



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

145013001 - Aerodinámica Y Mecánica Del Vuelo I

PLAN DE ESTUDIOS

14GY - Grado En Gestión Y Operaciones Del Transporte Aéreo

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	145013001 - Aerodinámica y Mecánica del Vuelo I
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14GY - Grado en Gestión y Operaciones del Transporte Aéreo
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 *
Raul Manzanares Bercial	B-219	raul.manzanares@upm.es	L - 09:00 - 12:00 X - 09:00 - 12:00 Se recomienda contactar previamente (email) con el profesor

Angel Antonio Rodriguez Sevillano	B-219	angel.rodriguez.sevillano@u pm.es	M - 16:00 - 19:00 J - 16:00 - 19:00 Se recomienda contactar previamente (email) con el profesor
Omar Gomez Ortega (Coordinador/a)	A-15	omar.gomez@upm.es	L - 09:00 - 12:00 X - 09:00 - 12:00 Se recomienda contactar previamente (email) con el profesor
Maria Elena Lopez Nuñez	B-219	elena.lopez.nunez@upm.es	X - 12:00 - 14:00 V - 10:00 - 14:00 Se recomienda contactar previamente (email) con el profesor

* 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
José Luis Ruiz Moral	joseluis.ruiz.moral@upm.es	ETSI Aeronáutica y del Espacio

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física I
- Tecnología Aeronáutica
- Física II
- Matemáticas

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Gestión y Operaciones del Transporte Aéreo no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE07 - Comprensión de la aerodinámica, mecánica del vuelo e ingeniería de aeronaves en el ámbito de la operación y gestión del Transporte Aéreo.

CG02 - Conocimiento en materias básicas, científicas y tecnológicas que permitan un aprendizaje continuo, así como una capacidad de adaptación a nuevas situaciones o entornos cambiantes

CT03 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CT07 - Habilidad para la comunicación oral y escrita

CT09 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA75 - Conoce y comprende los fenómenos aerodinámicos y de las leyes que gobiernan su comportamiento

RA90 - Distingue el tipo de aeronave e identifica su comportamiento aerodinámico en las operaciones de las mismas

RA76 - Conoce y comprende la Aerodinámica de las aeronaves

RA77 - Es capaz de explicar los fundamentos del vuelo de las aeronaves

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Una introducción elemental a la ciencia de la aeronáutica y su aplicación al problema del vuelo. Desarrollada especialmente para aquellos que no necesiten un conocimiento más profundo de la materia, pudiendo sin embargo ser de utilidad para los que pretendan ahondar en esta ciencia.

Esta primera parte comprende el estudio del vuelo subsónico, algunas nociones básicas de vuelo transónico y supersónico, así como teoría elemental de la hélice.

El desarrollo se adapta al contenido de la normativa JAA FCL 081.

5.2. Temario de la asignatura

1. Características de la Atmosfera

1.1. Leyes de Newton. Densidad, presión y temperatura: unidades. Ecuación de los gases perfectos. Atmósfera estándar. Altitud-presión y altitud-densidad

1.2. Fluidostática. Equilibrio de fluidos en reposo. Ley de Pascal. Manómetros.

2. Conceptos elementales de dinámica de fluidos

2.1. Velocidad del sonido en el aire. Número de Mach: M. Flujo estacionario y no estacionario. Líneas de corriente y trayectorias. Tubo de corriente. Flujo bi - y tridimensional. Ecuación de la continuidad

2.2. Teorema de Bernoulli. Ecuación de Bernoulli para fluidos incompresibles/ compresibles. Medida de la velocidad: Tubo de Pitot

2.3. Errores del anemómetro Definiciones de IAS, CAS, EAS y TAS

2.4. Viscosidad. Número de Reynolds. Capa límite laminar y turbulenta. Torbellinos

3. Origen de las fuerzas aerodinámicas

3.1. Perfiles aerodinámicos. Terminología. Definición de: Angulo de ataque, sustentación y resistencia

3.2. Efecto Magnus. Sustentación y Resistencia. Centro de presión. Centro aerodinámico. Coeficientes C_L y C_D . Influencia del tipo de perfil sobre C_L

3.3. Influencia de la viscosidad. Desprendimiento de la capa límite. La pérdida

3.4. Componentes de la resistencia. Relación velocidad ? ángulo de ataque. Momentos y coeficientes C_M y $C_{M_{ac}}$

4. Influencia de la forma en planta del ala

4.1. Terminología del ala. Origen de la sustentación en el ala. Torbellinos sobre ala: descripción, intensidad. Efectos de la estela turbillonaria

4.2. Ángulo de ataque inducido, resistencia inducida, coeficiente de resistencia inducida. Medios para reducir la resistencia inducida. Curva polar. Fineza. Fineza máxima

4.3. Velocidad de pérdida: V_S . Efectos de la forma en planta del ala sobre: la pérdida, la curva C_L - alfa y la polar. Influencia del número de Reynolds en los coeficientes. Velocidad de pérdida. Normativa. V_{S0} , V_{S1} , V_{SR} , V_{S1g}

4.4. Demostraciones, características y recuperación de la pérdida. Pérdidas con y sin potencia Pérdidas en ascensos y descensos. Indicadores de posición del ángulo de ataque. Tipos: aleta y sonda. Avisadores de pérdida. Normativa. Tipos.

4.5. Formación de hielo en las alas. Tipos y efectos. Envejecimiento del avión

5. Dispositivos hipersustentadores

5.1. Dispositivos de control de la capa límite: Aspiradores y sopladores e capa límite. Ranuras de borde de ataque tipos. Flaps. Flaps de borde de ataque. Flaps de borde de salida

5.2. 5.2. Uso de los flaps Otros dispositivos. Spoilers. Winglets. Efecto del barrido de las hélices y del empuje de los motores. Otras formas de aumentar la sustentación. Strakes (LEX). Efecto del suelo

6. Fenómenos de compresibilidad

6.1. Ondas de choque en vuelo subsónico. Mach Crítico. Efectos de la compresibilidad sobre CL y CD. Alas en flecha. Dispositivos para retrasar la pérdida de las alas en flecha

6.2. Efecto de la flecha sobre la estabilidad. Frontera del bataneo. Techo del avión: Techo de sustentación y techo de propulsión. Regla del área. Alas supercríticas

7. Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra

7.1. Factor de carga. Factor de carga en viraje. Velocidades de pérdida en maniobras. Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra

7.2. Velocidades de cálculo. V_{Mo}/M_{Mo} , V_{No}/M_{No} , V_{NdMNE} , V_{LO} , V_{LE} , V_{FE} , V_{RA} . Diagrama de ráfagas

8. Hélices

8.1. Fundamentos de la hélice. Terminología. Par motor, geometría de la hélice. Tipos de hélice: paso fijo y paso variable: velocidad constante

8.2. Empuje, potencia, rendimiento de la hélice: Dependencia de velocidad y paso. Tipos de operación de la hélice: normal, molinete, reversa, abanderamiento

8.3. Características de diseño para absorción de potencia. Solide z. Efectos secundarios de la hélice. Par motor, par de reacción

8.4. Efecto de la estela asimétrica y efecto asimétrico de la pala. Precesión giroscópica. Factor P. Fallo de motor. Motor crítico

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Características de la atmósfera Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Características de la atmósfera Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Conceptos elementales de dinámica de fluidos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Conceptos elementales de dinámica de fluidos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Origen de las fuerzas aerodinámicas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Conceptos elementales de dinámica de fluidos Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Origen de las fuerzas aerodinámicas Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Origen de las fuerzas aerodinámicas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p>Origen de las fuerzas aerodinámicas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Influencia de la forma en planta del ala Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Origen de las fuerzas aerodinámicas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

6	<p>Influencia de la forma en planta del ala Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Influencia de la forma en planta del ala Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
7	<p>Influencia de la forma en planta del ala Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Influencia de la forma en planta del ala Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Dispositivos hipersustentadores Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Dispositivos hipersustentadores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Dispositivos hipersustentadores Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Prueba de evaluación intermedia Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Prueba de evaluación intermedia EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p>Dispositivos hipersustentadores Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Dispositivos hipersustentadores Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>Fenómenos de compresibilidad Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Fenómenos de compresibilidad Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Fenómenos de compresibilidad Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Fenómenos de compresibilidad Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

13	<p>Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Limitaciones estructurales. Diagrama de maniobra Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Hélices Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Hélices Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Hélices Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Hélices Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
16				
17				<p>Prueba de evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>Prueba de evaluación final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</p>

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
8	Prueba de evaluación intermedia	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE07 CT03 CT07 CT09 CB05 CG02
17	Prueba de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE07 CT03 CT07 CT09 CB05 CG02

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba de evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CE07 CT03 CT07 CT09 CB05 CG02

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

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

Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CE07 CT03 CT07 CT09 CB05 CG02
-----------------------	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	--

7.2. Criterios de evaluación

Se establecerá una evaluación mediante exámenes parciales a lo largo del semestre que formarán parte de la evaluación distribuida de la asignatura. Además, el estudiantado dispondrá del examen ordinario y extraordinario, según la normativa UPM.

Actualmente, las pruebas de evaluación (evaluación distribuida o finales) serán en formato presencial. Si ocurriera una situación excepcional (causa de fuerza mayor) determinada por la universidad, se seguirían la recomendaciones de la UPM en ese sentido, con la posibilidad de la evaluación telemática.

Los exámenes estarán compuestos de una parte teórica (60% del peso de cada examen) y una parte práctica (40% del peso de cada examen).

La parte teórica puede estar constituida: ejercicios tipo "test", ejercicios de preguntas de respuesta abierta, ejercicios de desarrollo de algún tema de la asignatura. Para la parte teórica no se podrán consultar libros ni apuntes.

La parte práctica estará constituida por ejercicios de problemas teórico-prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN:

- $NF = 0.5 * NP1 + 0.5 * NP2$ (con $NP1 > 4.0$ y $NP2 > 4.0$, para poder hacer media entre ambos)
- Se deberá cumplir, además, que $N_{Teoría} > 3$ y $N_{Problemas} > 3$ para poder hacer media en cada parcial.
- $NP1 =$ Capítulos 1 al 4.
- $NP2 =$ Capítulos 5 al 9.

Para la primera parte de la asignatura se convocará una Prueba de Evaluación Intermedia (PEI1); ver la planificación prevista en el cronograma. Se podrá liberar con nota igual o superior a 5. La condición de bloque liberado se mantendrá exclusivamente durante el curso académico (convocatoria ordinaria y extraordinaria). Según la normativa actual de exámenes, se podrá optar a ser evaluado de nuevo de los bloques liberados en los exámenes finales, mantenido la calificación más alta.

La teoría y los problemas no se consideran como partes independientes. Son un conjunto indivisible. Tanto la nota de la parte teórica como la nota de la parte práctica ha de ser superior a 3 ($N_{\text{teórica}} > 3$ y $N_{\text{práctica}} > 3$). En el caso contrario la nota máxima de dicha Prueba de Evaluación será de 3. De igual manera, si no se alcanzan los mínimos en alguna de las partes, la nota máxima en el acta correspondiente será de 4.0.

Si la calificación en la Prueba de Evaluación Intermedia (PEI1) es superior a 4.0 (pero inferior a 5.0, obviamente) se podrá compensar la calificación entre ambas partes de la asignatura. Para ello, el estudiantado deberá examinarse de la segunda parte de la asignatura en el examen ordinario o extraordinario. Para superar la asignatura, se deberá alcanzar la calificación final de 5.0 según el SISTEMA DE CALIFICACIÓN DESCRITO.

Aquellos/as estudiantes que suspendan, o que no se presenten a la PEI1, deberán presentarse al examen ordinario o extraordinario de la asignatura. En el examen ordinario/extraordinario se permitirá presentarse a una parte de la asignatura, o al conjunto completo de la asignatura.

El examen completo (NP1 y NP2) de la asignatura realizado en un examen ordinario o extraordinario supondrá el 100 % de la calificación final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Omar Gómez, Elena López, Raúl Manzanares y Ángel Rodríguez. Material de clase	Recursos web	Plataforma moodle asignatura
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA AEROESPACIAL. Sebastián Franchini, Óscar López García. Editorial Garceta.	Bibliografía	

ANDERSON, JOHN D. J. R. Introduction to Flight. Editorial McGraw-Hill.	Bibliografía	
ISIDORO CARMONA, ANÍBAL. Aerodinámica y actuaciones del avión. Editorial Paraninfo.	Bibliografía	
ISIDORO CARMONA, ANÍBAL y ISIDORO RAMÍREZ, ANÍBAL. Principios de Vuelo y Performance. Test. Editorial Paraninfo.	Bibliografía	
JOSÉ MESEGUER RUIZ y ÁNGEL SANZ ANDRÉS. "Aerodinámica básica". Ed. Ibergarceta Publicaciones, SL,	Bibliografía	
BRÜTTING, GEORGE. Manual aeronáutico para el piloto. Editorial Paraninfo.	Bibliografía	
M.A. GÓMEZ TIERNO, M. PÉREZ CORTÉS Y C. PUENTES MÁRQUEZ. "Mecánica del Vuelo". Editorial Garceta.	Bibliografía	
ÁNGEL BARCALA y FERNANDO GANDÍA. "Mecánica del Vuelo". Sección Publicaciones E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio. UPM.	Bibliografía	
J.D. ANDERSON, JR. "Aircraft Performance and Design". Ed. Mc. Graw-Hill, 1999.	Bibliografía	
WILLIAMS, J. E. D. The Operation of Airliners. Editorial Hutchison.	Bibliografía	
KERMODE, A.C. Mechanics of flight. Editorial Pitman	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS 9.