profesional. Sus límites. Directivas y reglas de conducta en la profesión. La Ética Pública.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo temático se realiza a través de una combinación de metodologías y estrategias de enseñanza: lo que denominamos clase grupal entendida como aquella donde profesor y alumnos intercambian exposiciones relativas a un tema establecido con anterioridad, valiéndose de los auxilios tecnológicos disponibles -exposición dialogada con el apoyo de recursos audiovisuales disponibles y participación activa de los alumnos, v.g. clase invertida, clase taller. Análisis y discusión bibliográfica y puesta en debate sobre temáticas abordadas.

Se complementa con desarrollo de actividades prácticas aplicando metodologías tales como estudio de casos, aprendizaje basado en problemas y proyectos.

Se dispone de diferentes recursos didácticos vg. guía de trabajos prácticos, apuntes elaborados ad-hoc, videos, presentaciones PowerPoint, bibliografía específica y bibliografía de consulta. Posteriormente se les proponen actividades prácticas consistentes en ejercicios numéricos o problemas de discusión y reflexión. Para finalizar la clase, el docente o alguno de los alumnos con su supervisión, sintetiza los conceptos y resultados a los que se arribó. El docente pone claridad y énfasis en los conceptos. El trabajo en clase estará complementado con trabajos extra-áulicos de investigación, discusión y comparación al estilo de estudio de casos.

## Evaluación

Se efectúa una evaluación continua del proceso de enseñanza-aprendizaje a lo largo del período lectivo.

- Teórica-Práctica proceso de evaluación continua durante el ciclo lectivo (revisión y reelaboración teórica de temas dictados, participación, etc.) y evaluaciones individuales de contenidos teóricos con opción a recuperación.

- Aplicación Práctica (grupal). Seguimiento y evaluación continua del docente de actividades prácticas en el que se evalúa el proceso, desarrollo, transferencia de teoría a la aplicación práctica, el manejo de lenguaje técnico, informes de presentación.
- Evaluación Final: coloquio integrador o examen final (individual).

## Condiciones de aprobación

Requisitos para aprobar la materia por promoción:

- a) Asistencia 80% de clases.
- b) Aprobar el 100% de las actividades prácticas. con calificación mínima de 60%.
- c) Aprobar la actividad Trabajo monográfico con calificación mínima de 60%.
- d) Aprobar en forma individual dos evaluaciones parciales teóricas con calificación mínima de 40% cada una de ellas y promedio mínimo 60%. Podrán recuperar una de ellas (reemplazando la anterior calificación).
- e) Coloquio integrador: Cumplimentados los puntos anteriores el estudiante podrá acceder a rendir un coloquio de integración de todos los contenidos del programa, cuya aprobación implica aprobar la materia bajo el régimen de promoción.  
Nota: Quienes en el punto “b” alcancen un promedio de 80% (ochenta por ciento); en el punto “c” obtengan calificación mínima de 80% y en el punto “d” obtengan un promedio de 80% (ochenta por ciento) sin recuperación de las evaluaciones parciales, quedarán exceptuados del coloquio integrador.

Requisitos para alcanzar la regularidad:

- a) Asistencia 80% de clases.
- b) Aprobar el 100% de las actividades prácticas con calificación mínima de 60% cada una.
- c) Aprobar la actividad Trabajo monográfico con calificación mínima de 60%.
- d) Aprobar en forma individual dos evaluaciones parciales con calificación mínima de 40% cada una de ellas. Podrán recuperar una de ellas (reemplazando la anterior calificación). La regularidad tendrá validez por el período establecido por la reglamentación vigente. En ese período el estudiante podrá aprobar la materia con la modalidad de Examen Final de los contenidos teóricos del programa de la materia.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Algunas actividades prácticas serán:

- Resolución de problemas prácticos numéricos. Ejemplo: identificación de puntos de equilibrio, cálculo de elasticidades, cálculo de costos medios y marginales, etc.
- Investigación y reflexión acerca de las acciones económicas. Por ejemplo, el alumno debe reflexionar y explicar sus conclusiones (por escrito u oralmente en clase siguiente) acerca de ¿cuál es el objetivo de las empresas? ¿cuáles son las implicancias socio-económicas de su accionar? Ídem con el gobierno, etc. Ellos tomarán estas decisiones como profesionales.
- Identificar metodología para confeccionar curvas de costo en las empresas. Realizar un trabajo práctico numérico sobre esta base.
- Recopilar y analizar información sobre variables como el desempleo, la inflación, y el crecimiento económico en Argentina. Relacionarlos con situaciones históricas. El trabajo se realizaría a modo de estudio de casos, sobre el desempeño de las empresas, familias y gobierno en cada situación histórica. Ejemplo: de un texto tendrían que identificar ideas principales de desempeño de las empresas, del consumo de las familias y del accionar del gobierno en la década de los '80. ¿cómo fue el PBI en esa década? ¿cómo fue el desempleo? ¿cómo fue la inflación? ¿cómo se compara con otra/otras décadas?
- Etc.

*Ejemplo de actividades prácticas propuestas: Unidad didáctica: Macroeconomía. Tema: Medidas de crecimiento (Producto bruto interno) Actividad (a): Se presenta un escrito de una o dos carillas a modo de presentación de caso sobre el desempeño de las familias, empresas y gobierno en Argentina, en una época determinada (comienzos de los años '90). El texto debe presentar la temática a modo de presentación de caso. Los alumnos deben investigar acerca de variables macroeconómicas y su evolución (especialmente en la época de interés) y relacionarlas antes durante y después con la descripción que se les aportó. Culminan con un escrito (un página) donde expongan acerca de la relación de hechos y como se vieron influenciados los actores por sus propias acciones. Culmina la actividad con una discusión-orientación por parte del docente. Actividad (b): se presentan dos cuadros con indicadores como producto bruto interno, consumo de calorías, analfabetismo, esperanza de vida al nacer, etc., de diversos países. Un cuadro pone de manifiesto que a mayor PBI mejora la calidad de vida (esto hace a la disponibilidad y eficiencia de recursos, responde a las preguntas ¿qué?, y ¿cuánto?, producir). El otro cuadro pone de manifiesto que aún con PBI similares dos países pueden tener calidad de vida distintos, debido a diferencias en la equidad de distribución (esto responde a la pregunta ¿para quién producir?). Los alumnos discuten entre ellos para llegar a estas conclusiones, culmina el docente con una discusión -orientación. Una pregunta final de discusión global (que escapa al ámbito de la economía es ¿cuáles criterios son más equitativos para distribuir el ingreso nacional?)*

# Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

## CG1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

- Comprende los derechos, obligaciones y responsabilidades derivadas del ejercicio profesional en la formulación y ejecución de obras de ingeniería.
- Identifica el problema y sus variables
- Selecciona correctamente métodos de resolución
- Interpreta los resultados
- Concluye acerca del problema planteado

## CG2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)

- Interpreta el problema propuesto
- Identifica la legislación aplicable
- Reconoce los cursos de actuación posibles
- Identifica los proyectos, variables y condicionantes de los mismos
- Establece las consecuencias económicas del desarrollo de proyectos
- Incluye conceptos económicos en la formulación de proyectos
- Utiliza técnicas de evaluación económica de proyectos

## CG3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)

- Aplica los conocimientos del derecho y principios éticos en relación con la gestión de proyectos de ingeniería
- Utiliza conceptos económicos en la planificación y establece supuestos de ejecución de proyectos
- Utiliza conceptos económicos para el control de proyectos

## 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.

- Conoce conceptos y principios fundamentales del derecho y de ética.
- Conoce la legislación específica en el ámbito de su desarrollo profesional
- Aplica los conocimientos mínimos del derecho y principios fundamentales de ética, en su ejercicio profesional orientado a la preservación de la vida, el medio ambiente y la función social del profesional.

CE1G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1I: Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

- Interpreta el problema
- Identifica la legislación aplicable
- Reconoce los cursos de actuación posibles
- Comprende los derechos, obligaciones y responsabilidades derivadas del ejercicio profesional en el diseño, proyecto y ensayos en relación con obras de ingeniería aeronáutica
- Establece las implicancias económicas de las alternativas de diseños

- Evalúa económicamente alternativas de diseño

CE2: Competencias para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Interpreta el problema
- Identifica la legislación aplicable
- Reconoce los cursos de actuación posibles
- Comprende los derechos, obligaciones y responsabilidades derivadas del ejercicio profesional en proyectos, dirección, control de la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves.
- Aplica los conocimientos del derecho y principios éticos en relación con proyectos, dirección, control de la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves
- Identifica los proyectos, variables y condicionantes de los mismos
- Establece las consecuencias económicas del desarrollo de proyectos
- Incluye conceptos económicos en la formulación de proyectos
- Utiliza técnicas de evaluación económica de proyectos

CE 3 Competencias para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Interpreta el problema
- Identifica la legislación aplicable
- Reconoce los cursos de actuación posibles
- Comprende los derechos, obligaciones y responsabilidades derivadas del ejercicio profesional en la certificación del funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves.
- Aplica los conocimientos del derecho y principios éticos en relación con la certificación del funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves.
- Establece las implicancias económicas del funcionamiento y condición de uso
- Evalúa si el funcionamiento y condición de uso es económicamente factible

CE 4. Competencias para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional.

- Interpreta el problema propuesto
- Identifica la legislación aplicable
- Reconoce los cursos de actuación posibles
- Establece las implicancias económicas de acciones de higiene y seguridad
- Evalúa si las acciones de higiene y seguridad resultan económicamente factibles

## Bibliografía

Boero, Carlos Organización Industrial– Ed. Universitas.

Chase, Richard B., Aquilano , Nicholas J., Jacobs, F. Robert, Administración de producción y operaciones – Manufactura y Servicios (8º Edición) — Ediciones Irwin – Mc Graw Hill.

Cornejo E. Iturioz, Manual de Economía Política –(Ed. Zavalia)

De Pablo, Juan C. Ensayos sobre Economía Argentina –(Ed. Macchi)

De Pablo, Juan C. Política Económica Argentina – (Ed. Macchi)

De Pablo, Juan C., Macroeconomía – (Amorrortu Editores, 1973)

Dornbusch y Fischer, Macroeconomía – (Mc Graw Hill)

Fernández Pol, J. Economía para no economistas –

Ferrucci, Ricardo, Estructura y Financiamiento de la Economía Argentina – (Ed. Macchi)

Iturrioz, Eulogio N., Finanzas Públicas –(Ed. Macchi)

Lacoste, Yves, Geografía del Subdesarrollo –(Eudeba)

Lacoste, Yves, Los países subdesarrollados – (Eudeba)

Mankiw, N. Gregory, Principios de Economía, Séptima edición 2017, (Ed. Cengage Learning)

Mochón, Francisco y Beker, Víctor A., Economía – “Principios y Aplicaciones” –Edición: Mc Graw Hill.

Render, Barry y Heizer, Jay, Principios de Administración de Operaciones –Pearson Educación.

Rossetti , José P. Introducción a la Economía – (Harla, México)

Salvatore, Dominick Principios de la Economía – (Schaum, Mc Graw Hill)

Samuelson, Paul, Economía –(Ed. Graw Hill)

Abatti E - Rocca (h) (2016). 150 modelos prácticos de contratos del nuevo Código Civil y Comercial. Ed. Garcia Alonso, Bs As.

Bello Knoll, S. (2013) El Fideicomiso Público. Bs As.

Bilbeny Norbert (1997). La Revolución en la Ética. Hábitos y Creación en la Sociedad Digital.Ed. Anagrama. Barcelona

Borda, Guillermo. (1976). Tratado de Derecho Civil. Ed. Perrot, Buenos Aires.

Buteller y Cáceres (1995). Derecho Civil –Parte General.

Calvo Costa C, (2015). Código Civil y Comercial de la Nación. Anotado con la relevancia del cambio. Ed. Abeledo Perrot. Bs As.

Calvo Costa C- Sáenz L.- Bueres A, dir, (2015). Incidencias del Código Civil y Comercial. Obligaciones. Derecho de daños. Ed Hammurabi S.R.L. Bs As.

Canter, Larry W.(1999) Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto. McGraw-Hill. Madrid.

Carregal, Mario. (2008). Fideicomiso. Teoría y aplicación a los negocios. Ed. Heliasta. Buenos Aires

Causse F- Pettis C. Bueres A, dir., (2015). Incidencias del Código Civil y Comercial. Derechos Reales. Ed Hammurabi S.R.L. Bs As.

Código Civil y Comercial de la Nación Argentina [Código] (2015) Ed. Errepar. Buenos Aires.



Conesa Fernández y Vitora, Vicente (2003) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid, ES: Mundi-Prensa

Conesa Fernández y Vitora, Vicente (1997) Auditorías medio ambientales: guía metodológica. Madrid, ES: Mundi-Prensa

Devia, L.; Krom, B. y Nonna, S. (2019). Manual de Recursos Naturales y Derecho Ambiental. Ed. Estudio S.A. Buenos Aires.

Dromi, Roberto. (2010). Licitación Pública. Ed. Astrea.

Dromi, Roberto. (1991). Reforma del Estado y Privatizaciones. Ed. Astrea.

Etchegaray, N. (2011) Fideicomiso. Técnica y práctica documental. Ed. Astrea. Bs As.

Garrido Cordobera L. y Bueres A.,dir, (2015)Incidencias del Código Civil y Comercial. Contratos en general. Ed Hammurabi S.R.L. Bs As.

Guiridlian Larosa, Javier. (2004)Contratación Pública y Desarrollo de Infraestructuras. Abeledo Perrot, Lexis Nexis. Bs- As.

Hersalis M., Bueres, dir, (2015). Incidencias del Código Civil y Comercial. Contratos en particular. Ed Hammurabi S.R.L. Bs As.

Kiely, Gerard. (2003). Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión.McGraw-Hill Interamericana, Madrid

Las Heras, Miguel Angel.(2001).Regulación Económica de los Servicios Públicos.

Maliandi, Ricardo (2004). Ética. Conceptos y Problemas. Tercera Edición Corregida. Editorial Biblos

Marienhoff. (1986)Tratado de Derecho Administrativo. 4 Tomos.

Rodríguez, Felipe (2010). Derecho y ética en la formación profesional del ingeniero. Justificación y estructura de su estudio. Libro I. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Rodríguez, Felipe (2010). El contrato de locación de obra y la responsabilidad civil de los profesionales de la ingeniería y arquitectura. Libro II. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Rodríguez, Felipe (2010). Notas y comentarios breves acerca de la ética profesional para los ingenieros, arquitectos y profesiones afines. Libro III. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Rodríguez, Felipe (2010). Derecho aeronáutico para ingeniero aeronáutico y mecánico aeronautico. Libro V. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Rodríguez, Felipe (2013). Derecho ambiental. El fenómeno del ambiente. Antecedentes. Aspectos Jurídicos. Derecho positivo nacional. La cuestión ambiental. Impacto ambiental. La matriz jurídica. Actores involucrados. Casos prácticos. Libro VI. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y

Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas.

Rodríguez, Felipe (2015). Contratos administrativos: de obra, servicio público y de concesión de obra y de servicio público. Aspectos jurídicos. Concepto y elementos del contrato público. Importancia en la actividad profesional de los ingenieros. Libro VIII. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Rodríguez, Felipe (2018). Contrato administrativo: Participación Público - Privada (PPP).- Ley 27.328. Aspectos jurídicos. Concepto y elementos del contrato PPP. Influencia en la actividad profesional de los ingenieros. Libro IX. Serie Lecciones de Derecho y Ética Profesional para Profesionales y Estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y Profesiones Afines. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC. Ed. Universitas

Salomoni, Jorge. (1999). Teoría General de los Servicios Públicos. Ed. Ad-Hoc.

Spota, Alberto (1980) Instituciones de Derecho Civil. Contratos Vol III – IV. Ed. Depalma. Buenos Aires.1980.

Thompson Dennis F (1998) La Ética Política y el ejercicio de Cargos Públicos. Editorial Gedisa.

Zanoni y ot., (2015), Código Civil y Comercial. Concordado con el régimen derogado y referenciado con legislación vigente. Ed Astrea

Zeballos de Sisto, Marí Cristina (1994). Dos décadas de legislación ambiental en la Argentina. A-Z Editora

#### Fuentes Electrónicas

Argentina - Legislación Nacional. Información legislativa Infoleg del sitio web de Ministerio de Economía y Producción de la Nación: <http://www.infoleg.gov.ar> y otros sitios oficiales (Vg. Ministerio de Trabajo)



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Ingeniería Económica y Legal

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 12 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:07:05 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:07:11 -03'00'

Asignatura: **Instrumentos y Aviónica**

Código:	RTF	7
Semestre: octavo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Aerodinámica 1
- Teoría del Control

Contenido Sintético:

- Paneles de Instrumentos
- Medición de datos del aire
- Instrumentos de motores
- Instrumentos de Control
- Instrumentos Giroscópicos
- Navegadores y Comunicaciones de a bordo
- Directores y Control Automático de Vuelo

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

#### Competencias Específicas:

CE1 A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 E . Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3 A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4 A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

Instrumentos y Aviónica es una asignatura que le brinda a los alumnos el conocimiento de los distintos instrumentos de a bordo de todo vehículo aeroespacial y de los componentes de electrónica para la navegación y comunicaciones, control de vuelo y presentación de información en tablero, que le brindan al alumno una visión completa del funcionamiento de los diferentes componentes de este tipo. La importancia en el área de conocimiento de esta asignatura reside en que permitirá al futuro

graduado el encarar proyectos de construcción, modificación, actualización y mantenimiento de aeronaves en forma integral.

Se estudian en esta asignatura tanto instrumental mecánico como electrónico, teniendo en cuenta con los componentes electrónicos que en función de los conocimientos previos a esta asignatura, se alcanza el nivel de conocimiento de aplicación en todo vehículo aeroespacial y principio de funcionamiento del mismo a nivel de diagrama en bloque, sin pretender el conocimiento de diseño de cada componente, con respecto a los instrumentos de tipo mecánico se le brinda información al alumno y este en función de sus conocimientos previos quedará en capacidad de encarar el desarrollo de los mismos.

En el dictado de la materia, se crea en el educando una actitud de interés e investigación, además de desarrollar las habilidades de diseño, construcción, y mantenimiento del material en cuestión, y su integración en vehículos aeroespaciales.

## Contenidos

Capítulo 1. Paneles de Instrumentos. Introducción al estudio del instrumental.

Clasificación de los Instrumentos. Distribución Normalizada del Instrumental en el Tablero.

Presentación en Pantalla Electrónica.

Capítulo 2. Medición de datos del aire. Circuitos de presiones estática y total. Toma de presiones alternativas. Altímetros barométricos, servoaltímetros. Codificadores de altura. Variómetros.

Velocímetros. Machmetros. Computadores centrales de datos de aire, su función.

Capítulo 3. Instrumentos de motores. Taquímetros mecánicos , eléctricos, electrónicos. Flujómetros, diferentes tipos, totalizadores. Indicadores de empuje, indicadores de torque. Termocuplas. Medición de la temperatura en motores. Indicación de la cantidad de combustible, eléctrica y electrónica.

Indicadores de posición a distancia de CC y CA. Termómetros, diferentes tipos de lectura directa y a distancia. Medidores de presión, diferentes tipos de lectura directa y a distancia.

Capítulo 4. Instrumentos de Control. Indicación de la cantidad de combustible, eléctrica y electrónica. Indicadores de posición a distancia de CC y CA. Termómetros, diferentes tipos de lectura directa y a distancia. Medidores de presión, diferentes tipos de lectura directa y a distancia.

Capítulo 5. Instrumentos Giroscópicos. Propiedades giroscópicas aplicadas al instrumental aeronáutico de a bordo. Indicadores de virajes, neumáticos, de CC y CA . Indicadores de actitud en dos ejes con giróscopo integrado, y remoto.

Magnetismo terrestre, brújula, giróscopo direccional libre. Compás giroscópico auto-correctivo, indicador con giróscopo integrado, y remoto. Central giroscópica para la indicación de actitud en tres ejes y toda actitud. Giróscopo Láser.

Capítulo 6. Navegadores y Comunicaciones de a bordo. ADF, función, diagrama en bloque, principio de funcionamiento. VOR, función, diagrama en bloque, principio de funcionamiento. ILS, función, diagrama en bloque, principio de funcionamiento. DME, función, diagrama en bloque, principio de funcionamiento.

Radioaltímetro. Radar meteorológico. Navegadores inerciales, plataforma inercial. Navegadores GPS. Comunicaciones en VHF y HF.

Capítulo 7. Directores y Control Automático de Vuelo. Indicador director de actitud, indicador de situación horizontal, componentes y modos del director de vuelo, diagrama en bloque. Flujo de señales. Piloto automático, componentes, diagrama en bloque, funcionamiento de los distintos modos.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo de las clases se basará en una exposición dialogada teórica-práctica con debate dirigido utilizando elementos didácticos tales como proyecciones de videos, presentaciones audiovisuales, uso del pizarrón, manuales de sistemas de aeronaves, normas aplicables y otros que resulten de utilidad para lograr los objetivos de la Asignatura.

La base teórica brindada se fortalecerá con las actividades prácticas, las cuales tienen una correlación metodológica de desarrollo con resolución de problemas y estudios de casos. Teoría y práctica ven su aplicación en el desarrollo de proyectos en el aula y en actividades de campo, tales como visitas a instalaciones o talleres aeroespaciales. Se incentivará el protagonismo de los alumnos para que, mediante su participación activa y crítica, logren las competencias definidas para la Asignatura.

La estructura de dictado de la Asignatura consistirá en una (1) clase semanal, donde se presentarán los contenidos teóricos y se desarrollarán las actividades prácticas. Además, los docentes fijarán un horario de consulta por fuera de los horarios formales de clases, el cuál deberá tener una duración adecuada según la cantidad de alumnos inscriptos en el dictado. Las actividades de campo se realizan luego de haberse presentado los contenidos teóricos suficientes, de manera que los alumnos puedan ser capaces de interpretar los temas tratados en dichas actividades.

## Evaluación

La asignatura posee un sistema de evaluación comprendido por evaluaciones parciales, trabajos grupales y coloquio final integrador. Se realiza tanto la evaluación de contenidos conceptuales como actitudinales y procedimentales.

### Evaluaciones parciales

Se tomarán dos (2) evaluaciones parciales durante el dictado de la asignatura, las cuales consistirán en parciales del tipo teórico - prácticos cuyos contenidos se corresponderá con el contenido del programa analítico y con las actividades desarrolladas por la asignatura durante su dictado

Las evaluaciones parciales se tomarán durante los horarios de clase, las fechas se fijarán dentro del período especificado en el calendario académico del respectivo semestre.

La nota mínima de aprobación de cada uno de los mismos es cuatro (4), lo cual se corresponde con el sesenta por ciento (60 %) del contenido de cada evaluación.

El alumno tendrá la posibilidad de recuperar una (1) evaluación parcial, cuya nota reemplazará al aplazo o inasistencia que dio origen a la recuperación.

#### Trabajo grupal

Se conformarán grupos de trabajo para desarrollar los trabajos prácticos de la asignatura, los que se consolidarán en un trabajo grupal presentado, según fecha y formato establecido por la Cátedra, a ser evaluado por los docentes de la misma para su aprobación o desaprobación..

#### Coloquio final de integración

El coloquio final integrador consistirá en una evaluación integral de la asignatura mediante el diálogo entre los profesores y el alumno, en el marco teórico-práctico de los temas abordados en el desarrollo de las actividades programadas durante el dictado de la asignatura.

## Condiciones de aprobación

La aprobación de la asignatura puede efectuarse por la vía de la promoción (sin examen final) o mediante examen final.

#### Aprobación por promoción

Las condiciones para aprobación por promoción de la asignatura son:

1. Haber aprobado las correlativas previas.
2. Asistir como mínimo al 80 % de las clases, tanto teóricas como prácticas.
3. Aprobar con nota no inferior a 4 (cuatro), todos y cada uno de los temas de dos exámenes parciales.
4. Presentar y aprobar el trabajo grupal
5. Aprobar el coloquio final integrador con nota no inferior a 4 (cuatro)

La nota final de la asignatura resultará de considerar las notas de las evaluaciones parciales, trabajos grupales y el coloquio final integrador.

#### Alumno Regular

Los alumnos que únicamente hayan cumplido con la aprobación del 50 % de las evaluaciones parciales, la aprobación del trabajo grupal y tengan una asistencia del 80 % a las clases quedarán en la condición de Alumno Regular

#### Régimen de examen final

El examen final será de carácter público y sobre el programa vigente de la asignatura.

El examen en su faz metodológica será teórico-práctico, en correspondencia con las actividades programadas por la cátedra.



Para el caso de alumnos libres, el examen final consta de dos (2) partes, una práctica y otra teórica, siendo eliminatoria cualquiera de ellas; la parte práctica será tomada de forma escrita y la teórica de forma oral.

El examen práctico consistirá esencialmente en la resolución de problemas de carácter teórico o práctico; durante el mismo los alumnos podrán hacer uso de cualquier bibliografía impresa, autorizada por la cátedra. También se permitirá el uso de herramientas informáticas como soporte para la realización del examen práctico.

Para el examen teórico, el tribunal examinador seleccionará tres (3) temas, de forma aleatoria, del programa oficial vigente para la evaluación del alumno.

Al comienzo del examen teórico los alumnos dispondrán de quince (15) minutos para consultar la bibliografía antes de comenzar el examen. Durante ese período podrán realizar anotaciones que consideren necesarias en una única hoja habilitada por el tribunal.

El alumno expondrá entre 20 (veinte) y 40 (cuarenta) minutos por tema y, luego de cada exposición, responderá a preguntas del Tribunal. No se permitirá la utilización de bibliografía durante el examen teórico.

Para el caso de alumnos regulares el examen final consta de una (1) parte teórica con los mismos requerimientos que la parte teórica del examen final de alumnos libres.

## Actividades prácticas y de laboratorio

- Paneles de Instrumentos. Selección de componentes de un panel de instrumentos para vehículo aeroespacial. Evaluación ergonómica del panel de instrumentos.
- Medición de datos del aire. Ensayo de altímetro, variómetro y velocímetro.
- Instrumentos de motores. Selección de instrumentos de motores para vehículo aeroespacial.
- Instrumentos de Control. Selección de instrumentos de control para vehículo aeroespacial.
- Instrumentos Giroscópicos. Experiencia práctica con giróscopo. Selección de instrumentos giroscópicos para vehículo aeroespacial.
- Navegadores y Comunicaciones de a bordo. Selección de navegadores y sistemas de comunicación para vehículo aeroespacial.
- Directores y Control Automático de Vuelo. Selección de director y sistema de control automático de vuelo para vehículo aeroespacial.

## Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje

Competencia que se evalúa	Actividad durante la que se evalúa	MUY BUENO	BUENO	INSUFICIENTE	Mínimo esperado	Valoración
---------------------------	------------------------------------	-----------	-------	--------------	-----------------	------------

<p>CG 1: Ser capaz de identificar, formular y resolver problemas de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales</p>	<p>Parciales y Trabajo Grupal</p>	<p>Identifica dónde aplicar los conceptos de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, puede definir las variables que los modelizan, propone y aplica métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>Identifica dónde aplicar los conceptos de instrumentos y aviónica, puede definir las variables que los modelizan, propone, pero no alcanza a aplicar métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>Identifica dónde aplicar los conceptos de instrumentos y aviónica, pero no puede definir las variables que los modelizan y no alcanza a proponer métodos apropiados para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CG 2: Ser capaz de concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería dónde intervienen los instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Enfocar en el proyecto los problemas asociados con instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales y proponer soluciones para los requisitos de sus componentes.</p>	<p>Enfocar en el proyecto los problemas asociados con los instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales y proponer soluciones para los requisitos de sus componentes, dificultad para estimar el efecto de las soluciones propuestas.</p>	<p>No enfocar en el proyecto los problemas asociados con los instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, no proponer métodos y no poder estimar soluciones según los requisitos de los componentes de los mismos.</p>	<p>BUENO</p>	

<p>CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.</p>	<p>Parciales y Trabajo Grupal</p>	<p>Identifica dónde y cómo emplear las técnicas y herramientas de aplicación de ingeniería en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, identifica las más adecuadas, propone y aplica las más apropiadas para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>Identifica dónde emplear las técnicas y herramientas de aplicación en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, puede definir las más adecuadas, propone pero no alcanza a aplicar las más apropiadas para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>No identifica dónde emplear las técnicas y herramientas de aplicación de ingeniería en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, no define las más adecuadas ni propone las más apropiados para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>BUENO</p>	
--	-----------------------------------	--	---	--	--------------	--

Competencia que se evalúa	Actividad durante la que se evalúa	MUY BUENO	BUENO	INSUFICIENTE	Mínimo esperado	Valoración
---------------------------	------------------------------------	-----------	-------	--------------	-----------------	------------

<p>CE1 A Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No comprende la importancia de un adecuado diseño de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. No conoce y ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
---	-----------------------	---	--	---	--------------	--

<p>CE1 E . Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de instrumentos para plantas propulsoras de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de instrumentos para plantas propulsoras de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No comprender la importancia de un adecuado diseño de instrumentos para plantas propulsoras de vehículos aeroespaciales. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
--	-----------------------	---	--	--	--------------	--

<p>CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas de navegación, guiado y control de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas de navegación, guiado y control de vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas de navegación, guiado y control de vehículos aeroespaciales. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
---	-----------------------	--	---	---	--------------	--

<p>CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.</p>	<p>Trabajos Prácticos</p>	<p>Comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
---	---------------------------	---	--	--	--------------	--

<p>CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de instrumentos y aviónica aplicados a los vehículos aeroespaciales. Conocimiento y comprensión de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto de ensayos adecuado para los principales parámetros.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de instrumentos y aviónica aplicados a los vehículos aeroespaciales. Conocimiento y comprensión de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto de ensayos adecuado para los principales parámetros.</p>	<p>Comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de instrumentos y aviónica aplicados a los vehículos aeroespaciales. Conocimiento y comprensión parcial de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto parcialmente adecuados de ensayos para los principales parámetros.</p>	<p>No comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de instrumentos y aviónica aplicados a los vehículos aeroespaciales. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto de ensayos no adecuados para los principales parámetros.</p>	<p>BUENO</p>	
---	-----------------------	--	--	--	--------------	--



<p>CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de instrumentos y aviónica en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de instrumentos y aviónica en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de instrumentos y aviónica en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Trabajo Grupal</p>	<p>Entender la necesidad de la certificación de instrumentos y aviónica en vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Entender la necesidad de la certificación de instrumentos y aviónica en vehículos aeroespaciales. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No entender la necesidad de la certificación en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.	Trabajo Grupal	Identificar los riesgos existentes en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. Realizar procedimientos y planes de control efectivo de los mismos. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.	Identificar de forma incompleta los riesgos existentes en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. Realizar procedimientos y planes de control poco efectivo de los mismos. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.	No identificar los riesgos existentes en instrumentos y aviónica de vehículos aeroespaciales. No realizar procedimientos y planes de control de los mismos. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.	BUENO	
RESULTADOS						

## Bibliografía

- E. H. J. Pallet . Instrumentos del avión. Ed. Paraninfo
- J. Powell. Radiosistemas del avión. Ed. Paraninfo
- E. H. J. Pallet . Control automático de vuelo. Ed. Paraninfo
- Collinson, R.P.G., Introduction to Avionic Systems. Springer. 2011.
- Federal Aviation Administration. Advanced Avionics Handbook. 2009.
- Cass, Martin. Volando con VOR y ADF. Ed. Paraninfo. 1989.
- Kendal, Brian. Manual de Aviónica. Ed. Paraninfo. 1982.
- Moir, Ian y Seabridge, Allan. Design and development of aircraft systems. Wiley. 2013.
- Moir, Ian y Seabridge, Allan. Aircraft systems : mechanical, electrical, and avionics subsystems integration. Wiley. 2010.
- Jukes, Malcom. Aircraft display systems. AIAA. 2004
- Apuntes de la cátedra.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Instrumentos y Aviónica

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 15 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:49:47 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:49:52 -03'00'

Asignatura: **Mantenimiento de Aeronaves**

Código:	RTF	7
Semestre: Décimo	Carga Horaria:	72 hs
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica:	24 hs

Departamento: Ingeniería Aeronáutica

Correlativas:

- Instrumentos y Aviónica
- .Sistemas y Equipos del Avión

Contenido Sintético:

1. Las regulaciones aeronáuticas y los organismos de control.
2. Organización del mantenimiento de aeronaves
3. Procedimientos de Inspección.
4. Factores Humanos
5. Logística del Mantenimiento
6. Gestión de calidad.

Competencias Genéricas:

CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

CG 8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

## Competencias Específicas:

CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1B Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

Esta asignatura corresponde al campo de las tecnologías aplicadas. Presenta como lineamientos generales complementar la formación del ingeniero aeronáutico en el campo del mantenimiento, reparación y/o modificación de las aeronaves y sus componentes. La misma toma particular sentido cuando se considera la necesidad de cubrir estas tanto para aeronaves civiles como militares con profesionales con conocimientos específicos del área. La demanda de personal calificado se incrementa permanentemente debido al crecimiento de la actividad aeronáutica año a año situación que obliga a poner énfasis en la formación de los recursos humanos necesarios para atenderla.

El ejercicio de la profesión en este campo demanda un trabajo en equipo donde la fortaleza del mismo está signada por el eslabón más débil de la cadena. Esto implica prestar especial cuidado en la formación y gestión de los recursos humanos dedicados a esta tarea. Por otra parte, el estudio de las regulaciones aeronáuticas exige un elevado nivel de comprensión de textos para una correcta interpretación del significado y el alcance de su aplicación.

La mayor complejidad de las aeronaves como así también la de los sistemas que las componen requieren una formación cada vez más específica y especializada siendo las casas de altos estudios las mejor preparadas para asumir la responsabilidad de la enseñanza y dominio del conocimiento necesario para mantener los altos niveles de seguridad exigidos para la navegación aérea.

## Contenidos

UNIDAD N° 1 Las regulaciones aeronáuticas y los organismos de control.

Origen de las regulaciones aeronáuticas

Regulaciones aeronáuticas civiles (RAAC)

Regulaciones aeronáuticas militares

Los organismos de control de la actividad aérea

UNIDAD N° 2 Organización del mantenimiento de aeronaves

Definición y Clasificación

Mantenimiento de 1ra Línea o preventivo, 2da Línea o correctivo, 3ra Línea o restaurativo.

Mantenimiento Progresivo

Diferentes procesos: Por tiempo fijo, por condición y por confiabilidad

Modificaciones y Reparaciones Mayores y Menores

Alteraciones de la Estructura y/o de Componentes

UNIDAD N° 3 Procedimientos de Inspección.

Personal de Inspección

Inspección sobre aeronaves y sus componentes

Condiciones para el retorno al servicio

Inspección final, retorno al servicio y certificado de aeronavegabilidad  
Ítems de inspección requerida  
Inspección por ensayos no destructivos  
Procedimientos de reinspección  
Inspección de recepción  
Documentación y liberación al vuelo

#### UNIDAD N° 4 Factores Humanos

Programa de factores humanos en mantenimiento y su justificación  
Investigación de eventos  
Entrenamiento del personal en factores humanos  
Traspaso de tareas y turnos de trabajo  
Manejo de la fatiga  
Modelo de Reason  
La Docena Sucia  
Actos inseguros y su análisis

#### UNIDAD N° 5 Logística del Mantenimiento

Particularidades de la Logística necesaria para el Mantenimiento  
Logística en las distintas fases del mantenimiento  
Análisis de la documentación aplicable  
Requerimiento de materiales  
Garantías

#### UNIDAD N° 6 Gestión de calidad.

Principios de la gestión de Calidad  
Las normas ISO (International Standards Organization)  
Las normas AS (Aerospace Standards)  
Objetivo y alcance de las auditorías de un Taller Aeronáutico  
Hallazgos de una auditoría e informe final

#### Metodología de enseñanza

Se desarrollarán clases teóricas mediante la exposición dialogada empleando como material didáctico proyección de diapositivas y/o filminas, pizarrón, manuales, normas y otros que resulten útiles para alcanzar eficazmente los objetivos propuestos. El debate en el aula tendrá como finalidad despertar el interés en el alumno por interpretar y comprender los fundamentos de la actividad en esta área del conocimiento como así también mejorar la forma de comunicar las ideas y conclusiones que se desprenden del mismo.

Las actividades prácticas le permitirán al alumno tener dominio de los temas tratados en las clases teóricas ayudando a su mejor comprensión. La realización de ensayos y mediciones sobre una aeronave utilizando equipamiento específico y la



documentación apropiada adiestrará su capacidad acercando la distancia entre la teoría y la actividad profesional, brindándole herramientas para realizar tareas de mantenimiento y gestionar su adecuado control como también conocer los requerimientos de las regulaciones para el retorno al servicio de una aeronave y/o sus componentes asegurando la condición de aeronavegabilidad. Por otra parte, se busca que con la actividad grupal se incentive la sinergia necesaria para ejecutar tareas propias del mantenimiento que no podrían llevarse a cabo en forma individual o sin la coordinación de esfuerzos y los conocimientos requeridos.

## Evaluación

Las evaluaciones serán escritas: una al promediar el cuatrimestre y la otra al final del mismo, serán individuales y sobre el temario desarrollado en clase. Una de las evaluaciones se podrá recuperar. Los criterios de evaluación serán: la pertinencia y precisión de las respuestas con respecto a las consignas dadas. Habrá una tercera evaluación que será el informe del trabajo de campo. Los criterios de evaluación serán: la presentación del trabajo (de acuerdo a normas previamente explicitadas) documentación utilizada y contenido del mismo.

## Condiciones de aprobación

### Asistencia del 80%

La materia se considerará promocionada con dos evaluaciones escritas aprobadas y el trabajo de campo. La calificación final será el promedio de las calificaciones anteriores, redondeando al número entero superior

Nota mínima de aprobación: 4 (cuatro). Para alcanzar la calificación mínima se debe aprobar al menos el 60% del contenido de la evaluación parcial.

Actividades de desarrollo grupal: cada grupo de trabajo deberá presentar un informe escrito sobre la tarea práctica realizada. La nota de la actividad corresponderá un 80% al informe escrito y un 20% al cumplimiento de los plazos de presentación. La nota mínima para la aprobación del trabajo es 4 (cuatro). La nota final de la asignatura corresponderá al promedio ponderado de los exámenes parciales y el trabajo práctico de campo.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se efectuará la visita a un taller aeronáutico de reparaciones (TAR) acompañados por un docente de la asignatura que explicará a los cursantes las particularidades de las tareas que se llevan a cabo en el mismo en función del alcance otorgado por el ente regulador de la actividad (ANAC).

Se ejecutará el pesaje de una aeronave en un taller habilitado por el organismo competente observando el cumplimiento de las regulaciones aplicables y los procedimientos de taller emitidos por el fabricante (Manuales, Boletines de servicio, Directivas de Aeronavegabilidad, etc.).

Se realizará al finalizar la tarea la memoria técnica descriptiva asentando los valores relevados y verificando que los mismos se encuentren dentro de las especificaciones.

## **Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje**

Se procura transferir al futuro profesional los conocimientos específicos referidos al mantenimiento, reparación y/o modificación de aeronaves, sus partes constituyentes y los equipos y sistemas que las conforman en un marco técnico y ético que contemple la necesidad de respetar a la sociedad y el medio ambiente en su conjunto.

### **1. COMPETENCIA PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA**

- Ser capaz de evaluar el contexto particular de cada situación y aplicar la solución más adecuada.
- Ser capaz de analizar la problemática del mantenimiento y formularla de manera clara y precisa.
- Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en el contexto particular de las normativas aeronáuticas.
- Ser capaz de optimizar la selección y utilización de los recursos tecnológicos disponibles.
- Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.
- Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.

### **2. COMPETENCIA PARA CONCEBIR, DISEÑAR Y DESARROLLAR PROYECTOS DE INGENIERÍA (SISTEMAS, COMPONENTES, PRODUCTOS O PROCESOS)**

- Ser capaz de relevar las necesidades propias de las tareas de mantenimiento aeronáutico y traducirlas a entes mensurables.
- Ser capaz de seleccionar, especificar y usar los enfoques, técnicas, herramientas y procesos de diseño adecuados al mantenimiento de aeronaves y sus componentes, sus metas, requerimientos y restricciones.

### **4. COMPETENCIA PARA UTILIZAR DE MANERA EFECTIVA LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN EN INGENIERÍA**

- Ser capaz de analizar la influencia de las operaciones aéreas para el correcto mantenimiento de las aeronaves y sus componentes asegurando la prolongación de su vida útil en condiciones óptimas de funcionamiento.

- Ser capaz de plantear y analizar la interrelación existente entre el desarrollo de una aeronave, su operación y el mantenimiento necesario para mantener la aeronavegabilidad a un costo aceptable.
- Ser capaz de alcanzar y sostener la seguridad de las operaciones aéreas basadas en un correcto mantenimiento de las aeronaves
- Ser capaz de efectuar la planificación y ejecución de auditorías de talleres aeronáuticos
- Ser capaz de interpretar los procesos de inspección de una aeronave y la filosofía de su aplicación.

#### 8. COMPETENCIA PARA ACTUAR CON ÉTICA, RESPONSABILIDAD PROFESIONAL Y COMPROMISO SOCIAL, CONSIDERANDO EL IMPACTO ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DE SU ACTIVIDAD EN EL CONTEXTO LOCAL Y GLOBAL

- Ser capaces de emprender nuevos negocios vinculados a la actividad aeronáutica sobre bases éticas.
- Ser capaces de fomentar el espíritu de equipo para el desarrollo de la actividad.
- Ser capaz de realizar la actividad de mantenimiento aeronáutico preservando las condiciones medioambientales en un entorno laboral favorable al desarrollo de las capacidades humanas y éticas.

#### Bibliografía

- Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) Reglamentaciones de la Administración Nacional de Aviación Civil (RAAC).  
<https://www.argentina.gob.ar/anac>
- Código Aeronáutico de la Nación Argentina  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/20000-24999/24963/texact.htm>
- MSG-3 ATA Document  
<https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/IP%20105%20attachment%20.pdf>
- Mantenimiento de Aeronaves, autores: G. Cid, E. Bonvin y E. Maligno, Córdoba, editorial Universitas, 2014 Argentina.
- OACI. Human Factors Training Manual Doc 9683-AN/950 Montreal Canada
- Reglamento de Aviación Militar (RAM) de la República Argentina.  
<https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias-DIGAMC-Normas-Vigentes.aspx>
- Federal Aviation Regulations (FAR),  
[https://www.faa.gov/regulations\\_policies/faa\\_regulations](https://www.faa.gov/regulations_policies/faa_regulations)



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Mantenimiento de Aeronaves

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:12:05 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:12:11 -03'00'

Asignatura: **MECÁNICA DE LAS ESTRUCTURAS**

Código:	RTF	6
Semestre: cuatro	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Básicas	Horas de Práctica	6

Departamento: Estructuras

Correlativas:

- Estructuras Isostáticas

Contenido Sintético:

- 1-Fundamentos de la Resistencia de Materiales.
- 2-Solicitaciones axiales.
- 3-Propiedades de las superficies planas.
- 4-Torsión
- 5-Flexión
- 6-Corte
- 7-Estados planos de tensiones
- 8-Solicitaciones combinadas
- 9-Deformaciones por flexión
- 10-Inestabilidad por pandeo

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas para la carrera de Ing. Mecánica:

CE1.17 Comprender y aplicar las tensiones y deformaciones a que puede estar sometida una pieza prismática, esfuerzo normal, de corte, momento flector y torsor, en forma simple como simultáneamente, además de los casos de inestabilidad de forma

Competencias Específicas para la carrera de Ing. Electromecánica:

CE1.20 Comprender y aplicar las tensiones y deformaciones a que puede estar sometida una pieza prismática, esfuerzo normal, de corte, momento flector y torsor, en forma simple como simultáneamente, además de los casos de inestabilidad de forma

Competencias Específicas para la carrera de Ing. Aeroespacial:

CE1B Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1E Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicadas a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 G Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 I Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

Mecánica de las Estructuras es una materia básica y fundamental de varias carreras de ingeniería donde se desarrollan los primeros conceptos asociados con el cálculo de tensiones y deformaciones de elementos estructurales sometidos a diferentes esfuerzos. Así, tiene una importante relación con las materias de cálculo avanzado dentro del plan de estudio. La materia introduce los conceptos fundamentales de tensiones y deformaciones, desplazamientos y elasticidad, rigidez, resistencia e inestabilidad de sistemas estructurales. Varios aspectos son importantes en la materia, entre ellos, es el uso de las hipótesis cinemáticas y sus limitaciones, la influencia de la sección geométrica y de los esfuerzos en la distribución de las tensiones. Otro aspecto importante es el diseño y verificación por resistencia y rigidez haciendo especial énfasis en elementos tipo viga-columna. La importancia para todo estudiante de ingeniería es tener una visión (crítica) del

comportamiento estructural de su estado tensional y deformaciones, conceptos básicos que se verán enriquecidos a medida que avance con las materias de cálculo afines al plan de estudio.

## Contenidos

### **Unidad 1. Fundamentos de la Resistencia de Materiales.**

1. Mecánica de materiales
2. Tensión y deformación
3. Comportamiento de los materiales. Ley de Hooke.
4. Diagramas tensión-deformación. Ductilidad y fragilidad. Coeficiente de Poisson.
5. Criterios básicos para la determinación de la seguridad de los materiales.

### **Unidad 2. Solicitaciones axiales.**

1. Tensión y deformación por solicitaciones axiales.
2. Tensiones sobre secciones inclinadas
3. Límites de la teoría.
4. Trabajo externo y energía interna.
5. Tensiones térmicas.

### **Unidad 3. Propiedades de las superficies planas.**

1. Momento Estático y Centro de gravedad.
2. Momentos de inercia.
3. Teorema de Steiner o de transporte.
4. Rotación de ejes. Direcciones principales.
5. Círculo de Mohr de inercia. Radio de giro

### **Unidad 4. Torsión**

1. Torsión de ejes circulares llenos y huecos.
2. Torsión de Saint Venant
3. Fórmulas para la torsión en ejes no circulares: Rectangulares, Perfiles.
4. Trabajo exterior y energía interna.
5. Torsión en secciones huecas de pared delgada. (Bredt)

### **Unidad 5. Flexión**

1. Flexión pura plana. Curvatura. Fórmula de Navier.
2. Módulo resistente y formas adecuadas de las secciones.
3. Flexión oblicua pura.
4. Flexión y normal combinados (Flexión compuesta Plana y oblicua).
5. Flexión según ejes no principales de inercia.
6. Centro de presión, Eje neutro y Núcleo central.

#### **Unidad 6. Corte.**

1. Fórmula fundamental del esfuerzo rasante.
2. Corte en vigas de sección rectangular
3. Corte en vigas flexionadas de paredes delgadas.
4. Corte en vigas con eje de simetría vertical (Círculo).
5. Centro de corte.

#### **Unidad 7. Estado biaxial de tensiones.**

1. Estado plano de tensiones.
2. Tensiones principales y máxima tensión de corte.
3. Círculo de Mohr de las tensiones.
4. Corte puro. Relación entre E, G y  $\mu$ .
5. Ley de Hooke biaxial.
6. Introducción al estado triaxial.

#### **Unidad 8. Solicitaciones combinadas.**

1. Criterios de fluencia.
2. Fórmula de los recipientes cilíndricos y esféricos sometidos a presión.
3. Flexión y Torsión combinadas.
4. Flexión y corte combinados
5. Otros casos de combinaciones.

#### **Unidad 9. Deformaciones por flexión.**

1. Ecuación diferencial de la línea elástica.
2. Relaciones entre curvaturas, rotaciones y deformada.
3. Método de integración. Condiciones de borde.
4. Método de superposición.

#### **Unidad 10. Inestabilidad por pandeo.**

1. Introducción al pandeo.
2. Columna ideal biarticulada (Euler).
3. Columnas con otras condiciones de vínculos.
4. Longitud de pandeo y esbeltez.
5. Límite de aplicabilidad de Euler.

### **Metodología de enseñanza**

El dictado de las clases se hará principalmente a través de clases teóricas-prácticas siguiendo el material bibliográfico principal. Las clases se desarrollarán a través de la exposición dialogada, donde se usará como herramienta de apoyo, medios audio-visuales y simulaciones numéricas. Las herramientas visuales tendrán como objetivo facilitar el



desarrollo de las clases y permitir al alumno motivar su participación. Las simulaciones numéricas podrán ayudar al alumno a contextualizar los aspectos teóricos a desarrollar, generar ideas y transformar la información en conocimiento. Para ello, es necesario que los alumnos hayan leído el material correspondiente a cada clase. Esto facilitará que el inicio de cada tema tenga una componente de clase inversa para lograr mayor participación de los alumnos en el desarrollo de los temas a abordar.

Los desarrollos de ejercicios prácticos en clase serán abordados por el docente pero una parte serán los estudiantes los que resuelven en clase en forma grupal y/o individual. La solución, discusión y análisis de los resultados será expuesta por los mismos estudiantes bajo la tutela del docente.

Los aspectos prácticos-teóricos se refuerzan a través de trabajos prácticos que deberán ser presentados y defendidos en forma individual en los horarios de consulta correspondiente. Se aprovecha este espacio para que los estudiantes resuelvan problemas tipos, casos prácticos y extraigan las conclusiones a partir de los resultados analizados. Cada práctico tiene una componente teórica donde los alumnos deberán generar respuestas conceptuales a partir de lo leído en la bibliografía.

## Evaluación

**Comentario [1]:** Agregar como evalúa / emplea los resultados de aprendizaje (RA)

En el cuatrimestre del dictado se realizarán dos evaluaciones parciales prácticas incluyendo preguntas sobre conceptos teóricos. El desarrollo correcto mínimo para aprobar los parciales es el 60% en cada parte.

Los alumnos deberán presentar y defender los trabajos prácticos en los horarios de consulta con el docente asignado a cargo. Así, el docente hará un seguimiento sobre cada alumno de manera individual. El alumno por su parte podrá autoevaluarse y tener una respuesta a corto plazo de su desempeño previo a cada parcial.

Para aquellos alumnos que hayan aprobado las etapas de evaluación parcial y trabajos prácticos podrán presentarse a rendir una evaluación teórica integradora de la materia (coloquio). La evaluación será oral y el alumno deberá exponer sus conocimientos y capacidades desarrolladas sobre diferentes aspectos conceptuales.

## Condiciones de aprobación

- Requisitos para aprobar la materia por promoción:
  1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas
  2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma
  3. Aprobar 2 parciales teóricos-prácticos, se puede recuperar un parcial
  4. Aprobar un coloquio integrador

Se puede recuperar un parcial y un coloquio. La Nota final es el promedio de notas obtenidas en los puntos 3) y 4).

- Requisitos para regularizar:
  1. 80% de asistencia a las clases teórico/prácticas
  2. 80% de los trabajos prácticos presentados en tiempo y forma

3. 1 parcial aprobado

## Actividades prácticas y de laboratorio

Las actividades prácticas se realizan en forma individual a través de trabajos prácticos que deberán ser presentados en tiempo y forma. No hay actividades de laboratorio.

TPN° 1- Esfuerzo Axial

TPN° 2- Propiedades de Secciones

TPN° 3- Torsión

TPN° 4- Flexión Simple y Corte

TPN° 5- Flexión Oblicua Compuesta

TPN° 6- Estados Planos y Aplicaciones

TPN° 7- Deformaciones por flexión

TPN° 8- Pandeo

## Competencias y resultados de aprendizaje

CG 1 (Alto) Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

CG 1.1 Identificar una situación problemática y organizar los datos pertinentes al problema.

- Identificar las hipótesis cinemáticas de comportamiento
- Identificar las limitaciones de las hipótesis en función de la geometría y del estado de carga
- Entender la forma de aplicación de las cargas
- Entender las condiciones de borde cinemáticas y de fuerzas

CG 1.2 Desarrollar criterios para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular

- Aplicar los criterios de resistencia y rigidez
- Utilizar el concepto de tensión admisible
- Utilizar el concepto de rigidez mínima admisible
- Verificar un elemento estructural
- Dimensionar un elemento estructural
- Controlar, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema
- Generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado
- Reconocer la influencia de la geometría de la sección en la rigidez y resistencia a distintos esfuerzos

CG 4 (Medio) Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería

CG 4.1 Identificar de manera efectiva las diferentes formulaciones y herramientas para solucionar un problema.

- Proponer la o las formulaciones a utilizar según el problema
- Reconocer la similitud de la situación planteada con problemas vistos en clase
- Combinar diferentes soluciones para dar respuesta a un problema combinado
- Interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de las diferentes formulaciones vistas en clase
- Determinar gráficamente las direcciones y los valores máximos y mínimos de momentos de inercia y tensiones

CG 4.2 Seleccionar de manera efectiva las diferentes formulaciones y herramientas para solucionar un problema.

- Emplear de manera correcta soluciones tabuladas sobre deflexión de vigas y propiedades geométricas de la sección

CE1.17 (Alto) Comprender y aplicar las tensiones y deformaciones a que puede estar sometida una pieza prismática, esfuerzo normal, de corte, momento flector y torsor, en forma simple como simultáneamente, además de los casos de inestabilidad de forma

CE1.17.1 Comprender y aplicar las hipótesis cinemáticas de comportamiento, sus consecuencias y limitaciones.

- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo axial
- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo de torsión
- Saber interpretar las hipótesis básicas de vigas sometidas a flexión
- Saber los conceptos de tensiones, deformaciones y ley constitutiva
- Saber interpretar y explicar la distribución de tensiones y deformaciones a partir de cada hipótesis

CE1.17.2 Comprender y aplicar la distribución de tensiones normales y de corte en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas, además de los casos de inestabilidad de forma.

- Entender la distribución de tensiones normales: axial y/o flexión
- Entender la distribución de tensiones de corte: por corte y por torsión
- Identificar las secciones críticas de un elemento estructural
- Identificar los puntos críticos en una sección transversal
- Calcular las propiedades de la sección transversal
- Analizar el estado plano de tensiones que puede estar sometido una pieza
- Identificar las direcciones y tensiones principales
- Calcular la carga crítica por inestabilidad de vigas-columnas

CE1.17.3 Calcular desplazamientos y deformaciones en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas

- Evaluar las deformaciones a partir del estado tensional
- Calcular los desplazamientos y giros

CE1.17.4 Diseñar secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas.

- Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible
- Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo

CE1.20 (Alto) Comprender y aplicar las tensiones y deformaciones a que puede estar sometida una pieza prismática, esfuerzo normal, de corte, momento flector y torsor, en forma simple como simultáneamente, además de los casos de inestabilidad de forma

CE1.20.1 Comprender y aplicar las hipótesis cinemáticas de comportamiento, sus consecuencias y limitaciones.

- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo axial
- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo de torsión
- Saber interpretar las hipótesis básicas de vigas sometidas a flexión
- Saber los conceptos de tensiones, deformaciones y ley constitutiva
- Saber interpretar y explicar la distribución de tensiones y deformaciones a partir de cada hipótesis

CE1.20.2 Comprender y aplicar la distribución de tensiones normales y de corte en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas, además de los casos de inestabilidad de forma.

- Entender la distribución de tensiones normales: axial y/o flexión
- Entender la distribución de tensiones de corte: por corte y por torsión
- Identificar las secciones críticas de un elemento estructural
- Identificar los puntos críticos en una sección transversal
- Calcular las propiedades de la sección transversal
- Analizar el estado plano de tensiones que puede estar sometido una pieza
- Identificar las direcciones y tensiones principales
- Calcular la carga crítica por inestabilidad de vigas-columnas

CE1.20.3 Calcular desplazamientos y deformaciones en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas.

- Evaluar las deformaciones a partir del estado tensional
- Calcular los desplazamientos y giros

CE1.20.4 Diseñar secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas.

Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible

- Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo

CE1B (Medio) Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1B.1 Comprender y aplicar las hipótesis cinemáticas de comportamiento, sus consecuencias y limitaciones en diferentes componentes estructurales de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo axial
- Saber interpretar las hipótesis básicas de barras sometidas a esfuerzo de torsión
- Saber interpretar las hipótesis básicas de vigas sometidas a flexión
- Saber los conceptos de tensiones, deformaciones y ley constitutiva
- Saber interpretar y explicar la distribución de tensiones y deformaciones a partir de cada hipótesis

CE1B.2 Comprender y calcular la distribución de tensiones normales y de corte en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas, además de los casos de inestabilidad de forma

- Entender la distribución de tensiones normales: axial y/o flexión
- Entender la distribución de tensiones de corte: por corte y por torsión
- Identificar las secciones críticas de un elemento estructural
- Identificar los puntos críticos en una sección transversal
- Calcular las propiedades de la sección transversal
- Analizar el estado plano de tensiones que puede estar sometido una pieza
- Identificar las direcciones y tensiones principales
- Calcular la carga crítica por inestabilidad de vigas-columnas

CE1B.3 Calcular desplazamientos y deformaciones en las secciones de barras y vigas bajo solicitaciones conocidas.

- Evaluar las deformaciones a partir del estado tensional
- Calcular los desplazamientos y giros

CE1E (Medio) Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1E.1 Calcular diferentes componentes estructurales de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Calcular la distribución de tensiones normales y de corte bajo diferentes esfuerzos y sus combinaciones
- Saber calcular desplazamientos y deformaciones en diferentes componentes estructurales, además de los casos de inestabilidad de forma

CE1E.2 Diseñar diferentes componentes estructurales de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible

- Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo
- CE1F (Medio) Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1F.1 Calcular diferentes componentes estructurales de los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Calcular la distribución de tensiones normales y de corte bajo diferentes esfuerzos y sus combinaciones
- Saber calcular desplazamientos y deformaciones en diferentes componentes estructurales, además de los casos de inestabilidad de forma

CE1F.2 Diseñar diferentes componentes estructurales de los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

- Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible
- Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo

CE1G (Medio) Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1G.1 Diseñar diferentes componentes estructurales involucrados en el sistema de navegación de toda máquina de vuelo.

- Dimensionar secciones a partir del criterio de tensión máxima admisible
- Dimensionar secciones a partir del criterio de desplazamiento máximo

CE1I (Medio) Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1I.1 Diseñar y calibrar diferentes componentes estructurales de equipos de laboratorios

- Reconocer e interpretar valores razonables de las propiedades físicas (módulo de elasticidad, tensión de fluencia, tensión límite de proporcionalidad, densidad, etc)
- Calcular componentes estructurales bajo la combinación de diferentes solicitaciones

## Bibliografía

Bibliografía principal:

J. Gere y B. Goodno. *Mecánica de Materiales*, 8va edición. Ed. CENGAGE Learning, 2016.

Bibliografía complementaria:

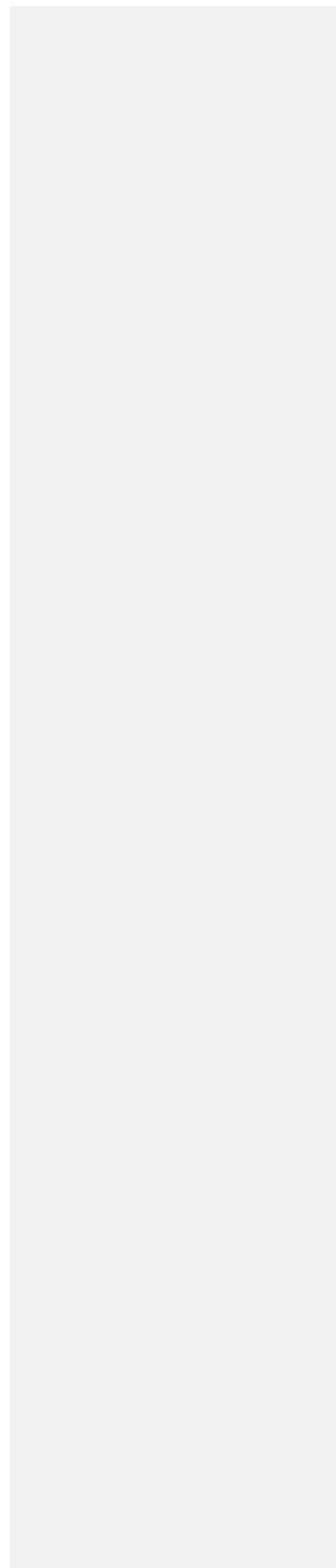
F. Beer y R. Johnston. *Mecánica de Materiales*, 5ta edición. Ed. Mc Graw Hill, 2012.

Libros clásicos

E. Popov. *Introducción a la Mecánica de Sólidos*, Ed. Limusa, 1981.

Feodosiev V.I. *Resistencia de Materiales*, Ed. Sapiens, 1976.

Stiopin P.A. *Resistencia de materiales*, Ed. Mir, 1979.





Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA MECANICA DE LAS ESTRUCTURAS

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 11 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:17:29 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:17:35 -03'00'



Asignatura: **Mecánica Racional**

Código:	RTF	6
Semestre: 5to	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnológicas básicas	Horas de Práctica	

Departamento: Física

Correlativas: Ing. Aeroespacial;  
Correlativa 1: Física I  
Correlativa 2: Análisis Matemático 3

Contenido Sintético:

1. Sistemas de vectores deslizantes
2. Cinemática del punto
3. Cinemática del cuerpo rígido
4. Dinámica del punto
5. Movimiento central
6. Movimiento vibratorio
7. Dinámica de los sistemas
8. Momentos de inercia
9. Dinámica del cuerpo rígido
10. Dinámica Analítica

Competencias Genéricas:

- **CG1.** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- **CG4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería
- **CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

Ingeniería Aeroespacial

**CEI B** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CEI C:** Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

**CEI D:** Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE3 A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

Mecánica Racional es una asignatura que pertenece al tercer año (quinto cuatrimestre) de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Ing. Mecánica e Ing. Aeroespacial. Al momento de transitar este espacio curricular, el estudiante ha cursado las asignaturas de: Física 1 y 2, Análisis Matemático 1, 2 y 3 y Estructuras Isostáticas. La asignatura abarca el estudio de la mecánica newtoniana aplicada a partículas, sistema de partículas y cuerpos rígidos y la dinámica analítica con el estudio y aplicación de las ecuaciones de Lagrange. A través del cursado de la asignatura, el estudiante desarrollará las competencias propuestas. La Mecánica está presente en un extenso, variado y creciente universo de aplicaciones que van desde los mecanismos más sencillos hasta aplicaciones en robótica.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista centrado en el estudiante donde se proponen una serie de actividades de desarrollo tanto individuales como grupales donde el estudiante debe plantear y resolver

situaciones problemáticas donde deberá explicitar los conceptos involucrados, la estrategia de resolución y el análisis crítico de los resultados obtenidos. Se pretende con esto desarrollar las competencias propuestas desde el aprender haciendo a través de la resolución de problemas.

Son objetivos de la asignatura:

- Capacitar a los y las estudiantes en las técnicas de resolución de problemas utilizando como apoyo herramientas informáticas adecuadas.
- Consolidar la comprensión de los fundamentos de las leyes de la Mecánica, para aplicarlos al cálculo de esfuerzos y análisis de movimientos.
- Desarrollar en los estudiantes, hábitos que potencien tanto su autonomía y trabajo en equipo reforzando el espíritu crítico y la actitud creadora.

## Contenidos

### **CAPÍTULO I: SISTEMAS DE VECTORES DESLIZANTES**

1. Momento de un vector y de un sistema de vectores.
2. Campos de momentos. Resultante. Invariante escalar y eje central.
3. Sistemas equivalentes. Reducción canónica.

### **CAPÍTULO II: CINEMATICA DEL PUNTO**

1. Posición, velocidad, aceleración. Trayectoria, Hodógrafa.
2. Componentes intrínsecos de la velocidad y la aceleración.
3. Componentes polares y cilíndricas de la posición, la velocidad y la aceleración.

### **CAPITULO III: CINEMATICA DEL CUERPO RÍGIDO**

4. Sistema rígido. Traslación, rotación, movimiento rígido general. Teoremas de Euler y Chasles. Composición de movimientos rígidos en general.
5. Campo de velocidades. Composición de movimientos rígidos.
6. Movimiento relativo. Composición de velocidades y aceleraciones. Teorema de Coriolis. Aplicaciones
7. Movimiento rígido plano. Centro instantáneo de rotación. Base y rodante.

### **CAPITULO IV: DINAMICA DEL PUNTO**

8. Principios de Newton. Referencias inerciales y no inerciales. Fuerzas de inercia.
9. Integración de las ecuaciones de movimiento. Distintos tipos de fuerzas. Condiciones iniciales.
10. Trabajo. Energía cinética y potencial. Fuerzas conservativas y disipativas.

## **CAPÍTULO V: MOVIMIENTO CENTRAL**

11. Fuerzas centrales. Velocidad areolar. Fórmula de Binet.
12. Movimiento kepleriano. Cónicas. Determinación de la fuerza. Determinación de la órbita. Ley de gravitación universal.
13. Hodógrafa del movimiento planetario. Potencial de fuerzas gravitacionales. Naturaleza de la órbita de acuerdo a la energía. Problema de los dos cuerpos.

## **CAPÍTULO VI: MOVIMIENTO VIBRATORIO**

14. Oscilador armónico simple.
15. Oscilaciones libres, amortiguadas y forzadas. Resonancia
16. Oscilaciones acopladas.

## **CAPITULO VII: DINAMICA DE LOS SISTEMAS**

17. Centro de masa. Cantidad de movimiento y momento cinético de un sistema.
18. Teorema de la cantidad de movimiento. Teorema del movimiento del baricentro. Teorema del momento cinético.
19. Ecuaciones cardinales de movimiento de un sistema cualquiera.
20. Energía cinética de un sistema. Teorema de König. Conservación de la energía mecánica.

## **CAPITULO VIII: MOMENTOS DE INERCIA**

21. Momento de inercia con respecto a un eje. Momentos centrífugos o productos de inercia.
22. Tensor de inercia de un sistema material. Elipsoide de inercia. Ejes principales de inercia
23. Teoremas sobre los planos y ejes de simetría de un sistema material.
24. Momentos de inercia respecto a ejes paralelos. Productos de Inercia respecto a ejes paralelos. Ejes centrales de inercia.

## **CAPITULO IX: DINAMICA DEL CUERPO RIGIDO**

25. Ángulos de Euler. Componentes del vector rotación.
26. Momento cinético del sistema rígido. Energía cinética de un sistema rígido.
27. Dinámica de un sistema rígido con un eje fijo y punto fijo. Reacciones dinámicas. Ecuaciones de Euler.
28. Giróscopo. Precesión estable del giróscopo. Efectos giroscópicos. Trompo.

## **CAPITULO X: DINAMICA ANALITICA**

29. Ligaduras holónomas y no holónomas. Energía cinética de un sistema holónimo
30. Desplazamiento virtual. Trabajo virtual. Trabajo virtual en condiciones de equilibrio. Principio de los trabajos virtuales.
31. Principio de D'Alembert. Relación y ecuación simbólica de la dinámica. Ecuaciones de Lagrange. Función Lagrangiana.

## Metodología de enseñanza

Dictado de dos clases teórica- práctica semanales con enfoque constructivista secuenciando los contenidos del tal manera que posibiliten enseñar a partir de lo que el estudiante ya conoce, a través de formulaciones matemáticas acorde con los conocimientos de análisis matemático y principios de la física que ya posee  
Exposición del tema introduciendo el problema que se quiere resolver y las posibles aplicaciones a la ingeniería. Exposición dialogada. Interrogación a los alumnos durante el avance del tema.

Empleo de gráficas y esquemas. Uso de programas de computación como ayudas a la enseñanza.

En las clases se exponen los ejercicios a ser resueltos por los alumnos, dando indicaciones generales de cómo resolverlos y alertando sobre las dificultades. No se intenta proponer el aprendizaje por la repetición de ejercicios, sino más bien, desarrollar la autonomía del alumno, modificando la dificultad en forma creciente. Se hace pasar a los alumnos al pizarrón para resolver ejercicios o parte de ellos. Se permite a los alumnos formar grupos y trabajar en conjunto.

Se establecen horarios de consulta semanales.

Además de las clases presenciales, se utiliza como recurso el aula virtual de la cátedra para desarrollar alguna de las actividades previstas en el semestre del dictado, tales como clases teóricas - prácticas y de resolución de problemas y/o cuestionarios

## Evaluación

La evaluación se llevará a cabo mediante la realización de 4 (cuatro) exámenes parciales durante el cuatrimestre de cursado, con la posibilidad de recuperar dos (2) de ellos (por ausencia o aplazo, tanto para regularizar la materia como para alcanzar la promoción). Como herramienta de evaluación se utilizará la rúbrica. Dependiendo de la condición académica alcanzada por el estudiante, deberá rendir un examen final en condición de regular para acceder a la aprobación de la materia. En todas las instancias, el docente a cargo de la evaluación evaluará el desempeño y desarrollo de las competencias de acuerdo al tipo de rúbrica que se detalla más abajo. En todos los casos la instancia de evaluación se aprueba cumplimentando el 60% de la exigencia de cada caso.

Indicador	Nivel			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo

<p><b>Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema para interpretarlo correctamente, reconociendo las magnitudes intervinientes y el sistema de unidades.</b></p>	<p>Describe de manera detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona completamente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.</p>	<p>Describe de manera poco detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona completamente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.</p>	<p>Describe de manera poco detallada el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona parcialmente con los contenidos teóricos estudiados, identificando claramente alguna de las magnitudes intervinientes, utilizando de manera eficiente el sistema de unidades.</p>	<p>No describe el contexto físico al plantear la resolución del problema y lo relaciona escasamente con los contenidos teóricos estudiados, no identificando claramente todas las magnitudes intervinientes, utilizando de manera poco eficiente el sistema de unidades.</p>
<p><b>Organiza su trabajo, siguiendo metodologías claras, describiendo con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas.</b></p>	<p>Planifica e implementa estrategias de trabajo explicitando un adecuado marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando datos e incógnitas claramente.</p>	<p>Implementa estrategias de trabajo explicitando un adecuado marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando datos e incógnitas claramente</p>	<p>Implementa estrategias de trabajo explicitando un marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones coherentes con la situación planteada identificando algunos datos e incógnitas</p>	<p>Implementa alguna estrategia de trabajo explicitando un marco conceptual apoyándose en infografías, diagramas y representaciones de manera escasa con la situación planteada identificando algunos datos e incógnitas</p>
<p><b>Analiza de manera clara y detallada los enunciados de los problemas/ejercicios para interpretar la dinámica de los sistemas mecánicos en el marco de la resolución de problemas.</b></p>	<p>Interpreta claramente el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con muy buena precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos.</p>	<p>Interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con buena precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>	<p>Interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, con escasa precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>	<p>No interpreta el enunciado del problema y analiza en forma oral y escrita, sin precisión y claridad la dinámica de los sistemas mecánicos</p>
<p><b>Justifica los resultados obtenidos con el propósito de avalar el proceso de resolución empleado teniendo en cuenta las hipótesis del modelo utilizado.</b></p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con alto grado de precisión y en caso de obtener incoherencias, rechaza el resultado y revisa</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con precisión y en caso de obtener incoherencias, rechaza el resultado y revisa todo el procedimiento.</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema con precisión y en caso de obtener incoherencias, justifica el resultado y revisa parte del procedimiento.</p>	<p>Justifica de manera escrita y oral los resultados obtenidos en la resolución del problema sin precisión y en caso de obtener incoherencias, no las justifica.</p>

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para alcanzar la promoción.

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas. -
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas. -
- 3.- Aprobar todos y cada uno de los temas de cada parcial con nota de cuatro (4).
- 4.- Se podrá recuperar un solo parcial siendo condición para rendir este haber aprobado al menos uno de los dos parciales que serán tomados en las fechas estipuladas por la cátedra.

### Requisitos para alcanzar la regularidad

Los alumnos que cumplan con el 50% de las exigencias referidas a los parciales y tengan la asistencia requerida en el punto dos serán considerados regulares.

## Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias genéricas

**CG1:** Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

**CG 4.** Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

**CG7.** Competencia para comunicarse con efectividad

### Competencias específicas

#### Carrera de Ingeniería Aeroespacial

**CEI B:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CEI C:** Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

**CEI D:** Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI E:** Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

**CEI F:** Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda

máquina de vuelo

**CEI G:** Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

**CE3 A:** Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

### **Resultados de aprendizaje**

R1: Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema para interpretarlo correctamente, reconociendo las magnitudes intervinientes y el sistema de unidades.

R2: Organiza su trabajo, siguiendo metodologías claras, describiendo con claridad la conexión conceptual entre datos e incógnitas.

R3: Analiza de manera clara y detallada los enunciados de los problemas/ejercicios para interpretar la dinámica de los sistemas mecánicos en el marco de la resolución de problemas.

R4: Justifica los resultados obtenidos con el propósito de avalar el proceso de resolución empleado teniendo en cuenta las hipótesis del modelo utilizado.

### **Bibliografía**

GOLDSTEIN, Herbert. *Mecánica clásica*.. Segunda edición. 1972. Ed. Aguilar.

HERTIG, R. *Mecánica teórica*. Tercera edición. 1970. Ed. El Ateneo.

SYMON, Keith. *Mecánica*.. Primera edición. 1977. Ed. Aguilar.

SYNGE y GRIFFITH, *Principios de Mecánica*, Segunda edición. 1965. Ed. McGraw-Hill

L. B. LANDAU y E. M. LIFSHITZ, *Mecánica*. Primera edición. 1970. Ed. Reverté

MERIAM J. L. *Mecánica vectorial para ingenieros. Dinámica*. Tercera edición. 1984. Ed. Reverté.

BEER y JOHNSTON. *Mecánica Vectorial para Ingenieros. Tomo II. Dinámica*.. Sexta edición. 1998. Ed. McGraw Hill

GREENWOOD, Donald T. *Classical Dynamics*. Segunda edición. 1997. Dover Pub.





Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Mecánica Racional

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:31:04 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:31:09 -03'00'

Asignatura: **Organización Industrial y Empresarial**

Código:	RTF	6
Semestre: 7mo	Carga Horaria	96
Bloque: Ciencias y Tecnologías Complementarias	Horas de Práctica	24

Departamento: Producción, Gestión y Medio Ambiente

Correlativas:

- Correlativa 1. Ingeniería Económica y Legal (Ing. Electromecánica- Ing. Mecánica)
- Correlativa 2. Mecanismos y Elementos de Máquinas (Ing. Aeroespacial)

Contenido Sintético:

1. La industria. Definición. Características.
2. Organización y estructura de la empresa.
3. La fábrica como unidad productiva.
4. Análisis del trabajo.
5. Investigación del mercado.
6. Mantenimiento Industrial.
7. Planificación, programación y control de la producción.
8. Dirección de operaciones.
9. Gestión financiera y comercial de las empresas..
10. Control de gestión.
11. Ciclo económico
12. Planificación y gestión de proyectos. Metodologías ágiles.

Competencias Genéricas:

- **CG 2.** Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG 3.** Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG 6.** Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo
- **CG 8.** Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Aprobado por HCD:

RES: Fecha:

### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Electromecánica

- **CE 2.1.2** Aplicar los sistemas productivos y la estructura organizacional de las empresas
- **CE 2.1.3** Realizar estudios del trabajo, organización de operaciones y planificación de la producción, en la industria y comercio.
- **CE 2.1.4** Aplicar sistemas de gestión en el mantenimiento de elementos, equipos y máquinas, con un criterio de mejora continua en los procesos de manufactura
- **CE 2.1.5** Realizar la planificación de proyectos con métodos predictivos y ágiles

### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Mecánica

- **CE 2.3** Aplicar los sistemas productivos y la estructura organizacional de las empresas
- **CE 2.4** Realizar estudios del trabajo, organización de operaciones y planificación de la producción, en la industria y comercio.
- **CE 2.5** Realizar la planificación de proyectos con métodos predictivos y ágiles
- **CE 3.1** Aplicar sistemas de gestión en el mantenimiento de elementos, equipos y máquinas, con un criterio de mejora continua en los procesos de manufactura

### Competencias Específicas de la carrera de Ing. Aeroespacial

- **CE2 A.** Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

La materia se cursa en el séptimo semestre de las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electromecánica e Ing. Aeroespacial, dentro del bloque de Ciencias y Tecnologías Complementarias. Teniendo el estudiante a esa altura de la carrera con conocimientos de electricidad, mecánica, materiales, diseño e instalaciones de equipos y de la tecnología de elementos y equipos eléctricos.

En escenarios altamente competitivos no alcanza el conocimiento técnico para el correcto desempeño profesional. Se requiere tener conocimientos de herramientas de gestión que permitan liderar procesos de cambio, proyectos de ingeniería, proyectos industriales y de mejora empresarial.

También se precisa un enfoque estratégico para la definición de objetivos y toma de decisiones, siendo los aspectos económicos y visión sistémica claves.

Durante las clases el alumno adquirirá las competencias para realizar diagnósticos, evaluaciones, juicios, definir estrategias, objetivos y planificar proyectos de ingeniería o industriales.

## Contenidos

Unidad 1 - La Industria. Tipos de Producción.

1. La industria y su importancia en la sociedad.
2. Evolución y dinámica de la industria y los servicios.
3. Análisis de la situación actual en el medio globalizado.
4. Características de los tipos de producción.
5. Importancia de los servicios.

#### Unidad 2 - Organización y estructura de la empresa.

1. Organización. Definición y conceptos fundamentales.
2. Principios de organización.
3. Los precursores. Funciones esenciales.
4. Desarrollo de la estructura.
5. Tipos de organización.

#### Unidad 3 – Estudio del Trabajo

1. Importancia de las relaciones laborales. El personal como ventaja competitiva.
2. La capacitación laboral.
3. El estudio de métodos. Metodología, gráficos y diagramas.
4. Mejora e implantación del nuevo método.
5. Medición del Trabajo. Técnicas de medición.
6. Las fases del estudio de tiempos. Determinación del tiempo tipo.
7. Tiempos predeterminados. Incentivos salariales.

#### Unidad 4 - Investigación del mercado. Desarrollo del producto.

1. Nueva concepción del estudio del mercado.
2. Ciclo de vida de los productos.
3. La selección de productos y servicios.
4. Diseño y desarrollo del producto.
5. Estrategia para diseño y desarrollo de nuevos productos.

#### Unidad 5 - La fábrica como unidad productiva. La planta. Las máquinas.

1. El sistema empresarial y el subsistema de operaciones.
2. La importancia de la gestión de producción en el entorno actual.
3. Productividad y calidad a bajos costos.
4. La localización de la planta industrial.
5. Importancia del equipamiento. Gestión de mantenimiento.
6. Mantenimiento Productivo Total.

#### Unidad 6 - Planificación y programación de la producción.

1. La planificación empresarial y la planificación de la producción.
2. Planificación, programación y control de la producción.
3. La planificación de la producción.
4. La programación. Etapas de la programación.
5. El control de los inventarios.
6. La demanda en la planificación.

#### Unidad 7 - Control de la producción.

1. Control de la capacidad.
2. La planificación agregada.

3. Programa maestro.
4. Gestión de las existencias y logística.
5. Costos relacionados con las existencias. Sistema de gestión de existencias.

#### Unidad 8 - Producción diversificada.

1. Sistemas MRP I. Programa maestro de producción.
2. MRP II para la gestión de los recursos de producción.
3. El sistema logístico.
4. La filosofía Justo a Tiempo (JIT). Los elementos del sistema.
5. El sistema Kanban. Aspectos complementarios del JIT.
6. Optimización del sistema productivo. Teoría de las restricciones.
7. Reglas de aplicación. Reducción de las restricciones.

#### Unidad 9 - Gestión de la calidad.

1. Sistemas de calidad.
2. Calidad en los bienes y los servicios.
3. Planificación, control, aseguramiento y mejoramiento de la calidad.
4. Sistemas ISO 9000.
5. Aseguramiento de la calidad.
6. La calidad total.

#### Unidad 10 - Costos industriales.

1. El ingeniero ante los costos.
2. Componentes del costo. Cálculo y determinación.
3. Costos directos e indirectos. Distribución de los gastos indirectos.
4. Costos fijos y variables.
5. Punto de equilibrio entre ingresos y egresos.

#### Unidad 11 - Gestión financiera. Gestión Comercial.

1. La empresa como sistema.
2. Las funciones básicas. Subsistema de Dirección y Gestión.
3. Subsistema de Inversión/Financiación.
4. Subsistema Comercial.
5. Otros subsistemas.

#### Unidad 12 - Conducción económica de la empresa.

1. Ciclo económico.
2. Los capitales en la empresa industrial.
3. Fuentes de financiamiento de una empresa.
4. Rentabilidad de los capitales.

## Metodología de enseñanza

Exposición dialogada y orientación bibliográfica a cargo de los docentes relacionadas con la gestión de organizaciones productivas y la gestión de proyectos. Lecturas guiadas de la bibliografía, exposición de las mismas por parte de los alumnos y debate sobre lo

presentado para fomentar el espíritu crítico, las habilidades de trabajo en equipo y relaciones interpersonales

Realización de trabajos prácticos en grupos para promover el trabajo en equipo, solicitando construcción de argumentaciones sobre la resolución elegida que previamente deben ser consensuadas entre los integrantes del grupo.

Ejecución de guías de ejercicios tipo sobre sistemas productivos, administración, gestión mantenimiento y resolución de consultas.

Visitas guiadas a centros de producción para tomar contacto con sistemas, métodos y actividades de la especialidad.

Estudios de caso sobre situaciones tomadas de publicaciones periodísticas y casos reales.

Construcción de argumentaciones, debate y role playing.

Orientar el trabajo del estudiante, potenciando su autonomía, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones.

Desarrollar en el estudiante la capacidad para coordinar y trabajar en equipo en actividades grupales, que posibiliten la comunicación, el intercambio, argumentación de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.

Aplicar actividades de metacognición y actividades de búsqueda, selección y análisis de la información de distintas fuentes.

## Evaluación

Las metodologías y estrategias de evaluación que se emplearán, considerando los resultados de aprendizaje y los diferentes temas de las unidades desarrolladas en clases y laboratorio, son:

El alumno es evaluado de manera objetiva con exámenes parciales escritos, donde un 50 % del puntaje total corresponde al teórico y un 50 % al práctico.

La corrección y calificación se realiza con el sistema logarítmico que requiere un 60% correcto para obtener la aprobación.

Esto implica que para aprobar el alumno debe manejar temas de la teoría y de la práctica.

Se tomarán 2 exámenes parciales con posibilidad de recuperar uno de los parciales.

Se evaluarán también las carpetas con los trabajos prácticos. Para aprobar la carpeta el 100% de los trabajos prácticos debe estar aprobado. Los prácticos se presentan por aula virtual y de forma presencial al docente a fin de permitir evaluar el grado de participación, colaboración y manejo de competencias de gestión de los integrantes del equipo de trabajo. Empleando el instrumento rúbrica.

Durante la presentación de trabajos prácticos se realizan preguntas sobre casos reales a fin de evaluar la capacidad de elaborar soluciones de manera grupal.

## Condiciones de aprobación

Para regularizar la materia:

El alumno deberá tener presentados TODOS los Trabajos Prácticos y aprobar DOS (2) parciales. Solo se puede recuperar un parcial, y la nota del recuperatorio reemplaza a la nota del parcial ausente/recuperado.

Se aplicará el sistema de calificación no-lineal (Res.168-HCD 99): equivalente al 60/65 %, del parcial resuelto correctamente (significa aprobar el parcial). Resto de condiciones según Res. 154-HCD-2002 y (Régimen de alumnos).

Si el alumno aprueba los dos parciales y los Trabajos Prácticos queda en condición de regular para presentarse a examen final (al examen debe asistir con la carpeta de Trabajos Prácticos).

Cuando el estudiante tenga PRESENTADOS Y APROBADOS TODOS los Trabajos Prácticos y el promedio de los DOS (2) parciales sea igual/superior al 75 % Y SIN TENER NINGÚN PARCIAL DESAPROBADO (a estos fines, la nota del recuperatorio reemplaza a la del ÚNICO parcial ausente/recuperado), y cumplidas el resto de las condiciones (asistencia a horarios de consulta, presentación correcta y en término, puntualidad, etc.), y el desempeño del alumno lo amerite, se dará PROMOCIÓN DIRECTA (SIN EXÁMEN FINAL), según Art. 30º Res. 154-HCD-2002

Para poder rendir cada parcial, el alumno deberá tener las presentaciones de los trabajos sobre la evaluación de referencia, presentados (según indicaciones del punto 4 de la reglamentación), y carpeta de T.P. al día.

Ante el incumplimiento acumulativo de presentaciones de trabajos, desaprobación de parciales, etc. que superen las condiciones mencionadas, el alumno quedará en condición de LIBRE

## Actividades prácticas y de laboratorio

Se realizan 3 Trabajos Prácticos Integradores de los contenidos de la materia.

Se evalúa la capacidad de relacionar conceptos y elaborar respuestas a problemáticas de gestión de organizaciones industriales, medios productivos y gestión de proyectos.

Los Trabajos Prácticos Integradores engloban temas de Estudio de Métodos y Tiempos, tipos de organización, Planificación y Control de la Producción, Mantenimiento, Administración de Proyectos y Costos.

En los coloquios de presentación de Trabajos Prácticos se evalúan las competencias comunicacionales del equipo de trabajo.



## Competencias y resultados de aprendizaje

Competencias Genéricas	Resultados de Aprendizaje
<b>CG 2.</b> Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<b>RA1.-</b> Utiliza las herramientas de gestión de proyectos para administrar eficientemente los proyectos. <b>RA2.-</b> Identifica problemáticas del tipo de gestión de proyectos para optimizar resultados.
<b>CG 3.</b> Competencia para gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<b>RA3.-</b> Define el tipo de planificación más adecuado para el proyecto. <b>RA4.-</b> Define tablero de control de gestión de los proyectos.
<b>CG 6.</b> Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	<b>RA5.-</b> Presenta trabajos de equipo y argumenta respecto de las decisiones tomadas permitiendo la discusión enriquecedora.
<b>CG 8.</b> Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	<b>RA6.-</b> Mejora la productividad promoviendo el mínimo impacto ambiental a través del ahorro de recursos y mejora en la calidad de vida

Competencias Específicas	Resultados de aprendizaje
<b>CE 2.1.2 y 2.3.</b> Aplicar los sistemas productivos y la estructura organizacional de las empresas	<b>R.A.1.</b> Identifica los diferentes modelos organizacionales aplicables a la organización analizada. <b>R.A.2.</b> Define la estructura organizacional, tipo de proceso y distribución interna de la empresa en función de objetivos estratégicos y condiciones políticas, sociales, económicas y tecnológicas adecuadas.

<p><b>CE 2.1.3 y 2.4</b> Realizar estudios del trabajo, organización de operaciones y planificación de la producción, en la industria y comercio.</p>	<p><b>RA.3.</b> Optimiza métodos de trabajo y definición de tiempos estándar para aumentar productividad y reducir impacto ambiental.</p> <p><b>RA.4.</b> Define capacidad productiva necesaria para atender planes de producción teniendo presente las implicancias económicas e industriales de un correcto dimensionamiento.</p> <p><b>RA.5.</b> Administra el uso de la capacidad industrial instalada mediante una planificación adecuada de la producción para su optimización</p>
<p><b>CE 2.1.4 y 3.1</b> Aplicar sistemas de gestión en el mantenimiento de elementos, equipos y máquinas, con un criterio de mejora continua en los procesos de manufactura</p>	<p><b>RA.6.</b> Define el tipo de mantenimiento más adecuado para la actividad optimizando los costos durante el ciclo de vida de los mismos, reduciendo los riesgos de daños materiales y/o integridad física de las personas, evitando contaminar el medio ambiente.</p>
<p><b>CE 2.1.5 y 2.5</b> Realizar la planificación de proyectos con métodos predictivos y ágiles</p>	<p><b>RA.7.</b> Coordina los recursos humanos, materiales y de gestión para entregar proyectos que cumplan los objetivos de costo, plazo, calidad y que satisfagan los requisitos.</p>
<p><b>CE2 A.</b> Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p><b>RA.8.</b> Coordina los recursos humanos, materiales y de gestión para entregar proyectos que cumplan los objetivos de costo, plazo, calidad y que satisfagan los requisitos.</p>

## Bibliografía

Apuntes de Clase de los Docentes de la Cátedra.

Clases expositivas de los docentes (aula virtual).

Videos de clases expositivas de los docentes (aula virtual).

Heizer, J., Render, B., & Parra, J. L. M. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas* (No. TS155. H45 2007.). Pearson educación.

Heizer, J., Render, B., & Parra, J. L. M. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones tácticas* (No. TS155. H45 2007.). Pearson educación.

Machuca, J. D., Gil, M. Á., Machuca, M. D., González, S. G., & Jiménez, A. R. (1995). *Dirección de Operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Mac Graw Hill, Madrid.

Boero, C. (2020). *Organización industrial*. Jorge Sarmiento Editor-Universitas.

Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Chaparro, F. O. (1992). *La máquina que cambió el mundo* (p. 292). Madrid: McGraw-Hill.

Taylor, F. W., & Fayol, H. (1973). *Principios de administración científica* (No. T58 T3e 1973). Buenos Aires: El Ateneo.

Kanaway, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo OIT*. Ginebra: Organización internacional del trabajo.

Nieto Vigil, A. (2010). *Organización industrial..* Grupo Editorial Éxodo. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/130323>

Vázquez, J. C. (1992). *Costos*. Aguilar.

Horngren, C. T., Foster, G., & Datar, S. M. (2007). *Contabilidad de costos un enfoque gerencial*. Pearson educación.

Palencia, O. G. (2011). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Principios fundamentales*. Ediciones de la U.

Torres, L. (2015). *Gestión integral de activos físicos y mantenimiento*. Alpha Editorial.

Gallará, I. & Pontelli, D. (2020). *Mantenimiento industrial..* Jorge Sarmiento Editor - Universitas. <https://elibro.net/es/lc/bmayorunc/titulos/172527>



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Organización Industrial y Empresarial

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 10 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:42:17 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:42:22 -03'00'

Asignatura: **PRACTICA PROFESIONAL INTEGRADORA**

Código:	RTF	16
Semestre: Decimo	Carga Horaria	296 hs.
Bloque: Tecnológicas Aplicadas	Horas de Práctica	296 hs.

Escuela de Ingeniería Mecánica Aeronáutica

Correlativas:

- Para iniciar la PPS, el estudiante debe tener 233 RTF de asignaturas aprobadas  
Para rendir el PI tiene que tener todas las asignaturas aprobadas excepto este espacio curricular

Contenido Sintético:

- Depende de la propuesta gestionada de PP y PI

Competencias Genéricas:

- CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG 9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.
- CG 10. Competencia para actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1B Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 C Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E . Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

Este espacio curricular pretende conducir al estudiante a la aplicación de los conocimientos aprendidos en la carrera, a través de situaciones reales en un ámbito en que se desarrollan actividades profesionales que serán una constante en su futura vida de egresado, a la vez que representa una vinculación desde la Universidad a las Industrias/ Empresas.

También, en la ejecución del Proyecto integrador, en Práctica Profesional Integradora, se incentiva al estudiante a aplicar, diseñar, calcular, etc., con la finalidad de que comprendan y ejecuten un proyecto propio, con apoyo de un Director docente y posibles co directores del campo profesional.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Aeronáutica considera que al realizar su PPI el estudiante concretará un objetivo cuasi profesional del futuro ingeniero, aportando confianza y seguridad en sus propias capacidades y habilidades de aprendizaje.

En resumen, la PPI permite:

- Brindar al estudiante experiencia práctica complementaria en el ámbito de la Ingeniería, para su inserción en el ejercicio de la profesión.
- Facilitar el contacto del estudiante con Instituciones, Empresas Públicas o Privadas o Profesionales relacionados a la Ingeniería.
- Introducir en forma práctica al alumno en los métodos reales y códigos relativos a las Organizaciones Laborales.
- Ofrecer al estudiante experiencias y posibilidades de contactos con nuevas tecnologías.
- Contribuir con la tarea de orientación del alumno respecto a su futuro ejercicio Profesional.
- Desarrollar actividades que refuercen la relación Universidad-Medio Social favoreciendo el intercambio y enriquecimiento mutuo.

Por último, al realizar su Proyecto Integrador permitirá expresar en un mismo proyecto lo aprendido en el cursado de la carrera. Este Proyecto Integrador puede ser una continuidad del tema desarrollado en la Práctica Profesional, o bien, si el estudiante lo desea, puede ser la concreción de un proyecto de su interés particular, que sea pertinente con la formación recibida. Este Proyecto Integrador, en cualquiera de las variantes elegidas por el estudiante, no debe tener una extensión temporal mayor a los seis meses, a posteriori de haber realizado la Práctica Profesional.

## Contenidos

Los contenidos están basados en los conocimientos adquiridos durante la carrera, y serán coordinados por el estudiante, el director designado y la Escuela de Ingeniería Mecánica Aeronáutica.

## Metodología de enseñanza

La Práctica Profesional requiere realizar 200 horas de trabajo en una industria o empresa afin a la actividad mecánica aeronáutica y espacial. Luego desarrollar un Proyecto Integrador, dirigido por un director docente, de una duración no mayor a los seis meses (equivalente a 96 hs de contacto con su director de PI).



Si el estudiante decide realizar su Práctica Profesional independiente del PI, deberá cerrar la Práctica Profesional con un informe que resuma las actividades realizadas en la misma y complementar ese informe con un informe de calificación cualitativa de su desempeño por parte del tutor designado por la empresa.

Si el estudiante decide continuar con su PI en base al trabajo desarrollado en la Práctica Profesional, deberá presentar su informe de Práctica Profesional, el Informe de Proyecto Integrador y el informe de su tutor en la empresa.

## Evaluación

La evaluación será en dos etapas, si el estudiante decide separar PP y PI. La primera etapa será el cierre de la PP, dónde el estudiante presentará, al cabo de las 200 horas de realización, el informe de PP y el informe del tutor de la empresa. En ese caso la Escuela de Ingeniería Mecánica Aeronáutica guardará la nota correspondiente hasta que el estudiante presente su PI en el examen final de la carrera.

Si el alumno decide hacer PP y PI en un solo proyecto, deberá presentar su informe de PP, el Informe de Proyecto Integrador y el informe de su tutor en la empresa al momento de solicitar autorización para rendir el examen final de la carrera.

## Procedimientos a seguir

La PP tiene dos fases, una es la fase legal, que es la obtención de un seguro de riesgo de trabajo para liberar a la empresa de responsabilidad de tener al estudiante trabajando con ellos, y ese seguro se debe tramitar con la Secretaría de Extensión, que tiene proceso administrativo definido, contemplando si la empresa tiene o no convenio con la FCEFyN. Este aspecto lo debe coordinar el alumno con la Secretaría de Extensión. El otro aspecto es académico, dónde una vez que el estudiante complete las 200 horas de servicio en la empresa deberá presentar un informe de la PP y una calificación de su tutor por el desempeño manifestado en sus tareas en la empresa.

El Proyecto Integrador (PI) es el trabajo técnico y/o científico y/o desarrollo tecnológico y/o aquel trabajo de carácter analítico-científico, de elaboración y conclusiones personales, relacionadas con las incumbencias profesionales, e integrador de los conocimientos adquiridos, que debe realizar y presentar el estudiante para obtener el grado de Ingeniero Aeroespacial.

Los Proyectos Integradores serán presentados como Informes Técnicos convenientemente editados y compaginados, y deben, como mínimo, constar de las siguientes partes:

- Portada
- Índice
- Introducción
- Objetivos y Criterios de la metodología usada
- Listado de símbolos y convenciones, cuando corresponda
- Desarrollo (incluye cálculo y diagramas)

- Descripción del modelo experimental (si lo hubiera)
- Resultados
- Conclusiones
- Bibliografía
- Anexos

El proyecto integrador se presentará en copia electrónica, en formato tal que no pueda ser modificado (por ejemplo, en PDF). Aprobado el examen, la copia electrónica quedará para la Facultad.

### Requisitos Previos

El alumno está habilitado para comenzar el PI cuando adeude como máximo una cantidad de asignaturas equivalentes a 67 RTF, excluido de estos la PPI del Plan de Estudios correspondiente, y haya cumplimentado con los seminarios de cada carrera.

Para formalizar el comienzo del PI, el alumno debe presentar ante la Escuela IMA un resumen descriptivo del trabajo a realizar, complementado con un cronograma de ejecución de las distintas etapas previstas de dicho trabajo. Este plan no deberá exceder los seis meses de ejecución y debe estar firmado por el alumno y por el director del PI, indicando de tal forma la conformidad de ambas partes del alcance a realizar en el PI y del compromiso de finalizar en los seis meses previstos.

Una vez finalizado el Proyecto Integrador, a criterio del director del PI, este informará por mail al Director de la Escuela IMA. En esa circunstancia el Director de Escuela IMA coordinará con el alumno y el director del PI la instancia de examen y constitución del tribunal examinador.

Se deja especialmente aclarado que para rendir el PI, el alumno debe haber aprobado la totalidad de las asignaturas de la carrera de Ingeniería Aeroespacial, excepto la PPI.

### Competencias y resultados de aprendizaje

Desagregado de competencias	Resultados de aprendizaje
CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender a interactuar de manera efectiva en equipos de trabajo interdisciplinarios valorando las distintas propuestas.</li> <li>• Adquirir habilidades de análisis y formulación de soluciones, compatibles con las restricciones del proyecto.</li> </ul>
CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender a seleccionar la herramienta más adecuada a cada etapa de proyecto.</li> </ul>

de aplicación en ingeniería.	Discernir el impacto en el diseño de la innovación en el uso de técnicas y herramientas. •Aprender a fundamentar las ideas expresadas.
CG 5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	•Aprender a generar propuestas evaluando el impacto de las acciones desarrolladas. •Adquirir la capacidad de comprometerse con el logro de objetivos dentro del marco ético y profesional.
CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.	•Adquirir autonomía en el estudio •Adquirir hábitos de aprendizaje continuo
CG10. Competencia para actuar con espíritu emprendedor.	•Adquirir habilidades para el desarrollo de proyectos •Adquirir iniciativa e interés por el desarrollo de proyectos
CE1A, CE1B, CE1 C, CE1 D, CE1 E, CE1 F, CE1 G, CE1 H, y CE1 I	•Diseñar de forma innovadora propuestas tecnológicas que satisfagan las necesidades y demandas del mercado. •Proyectar y representar de manera efectiva los diseños mediante herramientas técnicas y tecnológicas adecuadas. •Evaluar la viabilidad técnica, económica y operativa de los diseños analizando el contexto, los recursos necesarios, el tiempo disponible, los costos asociados y los beneficios esperados para tomar decisiones informadas y fundamentadas. •Realizar una evaluación técnica, económica y operativa de los proyectos analizando todas las variables que intervienen en el mismo. •Aprender las regulaciones y normativas aplicables al diseño considerando los aspectos legales y de seguridad en el desarrollo de sus proyectos.
CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.	•Realizar proyectos en los distintos ámbitos de la Ingeniería Aeroespacial •Analizar las consignas y requisitos de calidad de distintas etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento en el ámbito de la actividad aeroespacial. •Diseñar y gestionar planes de diseño, producción y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de

	vuelo.
CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Adquirir habilidades de conducción técnica de proyectos complejos de ingeniería</li> <li>•Aprender estrategias de presentar documentación para certificación y análisis de la misma.</li> </ul>
CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir conocimientos acerca de la necesidad de contemplar la higiene y seguridad en todas las etapas del ejercicio profesional.</li> </ul>

## Bibliografía

Según corresponda al tema elegido

Reglamento de PPS de la FCEFyN

Reglamento de PI de la FCEFyN



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Práctica Profesional Integradora

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:14:26 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:14:32 -03'00'

Asignatura: **Propulsión**

Código:	RTF	7
Semestre: Octavo	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	16

Departamento: Máquinas

Correlativas:

- Para Cursar: Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos - Regularizada
- Para Cursar: Mecanismos y Elementos de Máquinas - Regularizada
- Para Rendir: Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos - Aprobada
- Para Rendir: Mecanismos y Elementos de Máquinas - Aprobada

Contenido Sintético:

- Generalidades de Sistemas Propulsivos.
- Antecedentes y desarrollos.
- Teoría de la Propulsión.
- Procesos Termodinámicos. Ciclos Teóricos.
- Ciclos Reales. Diagrama P –  $\alpha$  y Distribución.
- Combustión y Cámaras de Combustión, Motores Encendido Provocado y Encendidos por Compresión.
- Combustibles para motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).
- Preparación de la Carga. Carga “L” del MCIA.
- Rendimientos, Renovación de la Carga.
- Performance de MCIA.
- El Encendido y la Lubricación.
- Tipos de Motores de Turbina de Gas.
- Ciclo Brayton.
- Turbina de Acción y Reacción.
- Combustión Continua y Cámaras de Combustión.
- Compresores axiales y centrífugos. Curvas del compresor. “Bombeo”
- Combustibles y Materiales para Turbinas de Gas.
- Reparación, inspección y mantenimiento. Documentación.
- Performances del Turbomotor.
- Tomas de Aire.
- Accesorios del Turbomotor

Competencias Genéricas:

Competencias tecnológicas

CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).

CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

### Competencias Específicas:

CE 1. Competencias para diseñar, calcular y proyectar aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo, plantas propulsoras y auxiliares aeronáuticas y espaciales, sistemas de control aeronáuticos, instalaciones aeroportuarias -en aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una aeronave y/o sus equipos-, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE 2. Competencias para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.

CE 3 Competencias para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.

CE 4. Competencias para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional.

### Competencias Específicas Desagregadas

CE1 D Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **M**

CE1 E. Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **A**

CE1 F. Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **M**

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **M**

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **M**

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. **A**

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial. **A**



## Presentación

Propulsión es una actividad curricular que pertenece al cuarto año (octavo semestre) de la carrera de Ingeniería Aeroespacial y es una asignatura dependiente del Departamento Máquinas.

En la presente materia el alumno puede visualizar y aplicar conocimientos de la Ingeniería, adquiridos con anterioridad y que son volcados en el estudio de distintos sistemas mecánicos, al análisis de parámetros y a los fenómenos que hacen al funcionamiento, los que luego se pueden corroborar en forma experimental.

La rápida evolución de la tecnología de fabricación y de los materiales, la aparición de nuevos lubricantes, la mejora en los combustibles utilizados y los en vía de desarrollo, como así también la aplicación de nuevos sistemas de control, obliga a educador y educando a capacitarse y lograr competencias y herramientas de trabajo relacionados estrechamente con esta temática.

Es por ello que necesitamos un currículum flexible y dinámico que permitan modificaciones, para acompañar los cambios constantes, de acuerdo con la evolución de los conceptos de aplicación que en esta especialidad se producen.

El objetivo fundamental es lograr que el alumno tenga la capacidad de analizar y resolver los problemas Técnicos, Tecnológicos y Económicos que se plantean y con ello los progresos que se logran en la Performance (comportamiento), Economía de operación y Costos (diseño, fabricación y mantenimiento) relativos a estas máquinas.

Además comprender como influyen en los avances logrados, factores tales como: el desarrollo producido en la Industria, en el Transporte, la mejora –mediante lo experimental- en los conocimientos en Termodinámica y Mecánica de los Fluidos, las mejoras en los Lubricantes y los Combustibles, la mejor y mayor posibilidad en la investigación de los Procesos, las mejoras en las Tecnologías de Fabricación y de Materiales, la información estadística que se dispone y los análisis comparativos.

## Contenidos

### **Unidad 1.** Generalidades de sistemas propulsivos.

Antecedentes y desarrollos. Motores alternativos. Características y campo de aplicación. Motores de flujo continuo. Características y campo de aplicación. Origen, evolución y desarrollo de los motores utilizados para propulsar. Motores y propulsores.

### **Unidad 2. Teoría de la propulsión.**

Sistemas propulsivos. Leyes del movimiento. Ecuación de la propulsión. Rendimiento propulsivo. Ecuación de las turbomáquinas.

### **Unidad 3. Procesos Termodinámicos. Ciclos Teóricos.**

Equivalencia y aprovechamiento del calor y del trabajo de expansión. Ciclo Sabathe y derivados. Obtención del Rendimiento Termodinámico. Comparación de ciclos teóricos.

### **Unidad 4. Ciclos Reales. Diagramas P – $\alpha$ y de distribución.**

Ciclos reales diferencias con los ciclos teóricos. Sistemas de distribución. Diagramas de distribución, comparación. Ventajas e inconvenientes de los sistemas utilizados. Valores geométricos, característicos y de performance. Regulación de los motores alternativos.

### **Unidad 5. Combustión y Cámaras de Combustión, Motores Encendido Provocado y Encendido por Compresión.**

Combustión normal y formas anormales de combustión en los MEP. Detonación. Combustión normal y anormal en motores Diesel y Sabathe. Cámaras de combustión para MEP. Cámaras de combustión para MEPC.

#### **Unidad 6.**

Combustibles para motores alternativos. Combustibles livianos (ciclo Otto) y pesados (Diesel y Sabathe). Generalidades. Características. Propiedades.

#### **Unidad 7. La Preparación de la Carga. Carga “L” en MCIA.**

Formación de la mezcla. Carburación. Teoría de la carburación. Carburador elemental. Carburadores automáticos. Inyección en motores a explosión. Alternativas. Sistemas de inyección Mono y Multipunto. Sistemas de control. Teoría de la inyección. Inyectores y bombas. Diesel y Sabathe. Common Rail. Sobrealimentación. Ventajas e inconvenientes. Tipos de sobrealimentadores. Concepto de Carga del Motor.

#### **Unidad 8. Rendimiento. Renovación de la carga.**

Expresiones de la Potencia. Rendimientos (indicado, mecánico y global). Factores que los condicionan. Dinámica de la operación de la carga. Rendimientos gravimétrico y volumétrico.

#### **Unidad 9. Performance de MCIA.**

Características de plena carga en motores alternativos (performance de máxima). Características de utilización en motores alternativos. (performance de utilización). Performance de Altura. Cálculo de máxima de motores alternativos, bases para el cálculo. Medición de performances, métodos aplicados, corrección de potencia. Ensayos normalizados. Bancos de ensayo. Dinamómetros: Tipos, características, variantes, etc.

#### **Unidad 10. Encendido y Lubricación.**

Sistemas de encendido. Ventajas e inconvenientes. Sistemas de control tradicional y actual. Sistemas de lubricación. Presurización y eficacia.

#### **Unidad 11. Tipos de Motores a Turbina de Gas.**

Historia de las Turbomáquinas. Clasificación y utilización. Ventajas e Inconvenientes existentes en la actualidad. Ciclos de trabajo de las turbomáquinas (teórico y real).

#### **Unidad 12. Ciclo Brayton.**

Ciclo Brayton de temperatura limitada. Rendimiento máximo. Ciclo Límite. Variantes de turbomotores. Plantas fijas y de propulsión.

#### **Unidad 13. Turbinas de Acción y Reacción.**

Ecuación de las turbomáquinas. Rendimiento periférico. Grado de reacción. Turbina ideal y real. Influencia del rozamiento en las turbinas y triángulo de velocidades. Estudio de las pérdidas. Turbinas de acción. Rendimientos. Reducción de la velocidad periférica. Escalonamientos. Turbinas de reacción. Condición de máximo rendimiento.

#### **Unidad 14. Combustión continua y Cámaras de combustión.**

Función. Arquitectura. Tipos de Cámaras. Combustión continua. Control de la combustión. Inyección directa, inversa y a contra corriente. Estabilidad de la llama. Cámaras múltiples y anulares. Ventajas e inconvenientes. Requisitos. Zonas de trabajo. Esquema del flujo. Combustibles. Tipos y propiedades.

#### **Unidad 15. Compresores axiales y Centrífgos. Curvas. “Bombeo”**

La circulación. Turbosoplantes y turbocompresores. Estudio de las pérdidas en Compresor. Velocidad de marcha en vacío. Curva de funcionamiento del compresor, su construcción. El “Bombeo”.

Remedios para el bombeo del compresor. Consecuencias. Grados de reacción en compresores axiales y radiales. Trabajo de compresión.

#### **Unidad 16. Combustibles y Materiales para Turbinas de Gas**

Tipos de materiales utilizados en turbomotores. Injerencia en las prestaciones. Propiedades. Aleaciones y superaleaciones. Materiales compuestos.

Características principales de los combustibles. Especificaciones, normas y tipos de combustibles. Biocombustibles. Manipulación y almacenamiento, aditivos.

#### **Unidad 17. Reparación, inspección y mantenimiento. Documentación.**

Niveles de mantenimiento y reparación. Normas utilizadas. Actividades de mantenimiento e inspección. Mantenimiento programado y correctivo. Documentación de mantenimiento, tipos y manejo. Análisis de fallas. Boroscopía. Procesos de reparación.

#### **Unidad 18. Performance del Turbomotor.**

Medición de empuje. Celdas de ensayo. Control de datos. Medición de potencia en el eje. Componentes principales. Arrancadores. Sistemas de control.

#### **Unidad 19. Tomas de Aire.**

Tomas de aire subsónica. Función y requisitos. Esquema de flujo. Perfiles. Tomas de aire supersónica. Función y requisitos. Clasificación. Regímenes de funcionamiento. Denominación. Adaptación. Regulación de toma supersónica.

#### **Unidad 20. Los Accesorios del Turbomotor.**

Arrancadores. Inyección de combustible e ignición. Sistemas de Lubricación. Y presurización (sellos). Sistema anti-hielo. Sistema de inversión de flujo. Unidades de control de combustible. Cajas de accesorios. Bombas de combustible. Control de paso de hélice. Control de temperaturas y presiones. Sistemas de regulación de comandos. Definición y requisitos.

## Metodología de enseñanza

### FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS / DIDÁCTICOS Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

Los fundamentos pedagógicos y las estrategias de enseñanza y aprendizaje están centrados en el estudiante y el aprendizaje basado en competencias, abordado desde un enfoque constructivista.

En los procesos formativos anteriores se tenía en cuenta solamente el “saber”, es decir basado en el conocimiento teórico (saber conocer), esta nueva metodología se extiende al saber hacer, y saber ser.

El saber hacer se refiere a los conocimientos procedimentales, el manejo de técnicas y procedimientos necesarios para la ejecución de una tarea que en el caso de la ingeniería se trata la resolución de problemas de manera eficiente y sistemática.

En el caso del saber ser se refiere a los conocimientos actitudinales, que permiten incorporar las competencias, sociales, éticas y valores al ejercicio profesional.

- Información clara: descripción y ejemplos de los objetivos y conocimientos requeridos y de los resultados esperados.
- Práctica reflexiva: oportunidad para el estudiante de ocuparse activa y reflexivamente de aquello que deba aprender (solución a problemas de regulación y reglaje de motores, variación de parámetros, límites técnico / económicos, tipos de mantenimiento).
- Retroalimentación informativa: consejos claros y precisos para que el estudiante mejore el rendimiento y pueda proceder de manera más eficaz.

- Fuerte motivación con actividades ampliamente interesantes y atractivas en si mismas o porque permiten obtener otros logros que importan al estudiante.

La metodología a emplear en la implementación de esta planificación, es decir la forma de actuar en el proceso de enseñanza – aprendizaje, debe contemplar dos partes complementarias:

- por un lado, mantener motivado al estudiante a fin de que asuma un rol protagónico en la tarea de aprendizaje;
- por otro, adecuarse a los conocimientos previos de los educandos, a su desarrollo evolutivo y a las características del contexto.

De las opciones metodológicas existentes, que permiten alcanzar el objetivo propuesto que se sigue para enseñar algo (método pedagógico), las modalidades seleccionadas son:

- Clases teóricas apoyadas con mapas conceptuales que permitan iniciar el proceso de aprendizaje del estudiante, donde el profesor es el encargado de buscar la mejor negociación posible de significados en un clima adecuado; y el estudiante es el responsable de aprender.
- Resolución y análisis, en grupos, de problemas típicos que se presentan en el diseño de las máquinas estudiadas, que permitan el refuerzo inmediato y continuo del aprendizaje, a través de la interacción activa de sus integrantes.
- Trabajos en Laboratorios: Los trabajos que allí se hagan son fundamentales, sirven para el aprendizaje, mejoramiento y potenciación de la capacidad de hacer; utilizando como herramienta de trabajo en la resolución de problemas, por ejemplo el Banco de Ensayo de Motores. Por ello, es que las tareas en Laboratorios están en la categoría del saber hacer.

## Evaluación

El sistema de evaluación de la asignatura comprende: evaluaciones conceptuales y trabajos grupales; según la reglamentación vigente y que permitan verificar si se alcanzan las competencias.

Evaluaciones conceptuales: Se realizarán al menos 4 (cuatro) a lo largo del cuatrimestre, en cuatro meses se limitan por los tiempos y con ello la posibilidad de realizar más evaluaciones.

La principal división de la Planificación es en motores alternativos y turbinas de gas, por lo que se debe dividir la evaluación y con ello el logro de las competencias establecidas.

Por grupos de estudiantes no superiores a tres, deberán presentar, explicar y aprobar un informe escrito por cada Trabajo de Laboratorio, temas solicitados por la Cátedra o visitas Técnica realizadas, donde desarrollará sus capacidades adquiridas sobre los ensayos, equipos utilizados y las normas utilizadas. Incluirá un análisis de resultados obtenidos, incluirá un coloquio oral de presentación.

La nota de la actividad corresponderá un 60% al informe escrito y un 30% a la presentación oral y un 10% al cumplimiento de los plazos de presentación. Considerando los indicadores de desempeño.

## Condiciones de aprobación

La nota final corresponderá al promedio ponderado de las evaluaciones conceptuales y trabajos grupales. Correspondiendo un 70% de peso para las evaluaciones y un 30% al trabajo grupal.

Pueden recuperarse 2 (dos) evaluaciones conceptuales, uno de motores alternativos y uno de turbinas de gas.

Promocionan con la aprobación de todas las evaluaciones, actividades grupales y un coloquio final. El coloquio final constará de la presentación oral de un tema, que el alumno escogerá de un listado que confeccionará la cátedra.

Regularizan los alumnos que hayan logrado o los exámenes parciales o los trabajos grupales.

## Actividades prácticas y de laboratorio

### a) Actividades de laboratorio

Las tareas de laboratorio se desarrollarán en el Laboratorio de Máquinas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC y en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional Córdoba de la UTN.

- 1.- Determinación del Número de Octanos de una nafta, comprender funcionamiento del dispositivo y el proceso requerido.
- 2.- Performance de Máxima, determinación de cupla motriz, potencia efectiva y consumo específico.

### b) Trabajo de campo

Visita a empresa de mantenimiento y reparación de turbinas de gas (de ser factible).

## Resultados de aprendizaje, Competencias Genéricas

RA1- Diseña y desarrolla proyectos de ingeniería.

RA2- Selecciona e interpreta la normativa aplicable y vigente a proyectos de ingeniería.

RA3- Se desempeña con solvencia en el trabajo en grupos.

## Resultados de Aprendizaje, Competencias Específicas

RA 1: Seleccionar, calcular e integrar motores a partir del conocimiento del funcionamiento integral, operación y mantenimiento de las mismas.

RA2.- Calcula rendimientos de plantas propulsivas según normas, reglamentaciones y especificaciones técnicas.

RA3.- Identifica procedimientos de mantenimiento predictivo y preventivo en sistemas propulsivos.

RA4.- Explica Ensayos de Performance de motores y sus Curvas Características.

## Bibliografía

Motores de Combustión Interna

Edward F. Obert

Motores Endotérmicos

Dante Giacosa

Teoría de los Motores Térmicos

R. Martínez de Vedia

Turborreactores

A. E. Oñate

Propulsión

Criscuolo y Bruno. UNC.

Máquinas Alternativas y Turbomáquinas

Bruno, Infante y Nacuse UTN

Sobrealimentación de motores

Juan Miralles de Imperial



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Propulsión

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:45:55 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:46:01 -03'00'

Asignatura: **Proyecto y Construcción de Aviones**

Código:	RTF	7
Semestre: 10	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	-

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Propulsión
- Mecánica del Vuelo

Contenido Sintético:

- Etapas de un Proyecto Aeronáutico
- Estudio de Arquitecturas Constitutivas de Aviones y sus Partes.
- Materiales Utilizados en la Construcción de Aviones.
- Fabricación Aeronáutica en Metal y Material Compuesto.
- Diseño preliminar.
- Integración del Diseño.
- Reparaciones y Variación del Diseño.

Competencias Genéricas:

- CG 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
- CG 9. Aprender en forma continua y autónoma.
- CG 10. Actuar con espíritu emprendedor.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

Competencias Específicas:

CE1A: Establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1B: Calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 C: Calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D: Analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E: Calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F: Calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 G: Diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I: Diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE 2: Proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado.

CE 3: Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.

CE 4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en su actividad profesional



## Presentación

La asignatura Proyecto y Construcción de Aviones de la carrera de Ingeniería Aeronáutica de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, se encuentra dentro del programa, en el décimo y último semestre de la carrera, esta ubicación se debe a que en ella se requiere conocer y aplicar una gran cantidad de conceptos adquiridos en asignaturas de períodos académicos anteriores. Además se imparten conocimientos sobre aplicaciones y experiencias técnicas y profesionales relacionadas con el diseño y fabricación aeronáutica, por lo cual el alumno debiera tener afianzados los conocimientos impartidos en las asignaturas correlativas y estar en condiciones de interpretar mediante su formación previa, para abordar un desarrollo de una nueva aeronave.

De acuerdo con lo descrito en el perfil del Ingeniero Aeronáutico, al mismo se lo define en gran medida como un “hacedor”, en el sentido de crear e idear, y en esta asignatura dicha palabra es absolutamente correcta, ya que durante el cursado de la misma, el alumno aprenderá criterios profesionales integrales sobre la concepción de nuevos diseños y su factibilidad de producción aeronáutica, tanto en las capacidades de diseño como en la faz técnica sobre la selección de los materiales de acuerdo prestaciones y características, como a los procesos necesarios para producir y fabricar partes y aviones, permitiendo así también introducir nociones respecto al punto de vista de factibilidad técnica, regulatoria y económica.

Durante el cursado de la misma, el alumno aprenderá y deberá llevar adelante por medio de la aplicación del conocimiento disponible y las experiencias prácticas previas, una serie de conceptos que si bien en muchos casos ya ha adquirido previamente como conceptos específicos, a los que deberá necesariamente integrar para ver plasmado un conjunto de conocimientos aplicados en un avión.

El futuro profesional debe comprender la importancia de la selección adecuada de los materiales, de los métodos de cálculo y diseño, como de los procesos constructivos, de acuerdo a los requerimientos de aeronavegabilidad de los diferentes componentes, tanto en aspectos estructurales, aerodinámicos, operativos y normativos, para asegurar la seguridad, funcionalidad y morfología pretendida, no perdiendo en ningún momento de vista la factibilidad constructiva y técnica para alcanzar los objetivos del producto a obtener.

Asimismo el cursante deberá ser capaz de determinar la configuración general y los grupos principales de la aeronave, distinguiendo los que son necesarios y alternativos, y todo ello en función del tipo de aeronave y la operación a la que se lo piensa afectar. También se generará una visión clara de cuán íntimamente están ligados el diseño y las soluciones constructivas de una aeronave con su mantenimiento durante el período operativo, siempre en un marco regulatorio de aeronavegabilidad válido.

También se generará una visión clara de cuán íntimamente está ligado el ciclo de vida del producto, desde el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación de una aeronave en conjunto. A fin de lograr lo antedicho, los integrantes de la cátedra, deberán en gran medida transmitir sus conocimientos y experiencia profesional en cada uno de los temas a desarrollar, apoyándose en material didáctico correspondiente.

## Contenidos

### Unidad 1. Etapas de un Proyecto Aeronáutico

- 1.1. Especificaciones de una aeronave.
- 1.2. Encuadramiento Reglamentario.
- 1.3. Valores Estadísticos y Primeras Estimaciones.
- 1.4. Alternativas de tipos constructivos y su relación con el costo.

- 1.5. División del avión en grupos o conjuntos constructivos
- 1.6. Planificación del proyecto.

#### Unidad 2. Arquitecturas de Aviones y sus Partes.

- 2.1. El ala.
- 2.2. El fuselaje.
- 2.3. Grupo de cola.
- 2.4. Tren de aterrizaje.
- 2.5. Plantas motrices.
- 2.6. Equipamiento.

#### Unidad 3. Materiales Utilizados en la Construcción de Aviones.

- 3.1. Materiales empleados en la construcción aeroespacial.
- 3.2. Criterio de selección de los materiales en las construcciones aeronáuticas.
- 3.3. Aleaciones de aluminio y otros metales aeroespaciales: titanio, acero, bronce.
- 3.4. Materiales Compuestos, transparentes y gomas.
- 3.5. Características fundamentales.

#### Unidad 4. Fabricación Aeronáutica en Metal y Material Compuesto.

- 4.1. Consideraciones generales.
- 4.2. Fibras de: Vidrio, de Carbono, de Boro, de Aramida.
- 4.3. Procesos para fabricación de partes de materiales compuestos.
- 4.4. Conformado y trabajado de piezas metálicas en chapa.
- 4.5. Los tratamientos Térmicos para aleaciones livianas de aluminio.
- 4.6. Tecnología de uniones aeronáuticas.
- 4.7 Procesos de Remachado, Soldado y Pegado.

#### Unidad 5. Diseño Preliminar.

- 5.1. Planificación del Diseño y coordinación de especialidades.
- 5.2. Costos de Desarrollo.
- 5.3. Consideraciones Operativas.
- 5.4. Especificaciones técnicas y requerimientos normativos.
- 5.5. Determinación de los requisitos para la aeronave.

#### Unidad 6. Integración del Diseño.

- 6.1. Cuantificación de Exigencias funcionales y regulatorias.
- 6.2. Aspectos Aerodinámicos, Estructurales y Tecnológicos.
- 6.3 Diseño de componentes principales: ala, fuselaje, empenajes y tren de aterrizaje.
- 6.4. Ensayos de validación,
- 6.5. Aspectos operativos y de mantenimiento

#### Unidad 7. Reparaciones y Variaciones del Diseño.

- 7.1. Factibilidad y Definición.
- 7.2. Encuadramiento en los Requisitos.
- 7.3. Cálculos- Construcción- Ensayos.
- 7.4. Documentación y Actividades de Taller.

## Metodología de enseñanza

A fin de lograr las competencias planteadas en la presente asignatura, debido al alto puntaje asignado a la materia, la mayor parte del dictado establecido para la asignatura, se corresponderá con contenido informativo, conceptual y teórico de fuentes bibliográficas, dejando para el resto del curso actividades de análisis y discusión de ejemplos relacionados y aprendizaje por medio de material didáctico sobre los temas de clases.

El contenido teórico tratará desde el diseño conceptual de partes y del avión, la determinación preliminar de sus características, hasta la fabricación con materiales aeronáuticos de sus partes y de componentes.

Como medios didácticos de apoyo se utilizará la proyección digital de los documentos, presentaciones y apuntes de cátedra, paralelamente con videos relacionados al tema, incluyendo las explicaciones y análisis aclaratorios correspondientes. Adicionalmente se apreciarán durante la clase en el aula, muestras de piezas y productos fabricados o contruidos con algunos de los procesos indicados en el dictado teórico del tema y que son muestra de casos concretos y reales.

El material para estudio, consistirá en notas y apuntes de clase, las cuales estarán disponibles para los alumnos, además de la bibliografía pertinente que se indica al final. Además para completar el abundante contenido teórico y práctico de la asignatura, se propone una serie amplia de bibliografía al respecto. Las regulaciones FAR, VLA y otras serán fuentes alternativas de consulta para referencia, ya que constituye una adecuada guía para el planificar y proyectar una aeronave completa. Materiales adicionales a ser utilizados son Certificados Tipos, que se utilizan en la industria aeronáutica, estos incluyen los de tipo los suplementarios, los de aeronavegabilidad y otros.

El hecho de que parte de la bibliografía indicada esté en idioma inglés, obedece no solo a razones de disponibilidad, sino también al hecho de que el futuro profesional requiere del manejo de dicho idioma, ya que las normativas aeronáuticas exige utilizarse para su lectura en el idioma original de edición, la cual mayoritariamente está en inglés, y así durante su desempeño laboral deberá ser capaz de entender y poder utilizar muchos documentos en ese idioma.

En todo momento se dará participación a los alumnos en las clases e incluso se los incentivará para que participen por medio de preguntas o respondiendo a cuestiones que se planteen

## Evaluación

Para la evaluación de los contenidos de la asignatura se presenta las diferentes alternativas posibles para ello, según la modalidad que corresponda, a saber.

### **Régimen de promoción**

Para la evaluación de los contenidos del programa de esta asignatura se establece el tipo de evaluación parcial, para la cual se prevé la realización de 2 (dos) exámenes parciales y opcionalmente un solo recuperatorio dentro de la planificación de clases según el calendario académico establecido. Se podrá elegir entre varias formas de evaluar el nivel de los conocimientos adquiridos por el alumno, pero se preferirán los exámenes escritos por medio de preguntas de respuestas cortas, aunque se pueden solicitar pequeños temas explicativos o desarrollos de ejemplos prácticos cuando el tema evaluado lo amerite.

Las fechas de las evaluaciones serán informadas al inicio del ciclo lectivo con el correspondiente cronograma de clases y son de carácter inamovible.

### **Régimen de examen final**

Para los alumnos en condición de libre, el examen final de la asignatura constará de dos aspectos: en la primera de ellas se evalúan los contenidos teórico/prácticos por medio de un examen escrito cuya aprobación habilita al alumno a la posterior exposición oral donde deberá exponer, desarrollando y respondiendo sobre temas y preguntas relacionadas a la materia, propuestas por el Tribunal.

El examen final para los alumnos en condición de regular, que cursó pero no alcanzó la promoción solo se realiza mediante una sola instancia de evaluación, por medio de varias preguntas puntuales o por desarrollo de un par de temas específicos ya sea oral o escrito.

### **Reparcialización**

Como lo indican las reglamentaciones de la Facultad, la posibilidad de reparcialización de la asignatura está prevista para aquellos alumnos que se encuentren con la condición de alumno regular vigente durante el cuatrimestre de dictado.

## **Condiciones de aprobación**

La aprobación de la asignatura puede efectuarse por la vía de la promoción (sin examen final) o del examen final, de acuerdo a lo que se detalla a continuación.

A los fines de que el alumno demuestre el conocimiento de las competencias adquiridas durante el cursado de la materia, las condiciones para la aprobación o regularización de la misma son las siguientes:

### **Régimen de promoción (sin examen final)**

Los requisitos que deben reunir los alumnos para aprobar la asignatura por promoción sin examen final se encuadran dentro de lo establecido en el Régimen de Alumno vigente en la Facultad, es decir:

- Estar correctamente matriculado para el cursado.
- Alcanzar la condición de alumno regular según lo dispuesto en el mencionado Régimen, tanto en relación a un mínimo porcentaje de asistencia a clases, o justificar ausencia por medio justificado y el cumplimiento de las condiciones especiales establecidas por la cátedra.
- Tener aprobadas la totalidad de las asignaturas correlativas obligatorias o aprobar las que se encuentren pendientes dentro del plazo de validez de la regularidad, según lo establecido en el Régimen de Alumno.

En relación a su valuación de la calificación, se establece en un porcentaje mínimo del 60% del contenido total respondido en forma correcta del examen para su aprobación, el cual equivale a aprobar con una nota de 4 (cuatro). Se calificará de forma proporcional entre la nota 4 (cuatro) y el 10 (diez), cuando este último alcanza una resolución o respuesta correcta del examen parcial del 100% del contenido. Una evaluación inferior menor implicará una menor, por lo que corresponde a No Aprobado.

Se establece que la valoración de las respuestas de los parciales podrán incluir valores decimales de hasta un cuarto de punto, medio y tres cuartos, pero la nota final determinada, será un valor entero promediado entre los dos parciales aprobados.

Para aprobar la asignatura por medio de la promoción, se requiere que en al menos dos de los parciales, incluyendo el recuperatorio en caso de ser rendido, su nota sea 4 (cuatro) o superior, obteniendo una nota final de la materia, como el promedio de ambas. El recuperatorio no es requerido para aprobar la materia por promoción si superó la nota de 4 (cuatro) en ambos parciales, pero de forma voluntaria el alumno podrá requerir rendir el recuperatorio a título de obtener una mayor calificación de alguno de los parciales ya aprobados, si así lo solicitare, y promediando la nota final con las dos mayores notas obtenidas entre los tres parciales..

Cuando el contenido respondido en forma correcta no supere el 60% se considerará no aprobado el parcial, correspondiendo a una nota inferior a (4) cuatro. De igual manera la inasistencia el día de la evaluación implica la no aprobación de dicho parcial. Pero se tendrá

derecho a 1 (una) posibilidad de rendir un examen parcial recuperatorio sobre el mismo contenido del parcial que no aprobó o no asistió.

La aprobación de la asignatura por promoción sin examen final será alcanzada por los alumnos que cuenten con no menos del 80% de asistencia a las clases, y que hayan aprobado con nota no menor de 4 (cuatro) en dos exámenes parciales. El parcial que fuere desaprobado o que tenga inasistencia, no será considerado para ponderar la nota final entre los dos parciales aprobados.

En el caso de que habiendo rendido los dos parciales y eventualmente el recuperatorio y su rendimiento en dos de ellos fuera mayor al 40%, pero sin alcanzar el 60% del contenido del examen respondido de forma correcta, el alumno alcanzará la condición de alumno Regular en la asignatura según lo establecido en el Régimen de Alumno.

Los alumnos que no logren contestar afirmativamente más de un 40% del contenido o estuvieran ausentes, en dos de algunos de los parciales incluyendo el recuperatorio, no están en condiciones de aprobar el curso y se encuadrarán en condición de alumnos Libres.

### **Régimen de examen**

La aprobación de la asignatura en condición libre, se logra con la aprobación de ambas instancias del examen con una suficiencia satisfactoria de los contenidos de al menos el 60% de forma correcta, que corresponde a una calificación de 4 (cuatro), y aumenta proporcionalmente hasta 10 (diez) si responde el 100% del contenido de manera correcta. En caso de no alcanzar el 60% de suficiencia en la resolución del examen en cualquiera de las dos instancias, corresponde una nota a 3 (tres) o inferior y el examen no es aprobado.

La calificación sigue las mismas consideraciones de valoración que se aplica al alumno libre, con la única diferencia que en este caso, como se indicó, hay una sola instancia de evaluación.

### **Reparcialización**

El alumno que opte por esta modalidad deberá realizar los exámenes parciales correspondientes al cursado de la materia, pero sin necesidad de cumplir con el requisito del 80% de asistencia a clases. El resto de las consideraciones son aplicables a esta situación.

## **Actividades prácticas y de laboratorio**

En relación a la actividad práctica, ésta se corresponderá a la descripción, discusión y análisis para iniciar un proyecto de avión, hasta alcanzar un prediseño de las partes de una aeronave, cuyas pautas se presentarán durante el curso, para así poder analizar también casos reales de fabricación de piezas y construcción de aviones de diversa magnitud.

Opcionalmente y en caso de disponer de aceptación por parte de terceras empresas aeronáuticas, se podrá realizar una visita a la misma para enriquecer la formación del alumno en relación a los contenidos ya dictados, sin embargo se realizarán actividades dentro del Departamento de Aeronáutica, disponiendo del material aeronáutico de la facultad, como ser el prototipo del avión CBA123, los túneles de viento, instrumental del laboratorio,, moldes y herramental para fabricación de piezas en material compuesto y los utillajes de ensamblado y construcción de subconjuntos de un avión.

## **Resultados de aprendizaje**

La tendencia actual en la educación superior es brindar a los estudiantes habilidades que les permitan desarrollar la aplicación del conocimiento adquirido. El estudio de Proyecto y Construcción de Aviones permite al estudiante establecer parámetros de diseño y normas

para el desarrollo de un proyecto de avión, incluyendo los componentes, los materiales, estructurales y los conjuntos funcionales principales de una aeronave, considerando aspectos de configuración orientados a alcanzar la operación y mantenimiento de la aeronave tales que le permita:

- Comprender y aplicar los principios básicos de las características y/o propiedades mecánicas, reológicas, económicas y regulatorias de los materiales aeronáuticos.
- Entender el concepto de las relaciones entre las diferentes propiedades de los materiales aeronáuticos, respecto a su densidad y a su costo, para seleccionar al más adecuado.
- Conocer las limitaciones de utilizar diferentes alternativas de materiales para fabricar un elemento determinado del avión que cumpla la misma función.

El aprendizaje de la asignatura contribuye a que el estudiante conozca los procesos y procedimientos de producción más utilizados y específicos utilizados para la fabricación de piezas, partes y aviones, como:

- Describir los diferentes procesos para transformación de materiales, fabricación de piezas y construcción de partes para uso aeronáutico.
- Identificar las variables fundamentales que controlan los procesos de producción para alcanzar los objetivos esperados respecto a los elementos a fabricar.
- Conocer las ventajas y desventajas de los procesos aeronáuticos de fabricación de piezas y construcción de aviones para lograr su aplicación más eficiente y adecuada.
- Diseñar de forma preliminar los herramientas y utilajes necesarios para fabricación aeronáutica.
- Diseñar y confeccionar básicamente la documentación necesaria para realizar las hojas de procesos para fabricación y ensamble según exigencias regulatorias.

Además esta asignatura permitirá al estudiante identificar los principales componentes de un avión estableciendo su principio de funcionamiento para entender los aspectos elementales del diseño aeronáutico y determinar el proceso de fabricación correspondiente más adecuado, como es:

- Identificar los principales componentes y partes del avión y entender su principal exigencia funcional a satisfacer en todas las condiciones de operación del mismo.
- Determinar los procesos de fabricación y construcción aeronáutica que más se adapta al tipo de pieza o componente del avión en función del material a utilizar para ello.
- Analizar cualitativamente las diferencias entre la aplicación de distintos procesos productivos y la utilización de diferentes materiales aeronáuticos.

Finalmente el estudiante podrá conocer los conceptos y procesos básicos utilizados para fabricar piezas, partes y aviones, para entender los aspectos elementales del diseño aeronáutico y determinar el proceso de diseño y posterior fabricación con vistas a la certificación aeronáutica más adecuada, permitiéndole:

- Conocer y diferenciar entre norma técnica y regulación aeronáutica y su aplicación respectiva.
- Comprender principios básicos del comportamiento humano respecto a actividades de producción aeronáutica.
- Entender y determinar la aplicación correcta entre las diferentes alternativas regulatorias para fabricar aviones de distintas aplicaciones.
- Conocer la metodología, procedimientos de taller utilizados en la actividad aeronáutica de reparación de partes de aviones.

## Bibliografía

- Baker, A.; Dutton, S.; Kelly, D. Composite materials for aircraft structures.. Ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004
- Bazan, Alberto F. Diseño de aviones; estimación preliminar de pesos y centraje, Biblioteca FCEFyN
- Bruhn, Elmer F. Analysis and design of flight vehicle structures /. Ed.Tri-State Offset, 1965
- Carmona, Isidoro. Aerodinámica y actuaciones del avión /. Ed.Paraninfo, 1980
- FAA Part 23 Small Airplane Certification Process Study, 2009 FAA [https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/air/directorates\\_field/small\\_airplanes/media/CPS\\_Part\\_23.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/air/directorates_field/small_airplanes/media/CPS_Part_23.pdf)
- Gordon, Ashmead. Aircraft production methods. Ed.Chilton, 1956
- Henshaw, Jhon. Airframe Construction and Rrepair: metal stressed-skin aircraft by. Ed.Pitman, 1943.
- Higgins, A. Adhesive bonding of aircraft structures Adhesive bonding of aircraft structures Science Direct
- JANE'S All the World's Aircraft. Ed.Jane's Information Group, 2005
- Norcross, C. y Quinn, J. How to do Aircraft Sheetmetal Work. Ed. McGraw-Hill , 1942
- Raymer, Daniel P. Aircraft design: a conceptual approach /. Ed.American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2012
- Roskam, Jan. Airplane design. Ed.DARcorporation, 1989-1999



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE Proyecto y Construcción de Aviones

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 9 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:04:37 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 21:04:42 -03'00'



Asignatura: **Sistemas y Equipos del Avión**

Código:	RTF	7
Semestre: noveno	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	

Departamento: Aeronáutica

Correlativas:

- Aeronáutica General, Seminarios y Aeropuertos
- Electrotecnia y Electricidad

Contenido Sintético:

- Sistemas Aeroespaciales eléctricos
- Sistemas Aeroespaciales hidráulicos y neumáticos
- Sistemas Aeroespaciales de aire acondicionado y presurización
- Sistemas Aeroespaciales de oxígeno
- Sistemas Aeroespaciales de seguridad, protección y emergencia
- Sistemas Aeroespaciales de combustible
- Sistemas Aeroespaciales de trenes de aterrizaje
- Sistemas Aeroespaciales de comando de vuelo y motor

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

### Competencias Específicas:

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

## Presentación

La Asignatura Sistemas y Equipos del Avión se constituye como integradora de conocimientos y habilidades adquiridas en asignaturas previas, en donde se ha formado al alumno sobre los principios básicos sobre los que se basan los sistemas aeroespaciales utilizados en aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina aeroespacial. brindándole una visión completa del funcionamiento, operación y requerimientos de los mismos.

El sentido de esta Asignatura en la formación del futuro graduado reside en que le permitirá ocuparse de proyectos de diseño, integración y mantenimiento de sistemas aeroespaciales en aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. Para ello la Asignatura trata el contexto regulatorio en el que se desenvuelven los sistemas aeroespaciales, a fin de identificar y entender los mismos y como son llevados a la práctica. Luego se describen los distintos tipos de sistemas aeroespaciales, sus principios de funcionamiento, límites operativos y elementos constituyentes, vinculando este conocimiento con los principios básicos adquiridos en asignaturas previamente cursadas. Posteriormente se procede al diseño, integración, sostenibilidad y requerimientos de mantenimiento de los sistemas estudiados, junto con visitas a instalaciones o talleres aeronáuticos, consolidando los conocimientos adquiridos en un trabajo grupal que abarca los temas tratados en la Asignatura.

# Contenidos

Capítulo 1. Sistemas Aeroespaciales Eléctricos: Fuentes de corriente continua: generadores, baterías. Fuentes de corriente alterna: generadores, convertidores. Distribución de la energía eléctrica, control y protección de circuitos. Motores y actuadores accionados por electricidad. Sistemas de iluminación.

Capítulo 2. Sistemas Aeroespaciales Hidráulicos y Neumáticos: Sistemas hidráulicos: tipos de circuitos, ejemplos de uso. Componentes de los circuitos hidráulicos: depósitos, acumuladores, bombas hidráulicas, válvulas, actuadores y motores. Sistemas neumáticos: tipos de circuitos, ejemplos de uso. Componentes de los sistemas neumáticos: compresores, fuentes de aire comprimido, válvulas, actuadores y motores. Aplicaciones de los sistemas hidráulicos y neumáticos: servocomandos, sistemas de frenos, sistemas de accionamiento de hipersustentadores.

Capítulo 3. Sistemas Aeroespaciales de Aire Acondicionado y Presurización: Requerimientos humanos de ventilación, acondicionamiento térmico y presión en cabinas de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo. Consideraciones para la selección del tipo de sistema de aire acondicionado. Fuentes de aire respirable, sistemas de refrigeración, sistemas de control de temperatura, Distribución del sistema de aire acondicionado. Regulación de la Presión en cabina.

Capítulo 4. Sistemas Aeroespaciales de Oxígeno: Consideraciones fisiológicas. Sistema de oxígeno gaseoso. Sistemas de oxígeno líquido. Regulación y dosificación de oxígeno. Máscaras de oxígeno.

Capítulo 5. Sistemas Aeroespaciales de Seguridad, Protección, y Emergencia: Sistemas contra incendio. Sistemas contra la formación de hielo. Sistemas de protección contra obstrucción de visibilidad por parabrisas y ventanillas. Sistemas de protección personal contra aceleraciones. Sistemas de escape y protección personal. Equipamiento de supervivencia y ayuda a la búsqueda.

Capítulo 6. Sistemas Aeroespaciales de Combustible: Tanques de combustible. Bombas y válvulas de combustibles. Circuitos de alimentación, trasvase y venteo. Medidas de seguridad en tareas sobre sistemas de combustibles.

Capítulo 7. Sistemas Aeroespaciales de trenes de Aterrizaje: Distintos tipos de trenes de aterrizaje, ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Trenes de aterrizaje en cantilever y a brazo oscilante, su utilización. Análisis de las partes constitutivas de los trenes de aterrizaje: sistemas de freno, sistemas anti- shiming, sistemas direccionales, sistemas de amortiguación, neumáticos y llantas.

Capítulo 8. Sistemas Aeroespaciales de Comando de Vuelo y Motor: Sistemas de comandos de vuelo primarios y secundarios. Cables de comando, distintos tipos de cables, poleas, terminales, su montaje e inspección. Barras de comando, su utilización, distintos tipos de guiñoles. Sistemas Fly by wire.

## Metodología de enseñanza

El desarrollo de las clases se basará en una exposición dialogada teórica-práctica con debate dirigido utilizando elementos didácticos tales como proyecciones de videos, fotografías, presentaciones audiovisuales, uso del pizarrón, manuales de sistemas de aeronaves, normas aplicables y otros que resulten de utilidad para lograr los objetivos de la Asignatura.

La base teórica brindada se fortalecerá con las actividades prácticas, las cuales tienen una correlación metodológica de desarrollo con resolución de problemas y estudios de casos. La teoría y la práctica ven su aplicación en el desarrollo de proyectos en el aula y en actividades de campo, tales como visitas a instalaciones o talleres aeronáuticos. Se destaca la importancia del protagonismo de los alumnos, evitando el papel pasivo y trabajando desde su participación activa y crítica, para alcanzar los aspectos claves definidos en los proyectos acorde con los objetivos de la Asignatura.

La estructura de dictado de la Asignatura consistirá en una (1) clase semanal, donde se presentarán los contenidos teóricos y se desarrollarán las actividades prácticas. Además, los docentes fijarán un horario de consulta por fuera de los horarios formales de clases, el cuál deberá tener una duración adecuada según la cantidad de alumnos inscriptos en el dictado. Las actividades de campo se realizarán luego de haberse presentado los contenidos teóricos suficientes, de manera que los alumnos puedan ser capaces de interpretar los temas tratados en dichas actividades.

## Evaluación

La asignatura posee un sistema de evaluación comprendido por evaluaciones parciales, trabajos grupales y coloquio final integrador. Se realiza tanto la evaluación de contenidos conceptuales como actitudinales y procedimentales.

### Evaluaciones parciales

Se tomarán dos (2) evaluaciones parciales durante el dictado de la asignatura, las cuales consistirán en parciales del tipo teórico - prácticos cuyos contenidos se corresponderán con el contenido del programa analítico y con las actividades desarrolladas por la asignatura durante su dictado.

Las evaluaciones parciales se tomarán durante los horarios de clase, las fechas se fijarán dentro del período especificado en el calendario académico del respectivo semestre.

La nota mínima de aprobación de cada uno de los mismos es cuatro (4), lo cual se corresponde con el sesenta por ciento (60 %) del contenido de cada evaluación.

El alumno tendrá la posibilidad de recuperar una (1) evaluación parcial, cuya nota reemplazará al aplazo o inasistencia que dio origen a la recuperación.

### Trabajo grupal

Se conformarán grupos de trabajo para desarrollar los trabajos prácticos de la asignatura, los que se consolidarán en un trabajo grupal presentado, según fecha y formato establecido por la Cátedra, a ser evaluado por los docentes de la misma para su aprobación o desaprobación.

### Coloquio final de integración

El coloquio final integrador consistirá en una evaluación integral de la asignatura mediante el diálogo entre los profesores y el alumno, en el marco teórico-práctico de los temas abordados en el desarrollo de las actividades programadas durante el dictado de la asignatura.

## Condiciones de aprobación

La aprobación de la asignatura puede efectuarse por la vía de la promoción (sin examen final) o mediante examen final.

### Aprobación por promoción

Las condiciones para aprobación por promoción de la asignatura son:

1. Haber aprobado las correlativas previas.
2. Asistir como mínimo al 80 % de las clases, tanto teóricas como prácticas.
3. Aprobar con nota no inferior a 4 (cuatro), todos y cada uno de los temas de dos exámenes parciales.
4. Presentar y aprobar el trabajo grupal
5. Aprobar el coloquio final integrador con nota no inferior a 4 (cuatro)

La nota final de la asignatura resultará de considerar las notas de las evaluaciones parciales, trabajos grupales y el coloquio final integrador.

### Alumno Regular

Los alumnos que únicamente hayan cumplido con la aprobación del 50 % de las evaluaciones parciales, la aprobación del trabajo grupal y tengan una asistencia del 80 % a las clases quedarán en la condición de Alumno Regular

### Régimen de examen final

El examen final será de carácter público y sobre el programa vigente de la asignatura.

El examen en su faz metodológica será teórico-práctico, en correspondencia con las actividades programadas por la cátedra.

Para el caso de alumnos libres, el examen final consta de dos (2) partes, una práctica y otra teórica, siendo eliminatoria cualquiera de ellas; la parte práctica será tomada de forma escrita y la teórica de forma oral.

El examen práctico consistirá esencialmente en la resolución de problemas de carácter teórico o práctico; durante el mismo los alumnos podrán hacer uso de cualquier bibliografía impresa, autorizada por la cátedra. También se permitirá el uso de herramientas informáticas como soporte para la realización del examen práctico.

Para el examen teórico, el tribunal examinador seleccionará tres (3) temas, de forma aleatoria, del programa oficial vigente para la evaluación del alumno.

Al comienzo del examen teórico los alumnos dispondrán de quince (15) minutos para consultar la bibliografía antes de comenzar el examen. Durante ese período podrán realizar anotaciones que consideren necesarias en una única hoja habilitada por el tribunal.

El alumno expondrá entre 20 (veinte) y 40 (cuarenta) minutos por tema y, luego de cada exposición, responderá a preguntas del Tribunal. No se permitirá la utilización de bibliografía durante el examen teórico.

Para el caso de alumnos regulares el examen final constará de una (1) parte teórica con los mismos requerimientos que la parte teórica del examen final de alumnos libres.

## Actividades prácticas y de laboratorio

- Sistemas Aeroespaciales eléctricos. Diseño y selección de componentes del sistema eléctrico en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales hidráulicos y neumáticos.
- Sistemas Aeroespaciales de aire acondicionado y presurización. Selección de sistemas de control ambiental en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales de oxígeno. Selección de sistemas de oxígeno en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales de seguridad, protección y emergencia. Evaluación de riesgo de incendio en vehículo aeroespacial. Evaluación de evacuación en un vehículo aeroespacial. Selección de sistemas de soporte de vida en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales de combustible. Diseño y selección de componentes para sistemas de combustible en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales de trenes de aterrizaje. Diseño y selección de componentes para sistemas de aterrizaje en vehículo aeroespacial.
- Sistemas Aeroespaciales de comando de vuelo y motor. Diseño y selección de componentes para sistemas de comando de vuelo y motor en vehículo aeroespacial.

## Resultados de aprendizaje

Competencia que se evalúa	Actividad durante la que se evalúa	MUY BUENO	BUENO	INSUFICIENTE	Mínimo esperado	Valoración
CG 1: Ser capaz de identificar, formular y resolver problemas de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales	Parciales y carpeta trabajos prácticos	Identifica dónde aplicar los conceptos de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, puede definir las variables que modelizan el sistema en estudio, propone y aplica métodos apropiados para alcanzar la solución más	Identifica dónde aplicar los conceptos de sistemas y equipos, puede definir las variables que modelizan el sistema en estudio, propone, pero no alcanza a aplicar métodos apropiados para alcanzar la solución más	Identifica dónde aplicar los conceptos de sistemas y equipos, pero no puede definir las variables que modelizan el sistema en estudio y no alcanza a proponer métodos apropiados para alcanzar la solución más	BUENO	

		conveniente	conveniente	conveniente		
CG 2: Ser capaz de concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería dónde intervienen los sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales.	Carpeta trabajos prácticos	Enfocar en el proyecto los problemas asociados con sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales y proponer soluciones para los requisitos de sus componentes.	Enfocar en el proyecto los problemas asociados con los sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales y proponer soluciones para los requisitos de sus componentes, dificultad para estimar el efecto de las soluciones propuestas.	No enfocar en el proyecto los problemas asociados con los sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, no proponer métodos y no poder estimar soluciones según los requisitos de los componentes de los mismos.	BUENO	

<p>CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.</p>	<p>Parciales y carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Identifica dónde y cómo emplear las técnicas y herramientas de aplicación de ingeniería en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, identifica las más adecuadas, propone y aplica las más apropiadas para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>Identifica dónde emplear las técnicas y herramientas de aplicación de ingeniería en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, puede definir las más adecuadas, propone pero no alcanza a aplicar las más apropiadas para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>No identifica dónde emplear las técnicas y herramientas de aplicación de ingeniería en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, no define las más adecuadas ni propone las más apropiados para alcanzar la solución más conveniente</p>	<p>BUENO</p>	
--	---	---	--	---	--------------	--

<p>Competencia que se evalúa</p>	<p>Actividad durante la que se evalúa</p>	<p>MUY BUENO</p>	<p>BUENO</p>	<p>INSUFICIENTE</p>	<p>Mínimo esperado</p>	<p>Valoración</p>
----------------------------------	---	------------------	--------------	---------------------	------------------------	-------------------



<p>CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. Diseño de sistemas y equipos para los mismos que cumplen los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>Comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. Diseño de sistemas y equipos de los mismos que cumplen parcialmente los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>No comprender la importancia de un adecuado diseño de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. Diseño de sistemas y equipos de los mismos que no cumplen los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>BUENO</p>	
---	-----------------------------------	--	---	--	--------------	--

<p>CE1 H: Competencia para diseñar y proyectar los principales parámetros de diseño aeroportuario y de bases aeroespaciales, en todo aquello que afecte la operación y el funcionamiento de una máquina de vuelo y/o sus equipos, rutas y líneas de transporte aéreo.</p>	<p>Carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. Diseño de sistemas y equipos para los mismos que cumplen los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>Comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. Diseño de sistemas y equipos para los mismos que cumplen los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>No comprender la importancia del diseño aeroportuario y espacioportuario en todo aquello que afecte la operación y funcionamiento de sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales, rutas y líneas de transporte aeroespacial. Diseño de sistemas y equipos para los mismos que cumplen los requisitos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de operación.</p>	<p>BUENO</p>	
---	-----------------------------------	--	--	---	--------------	--

<p>CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a vehículos aeroespaciales. Conocimiento y comprensión de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto de ensayos adecuado para los principales parámetros.</p>	<p>Comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a vehículos aeroespaciales. Conocimiento parcial de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto parcialmente adecuados de ensayos para los principales parámetros.</p>	<p>No comprender la importancia de los ensayos de los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos aplicados a vehículos aeroespaciales. Desconocimiento de los requisitos técnicos aplicables. Diseño y proyecto de ensayos no adecuados para los principales parámetros.</p>	<p>BUENO</p>	
<p>CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.</p>	<p>Carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de sistemas y equipos en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. Conocer y comprender los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de sistemas y equipos en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. Conocer y comprender parcialmente los requisitos técnicos</p>	<p>No comprender la importancia de intervenir en las formas y soluciones constructivas de sistemas y equipos en vehículos aeroespaciales para que sean eficientes, confiables y seguros. No conocer ni comprender los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	

			aplicables.			
CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento , condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.	Carpeta trabajos prácticos	Entender la necesidad de la certificación de sistemas y equipos en vehículos aeroespaciales. Conocer y comprender los requisitos técnicos aplicables.	Entender la necesidad de la certificación de sistemas y equipos en vehículos aeroespaciales. Conocer y comprender parcialmente los requisitos técnicos aplicables.	No entender la necesidad de la certificación en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. No conocer ni comprender los requisitos técnicos aplicables.	BUENO	

<p>CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.</p>	<p>Carpeta trabajos prácticos</p>	<p>Identifica los riesgos existentes en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. Realiza procedimientos y planes de control efectivo de los mismos. Conoce y comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>Identifica de forma incompleta los riesgos existentes en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. Realiza procedimientos y planes de control poco efectivo de los mismos. Conoce y comprende parcialmente los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>No identifica los riesgos existentes en sistemas y equipos de vehículos aeroespaciales. No realiza procedimientos y planes de control de los mismos. No conoce ni comprende los requisitos técnicos aplicables.</p>	<p>BUENO</p>	
<p>RESULTADOS</p>						

## Bibliografía

- Martínez Rueda, Jesús, Sistemas eléctricos y electrónicos de las aeronaves, Thomson Paraninfo, 2007
- Pallet, E. H. J., Aircraft electrical systems, Longman Scientific & Technical, Editorial Paraninfo, 3ra edición, 2007
- Moir, I., Seabridge, A., Aircraft systems: mechanical, electrical, and avionics subsystems integration, Wiley, 2008
- Moir, I., Seabridge, A., Design and development of aircraft systems, 2da Edición, Wiley, 2013
- Langton, R., Clark, C., Hewitt, M., Richards, L., Aircraft fuel systems, Wiley, 2009
- Currey, N.S., Aircraft Landing Gear Design: Principles and Practices, AIAA Educational Series, 1988
- Jenkins, Dennis R., Dressing for altitude : U.S. aviation pressure suits - Wiley Post to Space Shuttle, National Aeronautics and Space Administration, 2011
- Gundlach, Jay .Designing unmanned aircraft systems : a comprehensive approach. AIAA. 2012
- Apuntes de la Cátedra



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA Sistemas y Equipos del Avión

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 13 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:58:46 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:58:51 -03'00'

**Asignatura: TECNOLOGÍA MECÁNICA (IA)**

Código:	RTF	7
Semestre: 4 <sup>to</sup>	Carga Horaria	96
Bloque: Tecnologías Aplicadas	Horas de Práctica	24

Departamento: Materiales y Tecnología

Correlativas:

- Correlativa. Ciencias de los Materiales

Contenido Sintético:

- Las superficies y los procesos de maquinado con arranque de viruta.
- Metrología
- Tolerancias y ajuste
- Estudio geométrico y desgaste de las herramientas de corte. Materiales para herramientas de corte
- Torneado. Taladrado. Fresado. Brochado
- Los abrasivos en los procesos de maquinado
- Mecanizados no convencionales. Máquinas y programación c.n.c.
- Corte, doblado y estampado de chapa. Soldadura
- Forja y Fundición

Competencias Genéricas:

- **CG 2.** Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- **CG 4.** Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- **CG 5.** Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

#### Competencias Específicas:

- CE1B Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir estructuras y componentes estructurales alas, fuselajes, costillas, cuadernas, largueros, tanque, estructuras auxiliares, plataformas para la operación excepto sus fundaciones, de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1 E. Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo
- CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE2 A. Competencia para proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.
- CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

## Presentación

El objetivo general de la materia consiste en presentar conceptualmente los procesos de fabricación por arranque de viruta, incluyendo los comandados por control numérico y su programación, además de otros procesos considerados previos y complementarios como la fundición, el forjado, el corte y estampado de chapa, la soldadura y los procesos de mecanizado no convencionales.

Se analizan además, aspectos metrológicos asociados a los procesos de fabricación como los métodos de medición y control, la tolerancia dimensional y la rugosidad superficial.

Adicionalmente se dan los conceptos básicos de elementos de máquinas necesarios para comprender en forma adecuada el funcionamiento de distintas máquinas herramientas

Evidenciar en el alumno la relación existente entre las superficies de un componente mecánico, el proceso utilizado para fabricarla, las tolerancias de construcción, rugosidad de los mismos y los procedimientos e instrumentos de medición necesarios para su control.



Capacitar al alumno en la tecnología y aplicaciones del maquinado para que pueda desarrollar ciclos de fabricación de baja y mediana complejidad.  
Definir el tipo y material de las herramientas necesaria para desarrollar estos ciclos.  
Introducir al alumno en la programación de fases y operaciones en máquinas herramientas convencionales y de control numérica computarizado.

## Contenidos

Unidad 1. Las superficies y los procesos de maquinado con arranque de viruta. Los principales procesos de maquinado, sus movimientos fundamentales y auxiliares. Las cualidades que definen a las superficies. Rugosidad.

Unidad 2. Metrología. Medición, concepto. Errores, tipos, causas y solución. Instrumentos de medición directa e instrumentos de medición indirecta. Trazabilidad de las mediciones. Calibración. Incertidumbre. Patrones: Definición, reproducción, mantenimiento y diseminación.

Unidad 3. Tolerancias y ajustes. Definiciones. Sistema ISO de tolerancias y ajustes. Vinculaciones fijas y móviles. Sistemas de ajustes de agujero único y de eje único. Aplicaciones y ajustes recomendados.

Unidad 4. Estudio geométrico y desgaste de las herramientas de corte  
Definición y nomenclatura. Geometría de la herramienta.  
Función e influencia de sus ángulos.  
El desgaste: causas e interpretación. Relaciones entre desgaste y las características de las herramientas. Ecuación de Taylor. Límites económicos.

Unidad 5. Materiales para herramientas de corte

Los aceros para herramientas. Criterios de elección y empleo.  
Tratamientos térmicos.  
Los metales duros. Características y aplicaciones.  
Designaciones según ISO.  
Herramientas recubiertas. Aplicaciones.

Unidad 6. Torneado. Definición del proceso.

Torno paralelo. Partes constitutivas, movimientos fundamentales y superficies obtenibles.  
Otros tipos de tornos y sus aplicaciones.

Unidad 7. Taladrado. Geometría de la broca helicoidal.

La máquina herramienta básica, la taladradora de columna, su estudio.  
Otros tipos de taladradoras. Dispositivos.

Unidad 8. Fresado. Definición, superficies obtenibles y aplicaciones.

Métodos de fresado.  
La máquina básica: fresadora horizontal, su estudio.  
El aparato divisor universal, usos del mismo.

Unidad 9. Brochado. Descripción de la operación y de la herramienta.

Tipos de máquinas brochadoras y sus aplicaciones.  
Diseño y proyecto de una brocha de interiores.

Unidad 10. Los abrasivos en los procesos de maquinado

Las muelas abrasivas, fabricación de las mismas. Elementos que las definen y su simbolización. Criterios de selección.  
El rectificado, definición. Superficies obtenibles.  
La máquina básica: rectificadora universal, su estudio.  
Bruñido, Lapidado.

Unidad 11. Métodos de mecanizado no convencionales

Descripción comparativa de distintos métodos. Electroerosión por penetración y por hilo. Fresado químico. Otros métodos no convencionales.

Unidad 12. Máquinas y programación C. N. C.. Introducción al Control Numérico.

Tecnología de fabricación de C. N. C. Estructura de C. N. C. Principios de programación C. N. C. Programación manual y automática de C. N. C. Sistema CAD-CAM.

Unidad 13. Corte, doblado y estampado de chapa

Cizallado. Corte o punzonado. Estampado. Embutido y estirado.  
Descripción de las operaciones, matrices y variables de los procesos.  
Doblado. Cálculo del desarrollo de chapa en el doblado.

Embutibilidad. Influencia de los distintos materiales sobre el resultado de la operación.  
Relación de embutido. Curva límite de conformado.  
Lubricación en el embutido.

Unidad 14. Soldadura. Definición y concepto. Soldabilidad.  
Procesos de soldadura. Clasificación. Usos recomendados de cada proceso.

Unidad 15. Forja. Descripción del proceso. Variables que intervienen.  
Forjado libre. Forjado cerrado. Forjado preparatorio. Forjado de terminación.  
Diseño y fabricación de matrices. Máquinas utilizadas en el forjado.

Unidad 16. Fundición. Descripción del proceso. Fundición en arena. Moldeo. Diseño de modelos.  
Fundición en moldes cerámicos. Tipo cáscara, cera perdida, moldes macizos.  
Fundición en moldes permanentes. Por gravedad y a presión.

## Metodología de enseñanza

Guiar el trabajo del estudiante, priorizando su autonomía, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones.

Desarrollar en el estudiante la capacidad para trabajar en equipo y coordinar actividades grupales que favorezcan la comunicación, el intercambio, y argumentación de ideas y la reflexión, la integración y la colaboración entre los estudiantes.

Aplicar actividades de metacognición y actividades de búsqueda, selección y análisis de la información de distintas fuentes como manuales de equipos y catálogos de herramientas.

Plantear problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y otras asignaturas, para su análisis y solución.

Emplear el aula invertida, realizando actividades y procesos de aprendizaje fuera del aula; mientras en la clase abordar la discusión y aclaración de contenidos; fomentar el aprendizaje autónomo del estudiante; transformando el clásico rol pasivo de receptor de información en un rol activo en su proceso de aprendizaje tomando el docente el rol de guía del estudiante.

## Evaluación

La evaluación se realiza con tres exámenes parciales y trabajos prácticos.

## Condiciones de aprobación

Para lograr la promoción de la materia el alumno deberá:

- 1.- Tener aprobadas las materias correlativas. -
- 2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas. -
- 3.- Aprobar todos los exámenes parciales. (Se podrá recuperar un solo examen parcial).
- 4.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.

Los alumnos que aprueben al menos dos exámenes parciales y los trabajos prácticos y además tengan la asistencia requerida, serán considerados alumnos regulares.

Los restantes quedarán en la condición de alumnos libres.

## Actividades prácticas y de laboratorio

Las clases prácticas se componen de resolución de problemas y cuestionarios en el aula; trabajos prácticos de taller; visitas a talleres de mecanizado y la realización de un práctico integrador, donde el alumno deberá definir el proceso de fabricación de un componente mecánico propuesto por la cátedra.

## Competencias y resultados de aprendizaje

<b>Competencias Genéricas</b>	<b>Resultados de aprendizaje</b>
CG 2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).	RA1. Define la necesidad de lograr una superficie en función de su uso o requerimiento de desempeño dentro de un conjunto mecánico y cómo podría lograrlo
CG 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.	RA2.- Aplicar los distintos procesos de fabricación que se pueden implementar para fabricar un componente mecánico.
	RA3.Elegir la forma de proveer una materia prima, su transformación y los materiales de las herramientas utilizadas en este proceso.
CG 5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos	RA3.- Emplear los desarrollos tecnológicos y su evolución en la producción de componentes

y/o innovaciones tecnológicas.	mecánicos
	RA4.- Identificar las tecnologías para controlar y verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño

Competencia Específica	Resultados de aprendizaje
<b>CE 1B / CE 1E</b> Conocer e interpretar la tecnología y aplicaciones del maquinado en piezas de diferentes materiales, mediante el desarrollo de ciclos de fabricación de baja y mediana complejidad. Realizar la programación y operaciones en máquinas herramientas de control numérico computarizado.	RA1.- Explicar la tecnología de Control Numérico para el mecanizado de materiales, según su aplicación
	RA2.- Describir los principios de programación C. N. C., de acuerdo a las diferentes aplicaciones.
	RA3.- Explicar la relación entre las superficies de un componente mecánico y el proceso de mecanizado utilizado para lograrla.
	RA4.- Explicar los principales procesos de mecanizado identificando movimientos fundamentales y auxiliares.
	RA5.-Explicar las cualidades que definen una superficie mecanizada, rugosidad, planitud, para aplicar en los planos, según las normativas vigentes
	RA6.-Describir los diferentes tipos y geometría de las herramientas, para interpretar su función y la influencia de sus ángulos.
	RA7.- Explicar las causas del desgaste, relacionando el desgaste y características de las herramientas, para determinar sus límites económicos
	RA8.- Describir los materiales para herramientas, aplicando criterios de elección y empleo, según la aplicación
	RA9.-Describir el proceso de forja, para interpretar las variables que intervienen, según aplicación.
	RA10.- Describir el proceso de fundición, para distintos materiales, según la aplicación.
	RA11.- Describir el proceso el proceso de soldadura en distintos materiales, según su aplicación
<b>CE 1I / CE 2A</b> Conocer y aplicar técnicas de metrología, mediante la medición y calibración, empleando instrumentos de medición adecuados.	RA12.- Explicar los errores en las mediciones, tipos, causas y soluciones, para una correcta medición
	RA13.- Explicar la trazabilidad y la incertidumbre de las mismas, de las técnicas de medición
	RA14.- Explicar calibración de los instrumentos de medición, según su uso y aplicación
	RA15.- Explicar los sistemas de tolerancias y ajustes, para identificar los distintos tipos de vinculaciones, según las normativas vigentes

## Bibliografía

- Mario Rossi, Máquinas Herramientas Modernas, Vol. 1 y 2, 1981, Ed. Hoepli
- G. Boothroyd, Fundamentos del corte de metales y de las máquinas herramienta, 1978, Ed. Mc Graw Hill
- Pascual Pezzano, Tecnología mecánica, Buenos Aires, 1977, Ed. Alsina
- Bartsch, Alrededor del torno, 1977, Ed. Reverté
- Bartsch, Herramientas. Máquinas. Trabajo, 1977, Ed. Reverté
- H. Gerling, Alrededor de las máquinas herramienta, 3ª Edición 1990, Ed. Reverté
- S. Krar y A. Check, Tecnología de las Máquinas Herramienta, 5ª Edición, México, D.F., 2002, Ed. Alfaomega
- R. L. Timings, Tecnología de la Fabricación, Vol. 1, 2 y 3, México, D.F., 2002, Ed. Alfaomega
- S. Kalpakjian, Manufactura, Ingeniería y Tecnología, 2008, Ed. Pearson
- S. Kalpakjian, Manufacturing Processes for Engineering Materials, Ed. Addison
- Daniel B. Dallas, Tool and Manufacturing Engineers Handbook, 1986, Ed. Mc Graw Hill
- F. Wilson, Die Design Handbook, 1988, Ed. Mc Graw Hill
- C. González y J. R. Zeleny Vázquez, Metrología, 1995, Ed. Mc Graw Hill
- Joseph Shigley, Standard Handbook of Machine Design, 1988, Ed. Mc Graw Hill
- Manfred Weck, Handbook of Machine Tools, 1987, Ed. Wiley & Sons
- F. Waters, Fundamentals of Manufacturing for Engineers, 1996, Ed. UCL Press
- Mitsubishi Heavy Industries, Programming Guide for CNC, 1995
- American Society for Metals, Metals Handbooks Vol. 1. Properties and Selection of Metals, 2018
- American Society for Metals, Metals Handbooks Vol. 3. Machining, 2018
- American Society for Metals, Metals Handbooks Vol. 4. Forming, 2018
- American Society for Metals, Metals Handbooks Vol. 5. Forging and Casting, 2018
- Giachino y Weeks, Técnica y práctica de la soldadura, 1990, Ed. Reverté
- J. A. Palma y R. Timerman, Ciencia y Técnica de la Soldadura, Tomo I, 1983, Inst. Arg. Siderurgia
- INDURA, Sistemas y Materiales de Soldadura, Abril 1999, Chile
- Apuntes de la Cátedra y catálogos especializados.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE TECNOLOGIA MECANICA

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:21:33 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:21:38 -03'00'

Asignatura: **Termodinámica**

Código:	RTF	6
Semestre: Cuarto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías básicas	Horas de Práctica	

Departamento: Física

Correlativas:

- Física 1
- Probabilidad y Estadística

Contenido Sintético:

- Sistemas Termodinámicos.
- Primer principio de la termodinámica. Ecuación de la energía.
- Gases Perfectos y reales.
- Segundo principio de la Termodinámica. Funciones Termodinámicas.
- Ciclo de sistemas gaseosos.
- Ciclos de vapor y ciclos frigoríficos.
- Mezcla y escurrimiento de gases y vapores.
- Fundamentos de Termotransferencia
- Termoquímica y combustión

Competencias Genéricas:

- CG 1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG 4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG 6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en grupos de trabajo.

Competencias Específicas:

CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 C Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.



CE1 D Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E . Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

Aprobado por HCD: NNNN-HCD-AAAA

RES: Fecha: DD/MM/AAAA

## Presentación

La asignatura Termodinámica, es una asignatura que pertenece al cuarto semestre del segundo año de la carrera de Ingeniería Aeroespacial que se dictan en la F.C.E.F y N de la UNC. La Termodinámica estudia los estados y cambios de estado de los sistemas físicos y las interacciones que conllevan a esos cambios como así también al calor como forma de energía, sus formas de transmisión y su importancia en relación a las máquinas térmicas para el cálculo del rendimiento. Se presentan además el primer principio y el segundo principio de la termodinámica y el concepto de entropía que se relaciona con la irreversibilidad de los procesos reales.

Por ser una rama de la Física, durante su desarrollo se describen procesos donde los cambios de temperatura desempeñan un papel importante como por ejemplo, en la transformación de energía. En lo referido a la aplicación de esta disciplina, se puede afirmar que el estudiante tomará conciencia de su importancia al percibir que su estudio contribuye a interpretar procesos que se producen en la naturaleza como así también resulta de aplicación en las diferentes ramas de la Ingeniería.

El posicionamiento pedagógico desde donde se enseña la asignatura corresponde al aprendizaje centrado en el estudiante y en la formación por competencias, propendiendo a que el estudiante adquiera condiciones que le permitan identificar fenómenos físicos y transformaciones, para interpretar consignas y resolver ejercicios y problemas, aplicando procedimientos compatibles con las prácticas de la ingeniería.

# Contenidos

## **Unidad N° 1: Propiedades y sistemas termodinámicos**

Definiciones y conceptos fundamentales. Energía: energía interna, energía mecánica, energía de flujo. Energía calorífica. Unidades de energía y potencia. Sistemas. Parámetros. Funciones de estado. Escalas termométricas. Parámetros fundamentales. Interpretación cinética de la presión y la temperatura. Camino libre medio. Choque contra una pared móvil. Constante de Boltzmann.

## **Unidad N° 2: Ecuación de la energía. Primer Principio de la termodinámica**

Ecuación general de la energía. Primer principio para sistemas no fluyentes. Calores específicos. Función energía interna. Trabajo externo. Entalpía. Primer principio para sistemas fluyentes. Casos particulares de la ecuación de la energía. Laminado.

## **Unidad N° 3: Gases perfectos y reales**

Clasificación de los sistemas gaseosos. Gases perfectos. Propiedades leyes y ecuaciones. Ecuación de estado La constante R. Gases reales. Representación de Amagat. Ecuación de estado de los gases reales. Ecuación de Van der Waals. Ecuación de estado reducida. Otras ecuaciones para gases reales. Factor de compresibilidad. Límite de aplicación de las fórmulas. Transformaciones reversibles de los gases perfectos. Mezcla de gases perfectos y reales

## **Unidad N° 4: Segundo Principio de la termodinámica. Entropía**

Ciclos. Concepto de rendimiento térmico. Transformaciones reversibles e irreversibles. Enunciados del segundo principio de la termodinámica. Ciclo de Carnot. Teorema de Carnot. Escalas termodinámicas de temperaturas. Teorema de Clausius. Entropía. Entropía para gases perfectos. Diagramas entrópicos. Trazado de las transformaciones. Entropía e irreversibilidad. Consecuencias de la irreversibilidad en el trabajo máximo. Exergía. Entropía y probabilidad termodinámica.

## **Unidad N° 5: Funciones" termodinámicas**

Métodos matemáticos fundamentales. Función de Helmholtz. Función de Gibbs. Ecuaciones de Maxwell. Primera y segunda ecuación T dS.

## **Unidad N° 6: Ciclos de sistemas gaseosos**

Ciclo de las máquinas térmicas. Ciclo Otto. Diesel. Semidiesel. Ciclo Brayton. Indicador de Watt. Indicadores de rayos catódicos. Ciclo de compresión sin espacio nocivo. Ciclo de compresión con espacio nocivo.

## **Unidad N° 7: Ciclos de Vapor**

Vapores. Calor de formación de los vapores. Fórmula de la tensión. Título de un vapor. Volumen del vapor saturado seco. Ecuaciones de estado. Entropía de los vapores. Diagrama entrópico. Entalpía y vapores. Diagrama de Mollier. Calor específico del vapor de agua. Transformaciones del vapor de agua. Determinación del título en expansiones adiabáticas. Ciclo de Carnot para vapores. Ciclo de Rankine. Ciclo real. Eficiencia. Ciclo de expansiones múltiples. Ciclo regenerativo. Ciclo binario.

## **Unidad N° 8: Ciclos frigoríficos**

Ciclos frigoríficos de Carnot. Ciclo de compresión a régimen húmedo. Ciclo de compresión a régimen seco. Ciclo de dos etapas y doble evaporador. Ciclo de absorción. Ciclo de difusión. La bomba de calor. Criogenia.

## **Unidad N° 9: Mezcla y Escurrecimiento de gases y vapores**

Escurrecimiento de gases y vapores. Escurrecimiento a volumen constante. Escurrecimiento isotérmico. Escurrecimiento adiabático. Toberas, determinación del caudal. Dimensionamiento. Presión, velocidad y sección crítica. Velocidad del sonido, número de Mach.

## **Unidad N° 10: Mezcla de gases y vapores.**

Aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Volumen del aire húmedo. Entalpías. Tablas. Diagramas Psicrométrico y de Mollier (i-x). Transformaciones del aire húmedo. Punto de rocío. Saturación adiabática. Mezcla del aire húmedo.

## **Unidad N° 13: Fundamentos de Termotransferencia**

Distintas formas de transmisión del calor. Transmisión del calor por conducción. Fórmula de Fourier. Aplicaciones. Aplicación general de la conducción del calor. Convección. Cálculo del Coeficiente de

convección. Convección forzada. Convección natural. Radiación. Leyes de la radiación. Transmisión total para fluidos en reposo. Transmisión del calor para fluidos en movimiento. Diferencia media logarítmica de temperatura. Intercambiadores de calor. Determinación de la superficie de intercambio.

### **Unidad N° 12: Termoquímica y combustión**

Termoquímica. Definiciones y leyes. Reacciones a  $p=cte$ . Calor de formación. Reacciones a  $V=cte$ . Calor de combustión. Calores de reacción. Temperatura máxima de reacción. Combustión. Poderes caloríficos inferior y superior. Bomba calorimétrica de Malher. Calorímetro de Junkers. Cantidad de aire necesaria para la combustión. Temperatura de combustión. Diagrama entálpico de combustión.

## **Metodología de enseñanza**

La asignatura se dicta en el cuarto semestre, desarrollándose en forma teórico-práctica con enfoque constructivista secuenciando los contenidos del tal manera que el que posibiliten enseñar a partir de lo que el estudiante ya conoce, a través de formulaciones matemáticas acorde con los conocimientos de análisis matemático y principios de la física que ya posee con una estrategia de enseñanza que utiliza exposiciones dialogadas, con participación activa de los estudiantes, aprendizaje colaborativo y aula invertida. Se propone integrar los conocimientos adquiridos mediante el análisis de preguntas y la resolución de ejercicios y problemas, para permitir una mejor comprensión, sobre todo en aquellos conceptos más complejos, conectándolos con saberes previos y relacionándolos en cada caso con la ingeniería, dando ejemplos concretos de su aplicación en este campo.

Además de las clases presenciales, se utilizará como recurso el aula virtual de la cátedra para desarrollar alguna de las actividades previstas en el cuatrimestre de dictado, tales como clases teóricas y de resolución de problemas y/o cuestionarios.

## **Evaluación**

La evaluación se llevará a cabo mediante cuatro (4) exámenes parciales durante el cuatrimestre de cursado, con la posibilidad de recuperar dos (2) de ellos (por ausencia o aplazo, tanto para regularizar la materia como para alcanzar la promoción).

Dependiendo de la condición académica alcanzada por el estudiante, deberá rendir un examen regular o un coloquio para acceder a la aprobación de la materia. En todas las instancias, el docente a cargo de la evaluación evaluará el desempeño y desarrollo de las competencias de acuerdo a la rúbrica que se detalla más abajo. En todos los casos la instancia de evaluación se aprueba cumplimentando el 60% de la exigencia de cada caso.

Indicadores	Nivel			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo

<p><b>Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema/ejercicio o a resolver para identificar los parámetros termodinámicos intervinientes y establecer los procedimientos de resolución, aplicando los principios fundamentales de la termodinámica.</b></p>	<p>Analiza correctamente los datos del problema e infiere la totalidad de las incógnitas. Identifica todos los parámetros termodinámicos fundamentales intervinientes. Describe de manera completa y detallada el procedimiento de resolución del problema. Aplica correctamente los principios de la Termodinámica.</p>	<p>Analiza correctamente los datos del problema e infiere la totalidad de las incógnitas. Identifica algunos parámetros termodinámicos fundamentales intervinientes. Describe de manera completa el procedimiento de resolución del problema. Aplica correctamente los principios de la Termodinámica.</p>	<p>Analiza los datos del problema e infiere algunas de las incógnitas. Identifica algunos parámetros termodinámicos fundamentales intervinientes. Describe de manera incompleta el procedimiento de resolución del problema. Aplica correctamente los principios de la Termodinámica.</p>	<p>Analiza los datos del problema e infiere algunas de las incógnitas. No identifica los parámetros termodinámicos fundamentales intervinientes. No describe el procedimiento de resolución del problema. No aplica correctamente los principios de la Termodinámica.</p>
<p><b>Analiza los ciclos de máquinas térmicas, equipos e instalaciones termodinámicas para determinar rendimientos y/o eficiencias a partir de la resolución de situaciones problemáticas cerradas y abiertas.</b></p>	<p>Describe correctamente los ciclos de motores y compresores y calcula correctamente los parámetros fundamentales y el rendimiento térmico y volumétrico. Determina correctamente los parámetros fundamentales en instalaciones de vapor y frigoríficas. Analiza críticamente los resultados obtenidos.</p>	<p>Describe correctamente los ciclos de motores y compresores y calcula correctamente algunos parámetros fundamentales y el rendimiento térmico y volumétrico. Determina correctamente algunos parámetros fundamentales en instalaciones de vapor y frigoríficas. Analiza críticamente los resultados obtenidos.</p>	<p>Describe los ciclos de motores y compresores y calcula algunos parámetros fundamentales y el rendimiento térmico y volumétrico. Determina correctamente algunos parámetros fundamentales en instalaciones de vapor y frigoríficas. Analiza los resultados obtenidos.</p>	<p>Describe los ciclos de motores y compresores de manera incompleta y calcula algunos parámetros fundamentales y el rendimiento térmico y volumétrico. No determina correctamente los parámetros fundamentales en instalaciones de vapor y frigoríficas. No analiza los resultados obtenidos.</p>

<p><b>Dimensiona distintos equipos termodinámicos, para su posterior utilización en diversas instalaciones termodinámicas, analizando los resultados frente a los cambios del modelo matemático usado.</b></p>	<p>Dimensiona correctamente los elementos principales de un compresor y de toberas aplicando los principios fundamentales de la termodinámica y cinética de los gases relacionándolo con el modelo matemático propuesto. Dimensiona correctamente intercambiadores de calor aplicando los principios de Termodinámica. Analiza los resultados obtenidos en base al modelo matemático propuesto para el desarrollo.</p>	<p>Dimensiona correctamente algunos de los elementos principales de un compresor y de toberas aplicando los principios fundamentales de la termodinámica y cinética de los gases relacionándolo con el modelo matemático propuesto. Dimensiona correctamente intercambiadores de calor aplicando los principios de Termodinámica. Analiza los resultados obtenidos en base al modelo matemático propuesto para el desarrollo.</p>	<p>Dimensiona correctamente algunos de los elementos principales de un compresor y de toberas aplicando los principios fundamentales de la termodinámica y cinética de los gases sin proponer un modelo matemático. Dimensiona correctamente intercambiadores de calor aplicando algunos principios de Termodinámica. Analiza los resultados obtenidos</p>	<p>Dimensiona correctamente alguno de los elementos principales de un compresor y de toberas aplicando los principios fundamentales de la termodinámica y cinética de los gases sin proponer un modelo matemático. Dimensiona intercambiadores de calor aplicando incorrectamente los principios de Termodinámica. No analiza los resultados obtenidos</p>
<p><b>Argumenta en el grupo de trabajo, el uso de modelos matemáticos y termodinámicos en la resolución de problemas para la toma de decisiones en base al resultado obtenido.</b></p>	<p>Argumenta correctamente dentro del equipo de trabajo los procedimientos y modelos utilizados en la resolución de problemas. Debate dentro del equipo de trabajo los procedimientos para la resolución de problemas. Cooperación constante con los integrantes del equipo de trabajo en la selección de modelos matemáticos acordes al problema planteado.</p>	<p>Argumenta correctamente dentro del equipo de trabajo los procedimientos y modelos utilizados en la resolución de problemas. Debate dentro del equipo de trabajo los procedimientos para la resolución de problemas. Cooperación algunas veces con los integrantes del equipo de trabajo en la selección de modelos matemáticos acordes al problema planteado.</p>	<p>Argumenta dentro del equipo de trabajo algunos procedimientos y modelos utilizados en la resolución de problemas. No debate dentro del equipo de trabajo los procedimientos para la resolución de problemas. Cooperación algunas veces con los integrantes del equipo de trabajo en la selección de modelos matemáticos acordes al problema planteado</p>	<p>No argumenta dentro del equipo de trabajo algunos procedimientos y modelos utilizados en la resolución de problemas. No debate dentro del equipo de trabajo los procedimientos para la resolución de problemas. No cooperación con los integrantes del equipo de trabajo en la selección de modelos matemáticos acordes al problema planteado</p>

## Condiciones de aprobación

### Requisitos para alcanzar la regularidad.

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar el 50% de los parciales indicados más arriba, con los recuperatorios incluidos.
- Alcanzar un grado de desarrollo aceptable en todos los niveles establecidos en la rúbrica.

En caso de no haber alcanzado la promoción, aprobar un examen regular compuesto de una parte práctica escrita y una teórica oral, instancia en la que se tendrá en cuenta, además del nivel alcanzado en aspectos conceptuales, el desarrollo de todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

### **Requisitos para alcanzar la promoción.**

- Asistir al 80% de las clases.
- Aprobar el 100% de los parciales indicados más arriba, con los recuperatorios incluidos.
- Alcanzar un nivel de desarrollo aceptable en todos los indicadores establecidos en la rúbrica.

Aprobar un coloquio integrador final. En dicha instancia se tendrá en cuenta, además del nivel alcanzado en aspectos conceptuales, el grado de desarrollo en relación a los niveles establecidos en la rúbrica.

## **Desagregado de competencias y resultados de aprendizaje**

CG 1: Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

CG 4: Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.

CG 6: Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

CE1A: Competencia para establecer parámetros de diseño y normas de mantenimiento y operación para todos los subsistemas eléctricos de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 C Competencia para calcular, diseñar y proyectar aerodinámica de vehículos en flujo incompresible y compresible.

CE1 D Competencia para analizar la performance, la operación en distintas condiciones y todo lo referente a la mecánica de vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 E . Competencia para calcular, diseñar, proyectar y construir plantas de propulsoras principales y auxiliares motores alternativos, a reacción, cohetes, compresores, cámaras de combustión, turbinas, hélices de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 F Competencia para calcular y diseñar los diferentes sistemas mecánicos y elementos de máquinas aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo

CE1 G: Competencia para diseñar y proyectar la realización del sistema de navegación, guiado y control de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE1 I; Competencia para diseñar, proyectar y ensayar los principales parámetros pertinentes a laboratorios de ensayos y calibraciones de equipos de aplicados a las aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE3A: Competencia para certificar el funcionamiento, condición de uso o estado y aptitud para el vuelo de aeronaves, vehículos espaciales y toda máquina de vuelo.

CE4A: Competencia para proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad en el campo aeroespacial.

RA 1: Describe adecuadamente el contexto físico donde ocurre el evento objeto del problema/ejercicio a resolver para identificar los parámetros termodinámicos intervinientes y establecer los procedimientos de resolución, aplicando los principios fundamentales de la termodinámica.

RA 2: Analiza los ciclos de máquinas térmicas, equipos e instalaciones termodinámicas para determinar rendimientos y/o eficiencias a partir de la resolución de situaciones problemáticas cerradas y abiertas.

RA 3: Dimensiona distintos equipos termodinámicos, para su posterior utilización en diversas instalaciones termodinámicas, analizando los resultados frente a los cambios del modelo matemático usado.

RA 4: Argumenta en el grupo de trabajo, el uso de modelos matemáticos y termodinámicos en la resolución de problemas para la toma de decisiones en base al resultado obtenido.

## Bibliografía

- Cengel, Y. Boles, M. Termodinámica. 6<sup>ta</sup> ed. 2008. Mc Graw Hill.
- Faires, V. Termodinámica. 1<sup>era</sup> ed. 2016. Limusa.
- Arenas, F. Termodinámica Técnica. 1<sup>era</sup> ed. 2014. Universitas.
- Valadez, J.A. Termodinámica. 3<sup>era</sup> ed. 2001. Alfaomega.
- Facorro Ruiz, L.A. Curso de Termodinámica. 14<sup>a</sup> ed. 1997. Nueva Librería.
- Maldonado, A. Termodinámica Técnica. 1<sup>era</sup> ed. 1976. Uked.
- Cengel, Y. Transferencia de calor. 2<sup>da</sup> ed. 2003. Mc Graw Hill.



Universidad Nacional de Córdoba  
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

**Hoja Adicional de Firmas  
Informe Gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROGRAMA DE TERMODINAMICA

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de Informatica,  
serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:14:30 -03'00'

Digitally signed by GDE UNC  
DN: cn=GDE UNC, c=AR, o=Universidad  
Nacional de Cordoba, ou=Prosecretaria de  
Informatica, serialNumber=CUIT 30546670623  
Date: 2023.10.23 20:14:35 -03'00'