



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



Centro  
Universitario  
de la Defensa

# Guía docente de la asignatura Principios de Vuelo I (Aerodinámica)

**Titulación:**

**Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Principios de Vuelo I (Aerodinámica) [Fundamentals of Flight I (Aerodynamics)]				
<b>Materia</b>	Aerodinámica y Mecánica del Vuelo.				
<b>Módulo</b>	Optativa (Especialidad Fundamental Vuelo)				
<b>Código</b>	511103012				
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería de Organización Industrial				
<b>Plan de estudios</b>	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)				
<b>Centro</b>	Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire				
<b>Tipo</b>	Optativa				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	6	<b>Curso</b>	3º
<b>Idioma</b>	Castellano / Inglés				
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	25	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	150

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor Responsable</b>	José Serna Serrano		
<b>Departamento</b>	Ingeniería y Técnicas Aplicadas		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Aeroespacial		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 28 Edificio CUD-AGA / Aula Virtual		
<b>Teléfono</b>	968189927	<b>Fax</b>	968188780
<b>Correo electrónico</b>	jose.serna@ cud.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual UPCT		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes / Jueves 12:50 – 14:35		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 28 CUD-AGA		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Aeronáutico Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid
<b>Vinculación con CUD-UPCT</b>	Profesor Contratado Doctor en centro adscrito
<b>Año de ingreso en CUD-UPCT</b>	2012
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	1
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aerodinámica Experimental: diseño de instalaciones, instrumentación y ensayos.</li> <li>* Estabilidad y control de Capa Límite: medidas experimentales y desarrollos numéricos.</li> <li>* Perfiles aerodinámicos para aplicaciones a “bajos” números de Reynolds.</li> <li>* Nanofluidos y aplicaciones de Transmisión de Calor.</li> </ul>
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	1
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Laboratorio de Mecánica de Fluidos. ETSI Aeronáuticos. UPM (investigación básica y aplicada a la industria) &gt; 7 años.</li> <li>* BBVA (desarrollo e implementación de modelos matemáticos para valoración de derivados financieros). 1 año.</li> </ul>
<b>Otros temas de interés</b>	UAVs: tecnología e incorporación al espacio aéreo.

<b>Profesor</b>	Alejandro López Belchí
<b>Departamento</b>	Ingeniería y Técnicas Aplicadas
<b>Área de conocimiento</b>	Máquinas y motores térmicos
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 27 Edificio CUD-AGA / Aula Virtual

<b>Teléfono</b>	968189932	<b>Fax</b>	968188780
<b>Correo electrónico</b>	alejandro.lopez@ cud.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	Aula Virtual UPCT		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes / Jueves 12:50 – 14:35		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho 27 CUD-AGA		

<b>Titulación</b>	Ingeniero Industrial. Doctor por la Universidad Politécnica de Cartagena.
<b>Vinculación con CUD-UPCT</b>	Profesor Ayudante Doctor en centro adscrito
<b>Año de ingreso en CUD-UPCT</b>	2015
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	0
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	* Transferencia de calor en flujos bifásicos * Sistemas de refrigeración de alta eficiencia * Máquinas Térmicas
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	0
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Grupo de Modelado de sistemas Térmicos y Energéticos. ETSII. UPCT. (4 años)
<b>Otros temas de interés</b>	Aerodinámica experimental

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

Las características particulares del Centro Universitario de la Defensa (C.U.D.) ubicado en la Academia General del Aire (A.G.A) hacen que el título de Grado en Ingeniería de Organización Industrial (IOI) ofertado deba ver complementada la formación generalista, común a los planes de estudios de este Grado, con una formación enfocada al entorno concreto en que el alumnado desarrollará su inmediato futuro profesional.

El marcado carácter aeronáutico del entorno en el que se imparte el Grado en IOI hace que se estime oportuno potenciar los aspectos tecnológicos y de utilización relacionados con dicho entorno, de modo que aparece, de forma natural, la necesidad de completar la formación práctica recibida, con una formación teórica que permita al futuro profesional conocer los fundamentos técnicos y las peculiaridades de los problemas que surgen en el complejo entorno aeronáutico.

La asignatura “Principios de Vuelo I (Aerodinámica)” es una asignatura optativa dentro de la concepción académica del plan de estudios, indicada para aquellos alumnos que realizan la especialidad fundamental de Vuelo. Esta asignatura se oferta con el objetivo de que los alumnos conozcan los fundamentos teóricos del vuelo atmosférico de las aeronaves. Para ello se hace aplicación de conocimientos previamente adquiridos sobre Mecánica de Fluidos y Mecánica del sólido rígido al caso particular de los aerodinos y, especialmente a las aeronaves de ala fija. De esta forma se desarrolla un trabajo de síntesis y aplicación de conocimientos previos que permitirá al alumno un conocimiento teórico suficiente para interpretar ciertos fenómenos que le aparecerán en el desarrollo práctico inmediato de su profesión. Por su situación temporal en el plan de estudios, la asignatura se concibe como el complemento ideal para otras asignaturas del entorno citado que el alumno de la especialidad fundamental de Vuelo comienza a realizar durante su tercer año de formación.

En la asignatura se fomentará el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo y la adopción de actitudes críticas ante los problemas técnicos, así como la correcta exposición y defensa pública de conocimientos por parte del alumno.

El carácter complejo y práctico de la materia permitirá también el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo y la adopción de actitudes críticas ante los problemas técnicos, aspecto este último que el alumno debe ir trabajando sobre todo en la parte de formación más específica de los estudios del Grado, una vez que los fundamentos han sido correctamente asentados.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El contenido de la asignatura se ajusta al bloque 080 del syllabus JAR para la obtención de licencias de aviación. En relación a esta normativa, se recogen en la asignatura los conceptos asociados a la misma, dándoles una perspectiva más ingenieril y cuantitativa, posible gracias a la formación físico-matemática que el alumno ha adquirido en los primeros años de los estudios de grado. Este hecho se traduce en una mejor comprensión y capacidad de deducción de conceptos recogidos dentro del syllabus JAR y que se consideran los estándares de conocimiento para el pilotaje de aeronaves.

### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Para afrontar con éxito la asignatura, el alumno deberá contar con los conocimientos de las siguientes asignaturas:

- Física (1er curso): fundamentalmente el bloque 1 (mecánica y ondas).
- Cálculo (1er curso): cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y variable compleja.
- Mecánica de Fluidos (2º curso): toda la asignatura.
- Tecnología Energética (2º curso): estudio termodinámico y actuaciones de los aerorreactores y los motores de combustión interna alternativos.

Se recomienda al alumno el curso de la asignatura de “Meteorología y Fraseología de las comunicaciones” (4º año) para una mejor comprensión de la influencia de la atmósfera en los desarrollos planteados en la asignatura.

Esta asignatura ayuda a la comprensión y justificación de parte de los contenidos presentados en la asignatura “Aviónica y conocimientos generales de aeronaves” (4º año)

### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No se ha definido ninguna

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Según la exposición del apartado 3.3, se recomienda haber superado las asignaturas de Física, Cálculo, Mecánica de Fluidos y Tecnología Energética.

### 3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas especiales que permitan simultanear los estudios de la asignatura con las actividades de formación militar y aeronáutica. En concreto, se formarán grupos de trabajo/aprendizaje cooperativo de alumnos con disponibilidad limitada, fomentándose el seguimiento del aprendizaje mediante la programación de tutorías de grupo y planificación y entrega de actividades.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG2 - Aplicar las tecnologías generales y las materias fundamentales en el ámbito industrial para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

### 4.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE30 - Analizar las tecnologías aplicadas a la ingeniería y a las operaciones de los sistemas aeronáuticos.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT3 - Aprender de forma autónoma.

### 4.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

El objetivo fundamental de la asignatura es el de comprender como las fuerzas aerodinámicas determinan la dinámica del vuelo y el papel de las distintas variables involucradas en el fenómeno del vuelo. Para ello, al finalizar la asignatura, el alumno deberá ser capaz:

1. Comprender los mecanismos básicos de generación de sustentación en perfiles aerodinámicos y caracterizar cuantitativamente la misma desde el punto de vista de la teoría potencial.
2. Conocer el efecto de la envergadura del ala en la modificación de la sustentación respecto al caso de perfiles.
3. Distinguir los comportamientos aerodinámicos en régimen subsónico y supersónico. Justificar la morfología de perfiles y alas en ambos regímenes.
4. Comprender el concepto de capa límite y su papel fundamental en la generación de resistencia y la entrada en pérdida de los perfiles.
5. Conocer los principales dispositivos hipersustentadores: morfología, fundamento físico de funcionamiento, necesidad de los mismos y efectos sobre la generación de sustentación y resistencia.
6. Analizar cuantitativamente la variación de las necesidades propulsivas con la altura de vuelo y las prestaciones de los aeromotores con la misma.
7. Formular los problemas de actuaciones integrales y de punto de las aeronaves de ala fija.
8. Calcular techos de vuelo. Optimizar alcances y autonomías con modelos sencillos para las propiedades aerodinámicas y propulsivas de las aeronaves.
9. Comprender los problemas de estabilidad y control de las aeronaves. Justificar la existencia de los mandos (aleros y timones) y comprender su funcionamiento.
10. Ser crítico con los problemas de diseño y análisis aerodinámico y de simulación en mecánica del vuelo, siendo capaz de valorar la complejidad técnica de dichas ciencias, de las que serán usuarios, y teniendo unos conocimientos básicos para analizar con espíritu crítico los datos que les puedan suministrar otros profesionales del área con los que establezcan contacto.

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Atmósfera. Ecuaciones fundamentales de la dinámica de los fluidos. Origen de las fuerzas aerodinámicas. Influencia de la forma en planta del ala. Dispositivos hipersustentadores. Actuaciones de los aviones. Estabilidad estática y dinámica. Ondas de choque.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Lección 0. Atmósfera estándar.

#### **PARTE I. AERODINÁMICA.**

##### **UD 1. REVISIÓN DE MECÁNICA DE FLUIDOS. GENERALIDADES.**

Lección 1. Introducción. Repaso de conceptos fundamentales de mecánica de fluidos. Fuerzas y coeficientes aerodinámicos.

Lección 2. Movimiento potencial bidimensional de líquidos ideales. Soluciones fundamentales. El teorema de Kutta-Jukowsky.

##### **UD 2. AERODINÁMICA BIDIMENSIONALES EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE.**

Lección 3. Flujo potencial incompresible sobre perfiles bidimensionales.

##### **UD 3. AERODINÁMICA TRIDIMENSIONAL EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE.**

Lección 4. Flujo potencial incompresible sobre alas de envergadura finita.

##### **UD 4. FLUJOS COMPRESIBLES.**

Lección 5. Flujo potencial compresible. Generalidades. Ondas de choque.

Lección 6. Flujo potencial compresible alrededor de perfiles aerodinámicos y alas.

##### **UD 5. FLUJOS CON VISCOSIDAD.**

Lección 7. Flujo viscoso. Capa límite. Resistencia de origen viscoso. Entrada en pérdida de perfiles.

Lección 8. Resistencia del avión.

Lección 9. Dispositivos hipersustentadores y de control del flujo.

#### **PARTE II. SISTEMAS DE PROPULSIÓN.**

##### **UD 6. SISTEMAS DE PROPULSIÓN DE AERONAVES.**

Lección 10. Sistemas de propulsión de aeronaves. Avión con motor alternativo y hélice. Turborreactores.

#### **PARTE III. MECÁNICA DEL VUELO.**

##### **UD 7. GENERALIDADES. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA COMPLETO.**

Lección 11. Introducción a la Mecánica del Vuelo. Nomenclatura. Formulación general del problema.

##### **UD 8. ACTUACIONES DE AERONAVES.**

Lección 12. Actuaciones del planeador.

Lección 13. Actuaciones de los aviones con motor alternativo y hélice.

Lección 14. Actuaciones de los aviones con motor de reacción.

Lección 15. Envoltentes de vuelo y diagramas de maniobra.

##### **UD 9. ESTABILIDAD Y CONTROL.**

Lección 16. Introducción a los problemas de estabilidad y control.

Lección 17. Estabilidad y control longitudinales.

Lección 18. Estabilidad y control lateral-direccional.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Sesiones de Laboratorio:

##### 1. Aerodinámica de perfiles

En el Túnel de Viento en UDITA (Unidad Docente e Investigadora en Tecnología Aeronáutica) en CUD se introducirá a los alumnos en las labores de investigación en aerodinámica experimental con 1 sesión práctica de 2 horas.

Las prácticas se realizarán en el horario de docencia de la asignatura, por la limitación horaria que impone la práctica del vuelo. A la sesión práctica acudirán los alumnos en grupos reducidos de 3 a 6 personas para aprovechar al máximo el tiempo de la misma y permitir que los alumnos realicen una sesión práctica realista, entendiendo el complejo funcionamiento de la instalación y las técnicas de medida, lo que requiere la continua supervisión del profesor encargado de las prácticas (los alumnos harán uso de instrumentos de medida empleados en investigaciones actuales)

La sesión práctica versará sobre aerodinámica de perfiles, haciendo uso de visualizaciones de flujo, medidas de presión y otras técnicas de diagnóstico fluidodinámico.

##### 2. Flujo en toberas

Se realizarán ensayos en una tobera convergente-divergente variando la presión de remanso del flujo y monitorizando la distribución de presión a lo largo de la tobera para ser comparada con los resultados teóricos. Para esta práctica se dividirá el grupo en 2 subgrupos y cada uno realizará la práctica durante 1 hora en horario de docencia de la asignatura, realizando el otro subgrupo una prueba de evaluación continua sobre flujo compresible.

### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Lesson 0. International Standard Atmosphere (review)

#### **PART I. AERODYNAMICS.**

##### **D.U. 1. FLUID DYNAMICS REVISION. GENERAL CONCEPTS.**

Lesson 1. Introduction. Review of fundamental concepts of fluid dynamics. Aerodynamics coefficients definitions.

Lesson 2. Ideal two-dimensional incompressible fluid flow. Fundamental solutions. The Kutta-Jukowsky theorem.

##### **D.U. 2. INCOMPRESSIBLE TWO DIMENSIONAL IDEAL AERODYNAMICS.**

Lesson 3. Potential incompressible flow over two-dimensional profiles.

**D.U. 3. INCOMPRESSIBLE THREE DIMENSIONAL IDEAL AERODYNAMICS.**

Lesson 4. Potential incompressible flow over finite wings.

**D.U. 4. COMPRESSIBLE FLOW.**

Lesson 5. Potential compressible flow. General concepts. Shock waves.

Lesson 6. Potential compressible flow over aerodynamic profiles and wings.

**D.U. 5. VISCOUS FLOW.**

Lesson 7. Viscous flow introduction. Boundary layers. Viscous drag. Stall.

Lesson 8. Full aeroplane drag.

Lesson 9. High-lift and flow control devices.

**PART II. PROPULSION SYSTEMS.****D.U. 6. AIRCRAFT POWERPLANTS.**

Lesson 10. Aircraft powerplants. Aircraft with internal combustion engine and prop. Aeroengines.

**PART III. FLIGHT DYNAMICS.****D.U. 7. GENERAL CONCEPTS. FULL PROBLEM FORMULATION.**

Lesson 11. Introduction to flight mechanics. Nomenclature. General formulation of the problema.

**D.U. 8. AIRCRAFT PERFORMANCES.**

Lesson 12. Glider performances.

Lesson 13. Performances of aircrafts (propeller propulsion).

Lesson 14. Performances of aircrafts (jet propulsion).

Lesson 15. Flight envelopes and maneuver diagrams.

**D.U. 9. STABILITY AND CONTROL**

Lesson 16. Introduction to stability and control problems.

Lesson 17. Longitudinal stability and control.

Lesson 18. Lateral and directional stability and control.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

A continuación se presentan los objetivos del aprendizaje (identificados por su número según el apartado 4.5) detallados por unidades didácticas:

**UD 1. REVISIÓN DE MECÁNICA DE FLUIDOS. GENERALIDADES.**

Objetivos de aprendizaje 1, 3, 4

**UD 2. AERODINÁMICA BIDIMENSIONALES EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE.**

Objetivos de aprendizaje 1, 3, 10

**UD 3. AERODINÁMICA TRIDIMENSIONAL EN RÉGIMEN INCOMPRESIBLE.**

Objetivos de aprendizaje 1, 2, 3, 10

**UD 4. FLUJOS COMPRESIBLES.**

Objetivos de aprendizaje 1, 2, 3, 10

**UD 5. FLUJOS CON VISCOSIDAD.**

Objetivos de aprendizaje 4, 5, 10

**UD 6. SISTEMAS DE PROPULSIÓN DE AERONAVES.**

Objetivos de aprendizaje 6, 10

**UD 7. GENERALIDADES. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA COMPLETO.**

Objetivos de aprendizaje 6, 7, 8, 9, 10

**UD 8. ACTUACIONES DE AERONAVES.**

Objetivos de aprendizaje 6, 7, 8, 10

**UD 9. ESTABILIDAD Y CONTROL.**

Objetivos de aprendizaje 9, 10

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Asistencia y participación a las clases presenciales. Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas.	30
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	37
Sesiones de prácticas	Realización de medidas realistas en una instalación experimental: manejo de hardware, uso de software de adquisición y proceso de datos, en grupos reducidos de alumnos	<u>Presencial</u> : Asistencia y colaboración en los ensayos.	3
		<u>No presencial</u> : Postproceso de datos y generación del informe	6
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Resolución de problemas tipo y análisis de casos prácticos guiados por el profesor. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	25.5
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	31.5
Actividades de evaluación formativa	Se repartirá al alumnado preguntas de respuesta breve y cuestiones teórico prácticas en clase para su resolución que se corregirán por el profesor como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.	<u>Presencial</u> : Resolución y autoanálisis de las cuestiones y problemas propuestos a partir de las directrices del profesor como técnica para fomentar la capacidad de autoevaluación y proporcionar realimentación sobre el grado de aprendizaje durante el curso.	9.5
Tutorías individuales y/o de grupo	Las tutorías serán individuales y en grupo. En ellas se realizará una revisión de problemas propuestos y dudas del alumnado.	<u>Presencial</u> : Tutorías de consulta de dudas de teoría y problemas.	2.5
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico	
Actividades de evaluación sumativa. Pruebas escritas individuales	Estas pruebas seguirán las indicaciones recogidas en el apartado 7 de la guía docente y en la convocatoria y sirven como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos a lo largo del curso.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las pruebas escritas y realización de estas.	5



## 7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación					
Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual: Teoría <sup>(1)</sup>	X	X	Constará de un test de cuestiones similares a las de los exámenes oficiales JAR y/o de preguntas de teoría cortas o cuestiones teórico prácticas sobre conceptos fundamentales. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	32%	1 a 10
Prueba escrita individual: Problemas <sup>(1)</sup>	X	X	Consistirá en varios problemas extensión media. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	48%	1 a 10
Evaluación formativa <sup>(2)</sup>	X	X	Eventualmente se repartirán problemas o cuestiones en el aula para evaluar el seguimiento continuo de la asignatura por parte del alumno.	10%	1 a 10
Sesiones de prácticas <sup>(3)</sup>	X	X	Se evaluará la correcta realización de las tareas experimentales según las indicaciones del profesor y las respuestas a cuestiones realizadas sobre las prácticas en un cuadernillo.	10%	1 a 10

(1) Habrá una prueba escrita individual (**PEI\_1**) **parcial** a mitad de cuatrimestre, que versará sobre la primera parte de la asignatura (Aerodinámica [Lecciones 0 a 9]). Debe superarse con **nota total igual o superior a 4.5 sobre 10 para eliminar** esta parte de la asignatura de cara al examen final.

La evaluación final constará de dos PEIs; en primer lugar, todos los alumnos realizarán la PEI correspondiente a los bloques II (propulsión [lección 10]) y III (mecánica del vuelo [lecciones 11 a 18]) (**PEI\_2**). Tras un descanso, se realizará la PEI correspondiente a las lecciones 1 a 9 (PEI\_1) para aquellos alumnos que no liberaron dicha materia en la PEI parcial, o aquellos que deseen obtener mejor calificación. Todos los alumnos se pueden presentar a esta segunda PEI, teniendo en cuenta que, aquellos que liberaron materia en la prueba parcial, si entregan esta parte al profesor, **perderán** la calificación obtenida en la PEI parcial.

Las PEI seguirán las características fijadas en la convocatoria.

Para aprobar la asignatura es **necesario** pero **no suficiente** obtener un **mínimo de 4.5 en cada una** de las PEIS. Si esta condición no se verifica, el alumno suspenderá la asignatura completa, siendo la nota máxima en esta situación **4.5 – Suspenso**. Para aclarar este punto, supongamos un alumno que obtiene en PEI\_1 un 3.0 y en PEI\_2 un 10.0, la calificación media de las PEIS es 6.5 pero como no ha llegado al 4.0 en la PEI\_1 aparecerá en el acta de la asignatura con 4.5 – Suspenso.

**Notas adicionales para la realización de las PEIs**

1. El alumno que no escriba exámenes legibles, obtendrá en la PEI una calificación máxima de 4.0.

2. El alumno que no rellene correctamente su nombre en todas las hojas que entregue, obtendrá en la PEI una calificación máxima de 4.0.
  3. Para la realización de algunos ejercicios no se permitirá tener en la mesa ningún tipo de material. Tan sólo se podrá tener encima de la mesa aquello que el profesorado indique.
  4. En las convocatorias de las PEIs se pueden realizar consideraciones adicionales.
- (2) Se darán problemas o cuestiones para resolver en el aula durante 15 minutos o una hora. La metodología podrá variar según las características de las lecciones: cuestionarios tipo test para aquellas lecciones de contenido más teórico, problemas cortos de aplicación directa de formulaciones o conceptos, e incluso problemas de mayor dificultad en los que el profesor vaya guiando a los alumnos según progresan con los mismos en el caso de las lecciones con mayor carga práctica.
- (3) La metodología de cada práctica será detallada por el profesor en el laboratorio.

La calificación de la asignatura (N) se calculará según la siguiente expresión:

$$\text{Si } \begin{cases} PEI_1 \geq 4.5 \\ PEI_2 \geq 4.5 \end{cases} \Rightarrow PEI = \frac{PEI_1 + PEI_2}{2} \begin{cases} 0 \leq PEI < 4.5 \Rightarrow & N = PEI \\ 4.5 \leq PEI < 5.0 \Rightarrow & N = \min(5.0, 0.8PEI + 0.1PP + 0.1EF) \\ 5.0 \leq PEI \leq 10.0 \Rightarrow & N = 0.8PEI + 0.1PP + 0.1EF \end{cases}$$

En otro caso  $\rightarrow N = \min(4.5, PEI)$

Siendo

PEI = la media aritmética de las pruebas individuales escritas realizadas por el alumno (en una escala de 0 a 10).

PP = la calificación obtenida en las prácticas (en una escala de 0 a 10).

EF = la calificación obtenida en las evaluaciones formativas (en una escala de 0 a 10).

Para aprobar la asignatura debe ser N mayor o igual que 5.0.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante algunos de los siguientes mecanismos:

- Cuestiones planteadas en clase y actividades de Aprendizaje Cooperativo informal por parejas de problemas propuestos
- Supervisión y revisión de los problemas propuestos para ser realizados en equipo
- Tutorías individuales
- Seguimiento de las actividades realizadas por el alumno
- Pruebas escritas parciales individuales a lo largo del curso

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica

#### TEXTOS GENERALES INTRODUCTORIOS PARA LAS 3 PARTES:

- Anderson, J.D. Jr. *Introduction to flight*. 7<sup>th</sup> edition. McGraw Hill. 2008. Recoge todos los conocimientos fundamentales de aerodinámica y actuaciones de aeronaves, su nivel es introductorio. ISBN 978-007-108605-9
- Carmona, A.I. *Aerodinámica y actuaciones del avión*. 12<sup>a</sup> edición. Paraninfo. 2004. Ha sido el texto tradicional seguido en la formación de pilotos, muchos de los contenidos están basados en este texto pero la asignatura profundiza en algunos aspectos cuantitativos que no se recogen en este manual. ISBN 9788428326407
- Franchini, S., López, O *Introducción a la Ingeniería Aeroespacial*. 2<sup>a</sup> edición. Ed. Garceta 2011. Es el libro seguido en la introducción de la ingeniería aeroespacial en la EIAE de la UPM. Es una buena introducción a todas las ciencias aeroespaciales. Hay conocimientos de mecánica de fluidos que el alumno ha adquirido y tratado con más profundidad en la asignatura del grado y otros relacionados con espacio que el alumno no debe adquirir. Las partes de aerodinámica, propulsión y mecánica del vuelo están bien recogidas pero se pretende dar un nivel ligeramente superior al allí explicado. ISBN 978-84-9281-290-5

### 8.2. Bibliografía complementaria

#### AERODINÁMICA:

- Anderson, J.D. *Fundamentals of aerodynamics* . 3rd edition. McGraw Hill. 2001. Es un texto de introducción a la aerodinámica para ingenieros, recoge los principios fundamentales de esta parte y los amplía a un nivel superior al exigido en este curso.
- Houghton, E.L. y Carpenter, P.W. *Aerodynamics for Engineering Students*. 5<sup>th</sup> Edition. Butterworth – Heinemann. Es un libro similar al de Anderson, los conceptos fundamentales están bien recogidos y los amplía a niveles que no se pretenden alcanzar en este curso.
- Meseguer Ruiz, J., Sanz Andrés, A. *Aerodinámica Básica*. Publicaciones de la E.T.S.I. Aeronáuticos. Universidad Politécnica de Madrid. 2005. Es un libro de aerodinámica para Ingenieros Aeronáuticos, el nivel matemático es elevado y supera ampliamente el esperado.
- Abbot, I.H., Von Doenhoff, A.E. *Theory of wing sections*. Dover Publications Inc. 1949. Recoge algunos conceptos fundamentales y resultados de ensayos con perfiles NACA. Simplemente es obra de consulta.
- Katz, J., Plotkin, A. *Low-speed aerodynamics*. Cambridge Aerospace Series. En la línea de los dos primeros de este bloque.
- Anderson, J.D. Jr. *A History of Aerodynamics*. Ed. Cambridge University Press. Como curiosidad, para aprender sobre la historia de la aerodinámica como ciencia.

#### PROPULSIÓN:

- Apuntes de tecnología energética y libro de Aerorreactores (José Serna Serrano – CUD). Intentar entrar en textos específicos sobre propulsión excede el nivel que se pretende conseguir en este curso.

### **MECÁNICA DEL VUELO:**

- Gomez Tierno, M.A. ,... *Mecánica del Vuelo*. Publicaciones de la E.T.S.I. Aeronáuticos. Universidad Politécnica de Madrid. 2008. Libro para ingenieros aeronáuticos, la formulación matemática excede el nivel de este curso.
- Ashley, H. *Engineering analysis of flight vehicles*. Addison – Wesley. 1974.
- Miele, A. *Flight mechanics – I. Theory of flight paths*. Addison – Wesley. 1962.

### **8.3. Recursos en red y otros recursos**

<https://aulavirtual.upct.es/>

En el aula virtual existen enlaces a numerosos vídeos e información disponible en la red