



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del
Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145006501 - Aerodinamica

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145006501 - Aerodinamica
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Sergio Marin Coca	EA-IDR	sergio.marin.coca@upm.es	Sin horario.
Sebastian Nicolas Franchini Longhi (Coordinador/a)	EA-IDR	s.franchini@upm.es	Sin horario.
Fernando Gandia Aguera	B-219	fernando.gandia@upm.es	Sin horario.
Luis Manuel Ayuso Moreno	B-218	luis.ayuso@upm.es	Sin horario.

Mikel Ogueta Gutierrez	EA-IDR	mikel.ogueta@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 14:30 - 17:30
Angel Antonio Rodriguez Sevillano	B-219	angel.rodriguez.sevillano@upm.es	Sin horario.
Rodolfo José Sant Palma	B-218	rodolfo.sant@upm.es	Sin horario.
Alejandro Martinez-Cava Aguilar	B-218	alejandro.martinezcava@upm.es	L - 09:00 - 11:00 X - 12:00 - 14:00 V - 09:00 - 11:00
Angel Pedro Sanz Andres	EA-IDR	angel.sanz.andres@upm.es	Sin horario.
Juan Andres Cardenas Rondon	EA-IDR	ja.cardenas@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Carlos Carbajosa Fernández	c.carbajosa@upm.es	UPM-ETSIAE

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Metodos Matematicos
- Mecanica De Fluidos
- Mecanica De Fluidos Ii

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Ecuaciones integrales y diferenciales, Termodinámica y Mecánica de Fluidos.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE44 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fundamentos de la mecánica de fluidos que describen el flujo en cualquier régimen y determinan las distribuciones de presiones y las fuerzas aerodinámicas.

CE49 - Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica del vuelo, ingeniería de la defensa aérea (balística, misiles y sistemas aéreos), propulsión espacial, ciencia y tecnología de los materiales, teoría de estructuras.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA5 - Conocimiento, comprensión y síntesis de los fundamentos del vuelo de las aeronaves.

RA4 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de los fenómenos aerodinámicos y de las leyes que gobiernan su comportamiento.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Se presentan los fundamentos de la Aerodinámica, es decir los fundamentos físicos de esta rama de la Mecánica de Fluidos que estudia la interacción entre cuerpos sólidos y el aire cuando existe un movimiento relativo entre ellos. Se explican los modelos matemáticos que describen estos fenómenos y permiten estimar las cargas sobre objetos como perfiles alares, alas, fuselajes, etc.; en regímenes de vuelo subsónico (compresible e incompresible) y supersónico. Se introducen los métodos numéricos y los experimentales.

5.2. Temario de la asignatura

1. ECUACIONES GENERALES.

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Ecuaciones generales del movimiento.
- 1.3. Movimientos irrotacionales. Ecuación de Euler-Bernoulli.
- 1.4. Ecuación diferencial para el potencial de velocidades.
- 1.5. Ejemplo: cálculo de la resistencia aerodinámica conocida la estela lejana.

2. MOVIMIENTO POTENCIAL BIDIMENSIONAL DE LÍQUIDOS IDEALES.

- 2.1. Introducción.
- 2.2. Potencial complejo.
- 2.3. Corriente de un líquido ideal alrededor de un cilindro circular.
- 2.4. Teorema del círculo.
- 2.5. Fuerzas sobre un perfil. Teorema de Kutta-Yukovski.
- 2.6. El borde de salida afilado de los perfiles y la hipótesis de Kutta.
- 2.7. Coeficientes de fuerzas y de momento de cabeceo sobre un perfil.

3. TRANSFORMACIÓN CONFORME.

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Transformación de dominios.
- 3.3. Correspondencia entre los movimientos en uno y otro plano.
- 3.4. Estudio del borde de salida de los perfiles.
- 3.5. Funciones de transformación normalizadas.
- 3.6. Aplicación de la transformación de Yukovski a un caso general.
- 3.7. Placa plana a ángulo de ataque como transformada de la circunferencia.
- 3.8. Comentarios sobre la paradoja de D'Alembert.

4. TEORÍA POTENCIAL LINEALIZADA DE PERFILES.

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Planteamiento matemático del problema y linealización.
- 4.3. Problemas simétrico y sustentador.

- 4.4. Aplicación de la integral de Cauchy al problema linealizado.
- 4.5. Método de Glauert para problemas sustentadores.
- 4.6. Método de Glauert para problemas simétricos.
- 4.7. Método de Goldstein.
- 4.8. Comentarios sobre la hipótesis de Kutta.
- 4.9. Métodos numéricos. Introducción a los métodos de paneles.
- 5. CORRIENTE TRIDIMENSIONAL DE LÍQUIDOS IDEALES.
 - 5.1. Introducción. 5.2. La función potencial y la función de corriente de Stokes. 5.3. Soluciones particulares.
 - 5.4. Torbellinos potenciales
- 6. Tema 6. PERFILES Y ALAS EN RÉGIMEN COMPRESIBLE.
 - 6.1. Introducción.
 - 6.2. Movimiento potencial linealizado.
 - 6.3. Limitación transónica.
 - 6.4. Analogía de Prandtl-Glauert.
 - 6.5. Perfiles en régimen supersónico.
- 7. ALAS DE GRAN ALARGAMIENTO.
 - 7.1. Introducción.
 - 7.2. Ecuación integral de Prandtl.
 - 7.3. Distribución de circulación inicial y adicional.
 - 7.4. Sustentación global, dirección de sustentación nula del ala y distribución de circulación básica
 - 7.5. Relación entre la pendiente de la curva de sustentación del ala y la de los perfiles.
 - 7.6. Resistencia inducida.
 - 7.7. Coeficientes de momento de cabeceo, balanceo y guiñada.
 - 7.8. Ala larga con distribución de sustentación elíptica.
 - 7.9. Aletas de borde marginal.
 - 7.10. Introducción a los VLM.
- 8. ENTRADA EN PÉRDIDA DE PERFILES.
 - 8.1. Introducción.
 - 8.2. Tipos de entrada en pérdida.

8.3. Dispositivos hipersustentadores.

8.4. Timones y alerones

9. RESISTENCIA AERODINÁMICA.

9.1. Introducción. 9.2. Procedimientos para determinar numéricamente la resistencia. 9.3. Resistencias de fricción y de presión. 9.4. Resistencia aerodinámica del avión.

10. ENSAYOS EN TÚNEL AERODINÁMICO.

10.1. 10.1. Introducción. 10.2. Tipos de túneles aerodinámicos. 9.3. Criterios de diseño. 9.4. Instrumentación

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1: Ecuaciones generales. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: Movimiento potencial bidimensional de fluidos ideales Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
2	Tema 2: Movimiento potencial bidimensional de fluidos ideales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
3	Tema 2: Movimiento potencial bidimensional de fluidos ideales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica de laboratorio Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	Tema 3: Transformación conforme Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica de laboratorio Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Realización de prácticas de laboratorio e informe de prácticas PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio Evaluación Global Presencial Duración: 02:00
5	Tema 3: Transformación conforme Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica de laboratorio Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6	Tema 4: Teoría potencial linealizada de perfiles Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	Tema 5: Corriente tridimensional de fluidos ideales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

8	Métodos numéricos aplicados a perfiles Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9	Tema 7: Alas de gran alargamiento Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Actividades y trabajos individuales y en grupo. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Global No presencial Duración: 08:00
10	Tema 7: Alas de gran alargamiento Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Prueba de evaluación intermedia Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Prueba de evaluación intermedia EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30
11	Métodos numéricos aplicados a alas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
12	Tema 6: Perfiles y alas en régimen compresible Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
13	Tema 6: Perfiles y alas en régimen compresible Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
14	Tema 8: Entrada en pérdida de perfiles Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
15	Tema 9: Resistencia aerodinámica Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 10: Ensayos en túnel aerodinámico Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajos prácticos en grupos reducidos. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
16				
17				Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00 La asignatura se evalúa por un examen global. No hay evaluación progresiva. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	La asignatura se evalúa por un examen global. No hay evaluación progresiva.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE44 CE49

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Realización de prácticas de laboratorio e informe de prácticas	PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CG3 CG9 CE44 CE49
9	Actividades y trabajos individuales y en grupo.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	20%	5 / 10	CG9 CG3 CE44 CE49
10	Prueba de evaluación intermedia	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	20%	5 / 10	CG9 CG3 CE44 CE49
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	50%	5 / 10	CG9 CG3 CE44 CE49

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

Examen final convocatoria extraordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	70%	5 / 10	CG9 CG3 CE44 CE49
--	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	----------------------------

7.2. Criterios de evaluación

Sistema de evaluación de la asignatura

La evaluación se basa en tres componentes:

1. Un examen o prueba global,
2. Los trabajos individuales y en grupo sobre Aerodinámica Numérica,
3. Las prácticas de laboratorio.

Instrumentos de evaluación

El examen constará de una parte teórica y otra práctica (problemas).

Parte teórica

Puede incluir:

- Preguntas tipo test, con opciones distractoras y una única respuesta correcta, o con múltiples respuestas posibles (incluyendo la posibilidad de que ninguna sea correcta).
- Preguntas de respuesta abierta, que el estudiante debe desarrollar con precisión y creatividad.
- Ejercicios de desarrollo sobre temas específicos de la asignatura.

Parte práctica

- Problemas teórico-prácticos relacionados con los contenidos del curso.

Los estudiantes podrán consultar la bibliografía de referencia durante esta parte.

Trabajos de Aerodinámica Numérica

Consisten en la elaboración y entrega de un informe sobre los trabajos realizados. Debido a su naturaleza, **solo**

pueden desarrollarse durante el periodo de docencia.

Prácticas de laboratorio

La evaluación tendrá en cuenta:

- La asistencia obligatoria al laboratorio en la jornada establecida.
- El informe entregado por el estudiante sobre la práctica realizada.

Esta actividad también debe realizarse exclusivamente durante el periodo lectivo.

Sistema de calificación

La nota final (NF) se calcula según la fórmula:

$$NF = 0,7 \cdot NE + 0,2 \cdot NTAN + 0,1 \cdot NPL,$$

donde:

- NF: Nota Final de la asignatura
- NE: Nota media del examen
- NTAN: Nota media de los trabajos de Aerodinámica Numérica
- NPL: Nota de las prácticas de laboratorio

Convocatoria ordinaria (enero)

Durante el curso se realizará un examen parcial (P1), que corresponde a la primera parte del examen final.

- Si el estudiante obtiene P1 \geq 5, no será necesario repetir esa parte en el examen final.
- Sin embargo, aprobar el parcial no implica la "liberación" de los temas correspondientes.

En el examen final de enero:

- Todos los estudiantes deben realizar la segunda parte (P2).
- Aquellos con P1
- Los estudiantes que hayan aprobado el parcial podrán repetirlo para subir nota, previa notificación a través del enlace correspondiente en Moodle.

La nota del examen (NE) se calculará como:

$$NE = (0,2 \cdot P1 + 0,5 \cdot P2) / 0,7$$

Nota: Tanto P1 como P2 deben ser ≥ 4 ; en caso contrario, la nota NE no podrá superar el 4.

Convocatorias extraordinarias

NE se obtiene a partir de un único examen final que cubre todos los contenidos de la asignatura.

Los trabajos de Aerodinámica Numérica (NTAN) y las prácticas de laboratorio (NPL) se evaluarán mediante los informes entregados. Estas actividades no son recuperables fuera del periodo lectivo. Los estudiantes que no las aprueben no podrán obtener la nota correspondiente.

Una vez superadas, las notas de NTAN y NPL se conservarán en convocatorias posteriores, salvo que se modifiquen sustancialmente los contenidos de dichas actividades.

Requisitos para aprobar la asignatura

- Haber aprobado el examen final (NE ≥ 5), y
- Obtener una nota final igual o superior a 5 (NF ≥ 5).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
MESEGUER, J; SANZ, A. "Aerodinámica Básica". Ed. Garceta	Bibliografía	Fundamental
GANDÍA, F; BARCALA, A. "Introducción a la Aerodinámica". EIAE UPM, 2013.	Bibliografía	Fundamental
ANDERSON, J. "Fundamentals of Aerodynamics". Ed. McGraw Hill, 1984.	Bibliografía	Fundamental
BERTIN, J.J.; SMITH, M. L. "Aerodynamics for Engineers". Ed. Prentice Hall, 1989.	Bibliografía	Complementaria
KUTHE, A; CHOW, C. "Foundations of Aerodynamics". Ed. John Wiley & Sons, 1986.	Bibliografía	Complementaria
SCHLICHTING, H.; TRUCKENBRODT, E; RAMM, H. "Aerodynamics of the Airplane". Ed. McCraw Hill, 1979.	Bibliografía	Complementaria
Espacio MOODLE de la asignatura http://moodle.upm.es/	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.
Laboratorio de Aerodinámica	Equipamiento	El laboratorio cuenta con tres túneles aerodinámicos para la realización de prácticas.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

El contenido de esta asignatura está alineado con el [Objetivo de Desarrollo Sostenible Nro. 9](#).